

EVALUACIÓN, DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL
RIESGO POR CONDICIONES DE ILUMINACIÓN, Y DISEÑO DE UNA
PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS
ADMINISTRATIVOS I Y II E IPRED DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

MONICA ENTRALGO MALDONADO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2015

EVALUACIÓN, DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL
RIESGO POR CONDICIONES DE ILUMINACIÓN, Y DISEÑO DE UNA
PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS
ADMINISTRATIVOS I Y II E IPRED DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER

MONICA ENTRALGO MALDONADO

Trabajo de grado para optar por el título de:
INGENIERA INDUSTRIAL

DIRECTOR

MBA.JUAN CAMILO LESMEZ PERALTA

TUTOR

ING.ANA MIREYA CUADROS ROJAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2015

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
1. JUSTIFICACIÓN.....	21
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
3.1.1 MISIÓN.....	26
3.1.2 EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN I	28
3.1.3 EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II	29
3.1.4 EDIFICIO DE IPRED	32
4. METODOLOGÍA.....	35
4.1 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO	36
4.1.1 Etapas del estudio	37
4.1.2 Equipo utilizado y técnica.	38
5. DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RIESGO.....	40
5.1 NIVEL DE ILUMINACIÓN EN EL ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO 1	41
5.2 NIVEL DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO IPRED	45
5.3 NIVEL DE ILUMINACIÓN EDIFICIO ADMINISTRATIVO 2	50
6. MARCO LEGAL.....	54

7. MARCO TEÓRICO	56
7.1 CONCEPTOS BÁSICOS	56
7.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN O LUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS	57
7.3 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	61
7.3.1 Clasificación según fuentes	61
7.3.2 Tipos de luminarias.....	62
7.3.3 Clasificación según función:	63
7.4 Especificaciones técnicas de las luminarias	65
7.5 TIPOS DE LÁMPARAS	66
7.5.1 Lámparas incandescentes.....	67
7.5.1.1 Lámparas incandescentes no halógenas	67
7.5.1.2 Lámparas incandescentes halógenas	68
7.5.2 Lámparas de descarga.....	69
7.5.2.1 Lámparas fluorescentes tubulares.....	69
7.5.2.2 Lámparas fluorescentes compactas	69
7.5.2.3 Lámparas fluorescentes sin electrodos	70
7.5.2.4 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.....	71
7.5.2.5 Lámparas de luz mezcla.....	71
7.5.2.6 Lámparas de halogenuros metálicos	72
7.5.2.7 Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos.....	72
7.5.2.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	73
7.5.2.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión	74
7.5.3 Tecnología LED	75
7.6 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO	77
7.7 UNIFORMIDAD	79
7.8 CONTROL DE PARPADEO Y EFECTOS ESTROBOSCÓPICOS.....	81
7.9 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR	82
7.9.1 Alumbrado de espacios interiores para trabajo.	82

7.9.2 Alumbrado de oficinas.....	83
7.10 La visión humana.....	84
7.11 Factores que intervienen en los efectos de la exposición a la iluminación .	86
7.11.1 Consecuencias de una iluminación inadecuada.....	88
8. PROPUESTAS Y MEDIDAS DE INTERVENCIÓN AL RIESGO POR ILUMINACIÓN EN LAS ÁREAS ADMINISTRATIVAS UIS.....	90
8.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LED.....	90
8.2 DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS Y UN PLAN DE LIMPIEZA DE VENTANALES.....	95
8.3 DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PARA EL MONITOREO DE LAS CONDICIONES VISUALES DE LOS TRABAJADORES DE ESTAS ÁREAS.....	96
8.4 DESARROLLO DE JORNADAS PARA LA REUBICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO.....	97
8.5 SOCIALIZACIÓN CON DIRECTIVOS DE ÁREAS ADMINISTRATIVAS UIS	98
9. CONCLUSIONES.....	100
10. RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.METODOLOGÍA	35
TABLA 2.NIVEL DE ILUMINACIÓN ÁREA ADMINISTRATIVO I.....	41
TABLA 3.NIVEL DE ILUMINACIÓN EDIFICIO IPRED	48
TABLA 4.NIVEL DE ILUMINACIÓN ÁREA ADMINISTRATIVO II.....	50
TABLA 5.NIVELES DE ILUMINANCIA EXIGIBLES PARA DIFERENTES ÁREAS Y ACTIVIDADES ..	58
TABLA 6.CRITERIOS DE VALORACIÓN.....	60
TABLA 7.CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN	60
TABLA 8.TIPOS DE FUENTES DE LUZ ARTIFICIAL Y SUS CARACTERÍSTICAS	62
TABLA 9.ÍNDICE DE RENDIMIENTO CROMÁTICO (IRC)	66
TABLA 10.UNIFORMIDADES Y RELACIÓN ENTRE ILUMINANCIAS DE ÁREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS AL ÁREA DE TAREA	80
TABLA 11.CALIFICACIÓN DE PROVEEDORES DE LUMINARIAS.	91
TABLA 12.CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN DE PROVEEDORES	91
TABLA 13.LÁMPARAS TIPO LED.....	92
TABLA 14.COSTO CAMBIO DE LUMINARIAS	93

LISTA DE FIGURAS

1FIGURA 1.EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I.....	28
3FIGURA 3. EDIFICIO IPRED.....	32
4FIGURA 4.LUXÓMETRO.....	38
5FIGURA 5.TUBERÍA DEL AIRE ACONDICIONADO.....	43
6FIGURA 6.LUMINARIAS EN MAL ESTADO	44
7FIGURA 7.ÁREA DE ARCHIVO	45
8FIGURA 8.ESTANTERÍA EN ARCHIVO HISTÓRICO	46
9FIGURA 9.ILUMINACIÓN SALA DE PROFESIONALES.....	47
10FIGURA 10.UBICACIÓN DE LUMINARIAS	52
11FIGURA 11. LONGITUDES DE ONDAS.....	56
12FIGURA 12.LUMINARIAS PARA TECHO	63
13FIGURA 13. ILUMINACIÓN GENERAL	65
14FIGURA 14.TEMPERATURA DEL COLOR	66
15FIGURA 15.LÁMPARA INCANDESCENTE	67
16FIGURA 16.INCANDESCENTE HALÓGENA	68
17FIGURA 17.FLUORESCENTE TUBULAR.....	69
18FIGURA 18.FLUORESCENTE COMPACTA.....	70
19FIGURA 19.FLUORESCENTE SIN ELECTRODOS.....	70
20FIGURA 20.VAPOR DE MERCURIO.....	71
21FIGURA 21.LUZ MEZCLA	71
22FIGURA 22.HALOGENUROS METÁLICOS	72
23FIGURA 23.HALOGENUROS METÁLICOS CERÁMICO	72
24FIGURA 24.VAPOR DE SODIO	73
25FIGURA 25.VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN.....	74
26FIGURA 26.LÁMPARA TIPO LED.....	75
27FIGURA 27.DESLUMBRAMIENTO INDIRECTO	77
28FIGURA 28.DESLUMBRAMIENTO DIRECTO	77
29FIGURA 29.UNIFORMIDAD EN EL ÁREA	79
30FIGURA 30. PARTES DEL OJO	85
31FIGURA 31. VENTANAS IPRED.....	96
32FIGURA 32. PUESTOS DE TRABAJO FRENTE ENTRADA DE LUZ	98

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. TABLAS DIAGNÓSTICO Administrativo I, II e IPRED.....	(CD)
ANEXO B. PLANOS EDIFICIO ADMINISTRATIVO I.....	(CD)
ANEXO C. PLANOS EDIFICIO ADMINISTRATIVO II.....	(CD)
ANEXO D. PLANOS EDIFICIO IPRED.....	(CD)
ANEXO E. TABLA MEDICIÓN ILUMINACIÓN.....	(CD)
ANEXO F. Certificado de Calibración del luxómetro.	(CD)
ANEXO G. Manual luxómetro EXTECH.....	(CD)
ANEXO H .Cotizaciones.....	(CD)

RESUMEN

TITULO:

EVALUACIÓN, DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL RIESGO POR CONDICIONES DE ILUMINACIÓN Y DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS I Y II E IPRED DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTOR:

MONICA ENTRALGO MALDONADO**

PALABRAS CLAVES:

Nivel de iluminación, riesgo por condiciones de iluminación, iluminancia, rendimiento cromático, luxes, flujo luminoso, luminarias.

DESCRIPCIÓN

Este trabajo presenta un diagnóstico del estado actual de las condiciones de iluminación en las áreas de los edificios administrativos I, II e IPRED de la Universidad Industrial de Santander y plantea las alternativas de solución o propuestas de mejora a las falencias que de una u otra forma repercuten en el rendimiento del personal que trabaja en estas áreas, según lo establecido por la Resolución 182544 de 29 de diciembre de 2010¹ y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público².

La primera fase del proyecto consistió en la recopilación de la información acerca del estado físico, características propias de cada fuente de luz, ubicación de las luminarias. Así mismo se procedió a realizar las mediciones de la cantidad de luz (luxes) emitida por estas fuentes de luz en cada uno de los puestos de trabajo, usando un luxómetro. Una vez recopilada esta información fue procesada y analizada haciendo una descripción del estado actual de las fuentes de luz, de los niveles de iluminación encontrados y del grado de riesgo derivado de estas condiciones; este grado de riesgo se determinó con base en la normatividad vigente para identificar la cantidad de luxes óptimos para cada actividad y se hizo una comparación del nivel de luz encontrada y los estándares emitidos por el RETILAP y el RETIE.

Finalmente se realizó la propuesta técnico económica donde se presentan las alternativas de solución y las medidas de intervención a la problemática encontrada con su respectivo presupuesto. La propuesta seleccionada fue la que presentó menor valor, mejor ahorro de energía anual, mejor opción de cuidado al medio ambiente y a su vez la mejor opción de confort visual comparada con las otras propuestas.

¹Ministerio de Minas y Energía, Diario Oficial No. 47.937 de 29 de diciembre de 2010

*Proyecto de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico mecánicas .Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director de Proyecto: MBA. Juan Camilo Lesmez Peralta.

²Ministerio de Minas y Energía, Resolución 180540, 30 de marzo de 2010

ABSTRACT

TITLE:

EVALUATION, IDENTIFICATION, TECHNICAL AND ECONOMIC RISK ANALYSIS FOR LIGHTING CONDITIONS AND DESIGN OF A PROPOSAL TO IMPROVE ADMINISTRATIVE AREAS OF BUILDINGS I, II AND IPRED OF UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*³

AUTHOR:

MONICA ENTRALGO MALDONADO**

KEY WORDS:

Lighting level, risk lighting conditions, illuminance, color rendering, lux, light output, luminaires.

DESCRIPTION

This paper presents an assessment of the current state of the lighting conditions in the areas of administrative buildings I, II and IPRED at Industrial University of Santander and proposes alternative solutions or suggestions for improving the weaknesses of one form or another affect the performance of staff working in these areas, as established by Resolution 182544 of december 29, 2010⁴ and the Technical Regulations Lighting and Street lights⁵.

The first phase involved the collection of information about the physical state of each light source, location of luminaires features. Also we proceeded to perform the measurements of the amount of light (lux) emitted by these light sources in each of the jobs, using a light meter. After gathering this information was processed and analyzed by describing the current state of the light sources of light levels encountered and the degree of risk from these conditions; this degree of risk is determined based on current regulations to identify the optimal quantity for each activity lux and a comparison was made of the level of light and found the standards issued by the RETILAP and RETIE

Finally the technical economic proposal where alternative solutions and intervention measures to the problems found with their respective budget presented was performed. The selected proposal was the one with lower value, best annual energy savings, and better care option for the environment and in turn the best choice for visual comfort compared to other proposals.

*Degree Work

**Industrial University of Santander. Faculty of Physic Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: MBA. Juan Camilo Lesmez Peralta.

⁴ Ministry of Mines and Energy , Official Gazette No. 47937 of december 29, 2010

⁵ Ministry of Mines and Energy Resolution 180 540 , March 30, 2010

GLOSARIO

La mayoría de las definiciones que a continuación se presentan, se han realizado tomando como referencia la sección 120 del anexo general del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público⁶.

Absorción: termino general para referirse al proceso mediante el cual un flujo incidente se convierte en otra forma de energía, general y fundamentalmente en calor.

Acomodación: proceso mediante el cual el ojo cambia su distancia focal al mirar objetos colocados a diferentes distancias.

Adaptación: proceso mediante el cual el sistema visual se adapta a mayor o menor cantidad de luz o a la luz de un color diferente al que estaba expuesto durante el periodo inmediatamente anterior.

Alcance: característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en de alcance corto, medio o largo.

Angulo de apantallamiento de una luminaria: ángulo vertical medido desde el nadir, entre el eje vertical y la primera línea de visión para el cual la fuente de la luz desnuda no es visible.

⁶ NTC 900: REGLAS GENERALES Y ESPECIFICACIONES PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO (tercera actualización)
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA.

Campo visual: lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

Capacidad visual: es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino por medio del músculo ciliar.

Coeficiente de utilización (CU ó K): relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

Deslumbramiento: sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo.

Nota. La magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición y la luminancia de la fuente, el número de fuentes y la luminancia a la que los ojos están adaptados.

Efecto estroboscópico: ilusión óptica que ocasiona que un objeto iluminado por una bombilla de descarga sea visible a intervalos, dando la impresión de aparente inmovilidad. Este efecto ocurre cuando la velocidad a la que se mueve el objeto es múltiplo de los destellos periódicos de las bombillas.

Eficacia luminosa de una fuente: relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes por vatio.

Eficiencia de una luminaria: relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

Factor de absorción: relación entre el flujo luminoso absorbido por un medio y el flujo incidente.

Flujo Luminoso: cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen [lm].

Fuente luminosa: dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux [lx].

Índice de deslumbramiento unificado (UGR): es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

Índice de reproducción cromática (IRC): las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el “Índice de reproducción cromática” (IRC) ó CRI (Color Rendering Index). Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que se presentan iluminados por una luz de referencia. Los espectros de las bombillas incandescentes o de la luz del día contienen todas las radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática; se dice que tienen un IRC =100.

Índice de rendimiento de color (Ra): efecto de una fuente de luz sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo una fuente de luz de referencia. La forma en que la luz de una bombilla reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (Ra). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

Lúmen (lm): unidad de medida de flujo luminoso en el sistema internacional.

Luminancia (L): en un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado [cd/m^2].

Luminaria: aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): unidad de medida de iluminancia en el sistema internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado [lm/m^2].

Mantenimiento: <Del flujo luminoso> efecto de mantener o mantenerse, cuidar su permanencia. <Correctivo, preventivo> Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones puedan seguir funcionando adecuadamente.

Nadir: punto de la esfera celeste diametralmente opuesto a la intersección de la vertical de un lugar con la esfera celeste, por encima de la cabeza del observador. Es el punto exactamente opuesto al cenit.

Plano de trabajo: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

Reflexión: término general para el proceso mediante el cual el flujo incidente deja una superficie o medio desde el lado incidente sin cambios en la frecuencia.

Refracción: proceso mediante el cual la dirección de un rayo de luz cambia conforme pasa oblicuamente de un medio a otro en el que su velocidad es diferente.

Sistema de iluminación: componentes de la instalación de iluminación y sus interrelaciones para su operación y funcionamiento.

Tarea visual: actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación.

Temperatura de color (de una fuente luminosa): temperatura absoluta de un cuerpo negro radiador que tiene una cromaticidad igual a la de la fuente de luz. Se mide en kelvin (k).

Vida promedio (de un lote de fuentes luminosas): promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, de funcionamiento de un lote de fuentes luminosas, antes de que haya dejado de funcionar la mitad de dicho lote.

Vida útil (de una fuente luminosa): período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70% del flujo luminoso total.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones de trabajo se ven influenciadas directamente por la actividad productiva que se desarrolle, ya sea de forma positiva o negativa. Cuando estas condiciones son extremadamente desfavorables, se corre el riesgo de que los trabajadores se puedan enfermar o accidentar como consecuencia del trabajo realizado.

Actualmente, y con base en las normas establecidas para la iluminación, la división de salud ocupacional de la Universidad Industrial de Santander realiza estudios en los lugares de trabajo para conocer y mejorar sus condiciones. Estos tienen como fin determinar la cantidad y calidad de luz adecuadas, de tal manera que permita realizar labores con eficiencia y comodidad, además de optimizar la percepción de la información visual utilizada en el desarrollo del trabajo y conservar el nivel adecuado de rendimiento y calidad. De esta forma se busca garantizar una máxima seguridad en torno a los oficios y proporcionar un adecuado bienestar visual.

Precisamente, la salud de los trabajadores representa el punto de partida del subproceso de salud, seguridad e higiene ocupacional; en ese sentido, entre sus políticas corporativas las actividades deben realizarse dentro de las condiciones que permitan anticipar, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la salud y el bienestar de los trabajadores, sus familiares y de la comunidad en general.

Por tanto, el presente trabajo desarrolla el estudio del riesgo por iluminación, la evaluación y el desarrollo de una propuesta técnico económica que permita calcular y rediseñar la iluminación de los distintos puestos de trabajo, y además notificar los niveles de iluminación y de riesgo a los responsables de cada división de los edificios administrativos I, II e IPRED de la Universidad Industrial de Santander; para ello se llevó a cabo un diagnóstico inicial en donde se hizo un inventario de las luminarias existentes y el estado de éstas; determinadas las

condiciones actuales se procedió a realizar las mediciones del nivel de luz artificial en los puestos de trabajo a condiciones normales, para así determinar el grado de riesgo y las falencias en iluminación. Se hizo una contextualización teórica y legal en cuanto a iluminación con el fin de fundamentar la búsqueda y escogencia de las propuestas de mejora a las condiciones de iluminación inadecuadas.

Estas propuestas de mejora se hacen teniendo en cuenta las exigencias legales vigentes en cuanto a iluminación, ya que el flujo luminoso y las horas de vida útil son factores determinantes. Además se tuvo en cuenta el costo de la inversión y el énfasis en los beneficios que traería la implementación de estas propuestas.

1. JUSTIFICACIÓN

Dada la importancia de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo actualmente mencionadas en las normatividad, se ha dado la tarea de llevar a cabo la evaluación del riesgo por iluminación en distintas áreas de la Universidad Industrial de Santander.

Mediante el estudio o realización del diagnóstico de condiciones actuales se da a conocer que un gran porcentaje, como lo es el 44,1 % de los puestos de trabajo evaluados en las instalaciones del IPRED, edificios Administrativos I y II, presentan un alto riesgo por niveles de iluminación inadecuados, con lo cual se hace viable la realización de este estudio y se habilita la elaboración de una propuesta de mejora a las condiciones actuales de iluminación, haciendo no sólo una mejora técnica sino realizando a su vez la evaluación del costo beneficio que impliquen estas mejoras.

Como lo asegura la ley 9 de 1979⁷, en el artículo 82, en la cual dice que es indispensable para toda organización promover y asegurar la salud y seguridad de las personas, con este mismo propósito de garantizar el bienestar de los trabajadores asociados a estas áreas es que se da la iniciativa de este estudio, ya que se toma en consideración la jornada laboral y por tanto el tiempo de exposición que en condiciones normales es de 8 horas/día que este personal tiene por la iluminación existente.

Dado que el número de trabajadores expuestos en estas áreas a riesgo por iluminación asciende a 165, se considera como prioritario el formar parte de la iniciativa de tomar medidas, tanto preventivas como correctivas en el mejoramiento de los espacios de trabajo de las divisiones administrativas, ya que

⁷ CONGRESO DE COLOMBIA, Ley 9 de 1979 (Enero 24), DIARIO OFICIAL, AÑO CXV.N.35193, 5, FEBRERO, 1979.PÁG.373.

como dice el artículo 7º de la Resolución 2400 de 1979⁸, "todo local o lugar de trabajo debe contar con buena iluminación en cantidad y calidad, acorde con las tareas que se realicen", ya que actualmente se garantiza la luz en los espacios de trabajo pero ésta no es suministrada en las cantidades ni calidad necesarias para suplir los requerimientos visuales de cada tarea.

⁸ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, RESOLUCION 2400 DE MAYO 22 DE 1979.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis técnico y económico de las condiciones de iluminación existentes en los edificios administrativos I y II e IPRED, y trabajar en el diseño de una propuesta de mejora de las condiciones de iluminación, con el fin de mitigar los accidentes, riesgos y alteraciones en la salud de los trabajadores de estas instalaciones.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico inicial de las condiciones y características de iluminación en las áreas de los edificios administrativos I y II e IPRED.
- Ejecutar las mediciones de nivel de iluminación por luxometría en las áreas administrativas I y II e IPRED.
- Determinar el grado de riesgo por iluminación en los puestos evaluados.
- Estimar los costos inherentes al mejoramiento de los niveles de iluminación en las áreas evaluadas.
- Formular la propuesta técnico económica para el mejoramiento de los ambientes de trabajo y garantizar el cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Socializar los resultados de las actividades efectuadas a los responsables de estas áreas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las labores de oficina son actividades que requieren de un esfuerzo visual continuo, lo que puede conllevar a una disminución de la capacidad visual y una posterior disminución del rendimiento del trabajador, más aun cuando las condiciones del puesto de trabajo no cumplan con las especificaciones dadas por la GTC 8⁹, el RETILAP¹⁰ o demás normas técnicas colombianas relacionadas con los trabajos realizados en oficinas o espacios de trabajo cerrados.

Los edificios administrativos I e IPRED de la Universidad Industrial de Santander presentan estructuras antiguas y distribución de los puestos de trabajo no adecuados, ya que actualmente se han creado y aumentado las necesidades de espacio debido a los requerimientos de personal para dar cumplimiento a las tareas que se llevan a cabo en estas instalaciones, lo cual se ve reflejado en algunas de las divisiones en las cuales la falta de espacio e incomodidad del personal es evidente; asimismo se ha notado que la iluminación en estos puestos de trabajo no es la adecuada.

Debido a los cambios en las normas que rigen el trabajo y las condiciones en las que se deben realizar los trabajos que exigen de esfuerzo visual, se ha considerado necesario evaluar las condiciones y el riesgo por iluminación al cual está expuesto el personal administrativo de las áreas del IPRED, edificio Administrativo I y el edificio Administrativo II.

En la inspección y evaluación realizada a los edificios administrativos I, II e IPRED, el 44,1 % de los puestos de trabajo evaluados están en riesgo, lo cual significa

⁹ Norma Técnica Colombiana, Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo cerrados. 17 de agosto de 1994.

¹⁰ Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público, Ministerio de Minas y Energía, Resolución 180540, 30 de marzo de 2010

que existe una alta probabilidad de afectación a la salud manifestada en disminución de la capacidad visual de la persona, dolores de cabeza, incomodidad o molestias en los trabajadores. Todo esto pudiera traer como consecuencia un menor rendimiento laboral, accidentes, además de pérdidas económicas debidas a la baja productividad.

Entre la problemática que se consideró relevante están los deslumbramientos del personal debido a la ausencia de controles de entrada de luz natural, a las luminarias mal ubicadas y a las reflexiones de luz producidas por superficies reflectantes.

Asimismo, se evalúan las condiciones actuales de las luminarias con las que cuentan las instalaciones; estas condiciones son descritas en la tabla de datos de diagnóstico de los edificios Administrativos I, II e IPRED (ver anexo A.) donde se evalúan características de las luminarias como lo son el consumo de energía, el índice de reproducción del color, la temperatura del color y el estado en el que se encuentran; además se citan las observaciones pertinentes a cada luminaria citada, y se presenta la información de las luminarias por pisos de cada uno de los edificios evaluados.

La evaluación se consideró llevarla a cabo por pisos para facilitar el manejo de la información y poder elaborar un mejor informe de las condiciones, y de esta manera presentar la información de manera detallada.

Otro de los problemas detectados fue la falta de luminarias en cada uno de los puestos de trabajo, pues se ha observado que muchos de los puestos no poseen entrada de luz natural, sino que comparten luz de una luminaria cercana de otro puesto de trabajo, lo que lleva a un bajo nivel de iluminación.

Dentro de los requerimientos para una buena iluminación está también el plan de mantenimiento de las luminarias y de los puntos de acceso de luz natural; este factor es muy importante pues en varios de los puestos evaluados se encontraron tubos de las lámparas fundidos y la ausencia de alguno de estos, lo cual en el momento de llevar a cabo la medición del nivel de iluminación se ve reflejado en un nivel deficiente de luz.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

“La UIS, institución oficial, del orden departamental, está encaminada fundamentalmente a la formación del hombre, mediante la generación y difusión del saber en sus diversas ramas. Como institución académica de educación superior enmarca su estructura organizacional en torno a los saberes en cinco facultades: Ingenierías Físico mecánicas, Ingenierías Físico químicas, Ciencias, Salud y Humanidades. Estas a su vez conjugan los campos del conocimiento en actividades que constituyen las funciones misionales centradas en la docencia, la investigación y la extensión”¹¹.

- Razón Social: Universidad Industrial de Santander
- NIT: 890201213 – 4
- Municipio: Bucaramanga
- Dirección: Calle 9 Carrera 27

3.1.1 MISIÓN La universidad cuenta con la siguiente misión que describe la razón de ser de la institución:

¹¹ Santander, U. I. (5 de Septiembre de 2014). <http://www.uis.edu.co>. Recuperado el 5 de Septiembre de 2014 , de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/presentacion.html>

“La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.”¹²

¹² Universidad Industrial de Santander, Presentación Institucional, de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/index.html>, 5 de septiembre de 2014.

3.1.2 EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN I El edificio cuenta con cuatro pisos y un sótano en donde se realizan actividades netamente de oficina, cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en el costado oriental del campus central de la Universidad Industrial de Santander. En el anexo B. Planos Administrativo I, se puede observar la distribución de oficinas en los diferentes pisos del edificio. La figura 1 permite identificar por el costado norte la entrada al edificio.

Figura 1. Edificio Administración I



Las dependencias que se encuentran en este edificio son:

PISO 4

- Planeación.
- TELEUIS Comunicaciones.
- TELEUIS Prensa.
- Desarrollo Humano Organizacional.

PISO 3

- Rectoría.
- Secretaría General.

PISO 2

- División de Recursos Humanos.
- Vicerrectoría Académica.
- División de Recursos Humanos Sede II.
- División Financiera.

PISO 1

- Vicerrectoría Administrativa.
- Dirección de Admisiones y Registro Académico.

PISO 0 – SÓTANO

- División Financiera.
- Contabilidad.
- Tesorería.

3.1.3 EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

El edificio cuenta con cinco pisos, una salida principal y dos que se comunican con el IPRED; en este edificio se llevan a cabo tareas de oficina. Las instalaciones se encuentran ubicadas en el costado oriental del campus central de la Universidad Industrial de Santander. En el anexo C. Planos de administrativo II, encontramos la distribución de las diferentes áreas en los pisos. En la figura 2. se muestra la identificación del acceso al edificio en una toma desde el costado occidental del mismo.

Figura 2. Edificio de Administración II 1



Las dependencias que se encuentran en este edificio son:

PISO 5

Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

- Direcciones de Investigación y Extensión de Facultad.
- Sala de Reuniones de Vicerrectoría de Investigación y Extensión.
- Vicerrector de Investigación y Extensión, Dirección de Transferencia de Conocimiento.
- Cafetería.

PISO 4

- Vicerrectoría de Investigación y Extensión.
- Revistas Institucionales.
- Coordinación de Programas y proyectos.
- Dirección de Posgrados.
- Coordinación de Programas y proyectos.
- Dirección de Posgrados.

- Revistas Institucionales.
- Cafetería.

PISO 3

- Subdirección Administrativa.
- Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.
- Subdirección Administrativa.
- Tutores.
- Sala Virtual de Aprendizaje SAVIA.
- Sistemas.
- Cafetería.

PISO 2

- Proyectos Especiales Vicerrectoría Administrativa.
- Dirección de Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.
- Dirección de Control Interno y Evaluación de Gestión.
- Dirección de Control Interno y Evaluación de Gestión.
- Dirección de Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.
- Sistema de Gestión de Calidad.

PISO 1

- Relaciones Exteriores.
- Dirección de Contratación y Proyectos de Inversión.
- Dirección de Contratación y Proyectos de Inversión.

- Sala de Reuniones Dirección de Contratación y Proyectos de Inversión.
- Relaciones Exteriores.

3.1.4 EDIFICIO DEL IPRED El edificio cuenta con tres pisos y un sótano, dos salidas principales y dos que se comunican con Administración II, en donde se realizan actividades de impresión y copiado en el área de publicaciones además de tareas de oficina y archivo en las demás dependencias; Las instalaciones se encuentran ubicadas en el costado nororiental del campus central de la Universidad Industrial de Santander. En el anexo D. Planos edificio IPRED, se encuentra la distribución por pisos de las áreas administrativas presentes en éste. En la figura 3. se observa uno de los accesos al edificio y parte de la fachada de la entrada principal.1

Figura 3. Edificio IPRED



Las dependencias que se encuentran en este edificio son:

PISO 3

- Subdirección Académica.
- Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.
- Coordinación Tecnología Agropecuaria y Producción Agroindustrial.
- Coordinación Tecnología Agroindustrial.
- Tecnología Gestión Judicial Criminalística.
- Coordinación Tecnología en Regencia de Farmacia.

- Secretaría Tecnología en Regencia de Farmacia.
- Sala de Consejo de Programas.
- Coordinación Tecnología y Gestión Empresarial.
- Oficina de Registro Académico.
- Auditorio.
- Salón de Audiovisuales.

PISO 2

- Desarrollo Del Talento Humano.
- Programa Salud Ocupacional.
- CEDEUIS.
- Cafetería.
- Sala de informática.
- Oficina de atención.
- Sala de producción de tv.
- Sala de reuniones.

PISO 1

- Publicaciones.
- Diseño y Pre prensa.
- Corte.
- Fotomecánica.
- Sótano
- Dirección de Certificación y Gestión Documental.
- Archivo.
- Laboratorio de Microfilmación.
- Almacén Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.
- Centro de Documentación e Investigación Histórica Regional Santander CDIHR.

- Sala Jorge Zalamea.
- Asesoría Jurídica.

4. METODOLOGÍA

En la realización del proyecto se planteó seguir las siguientes etapas:

- 1) Recopilación bibliográfica.
- 2) Obtención de datos e información necesarios.
 - Elaboración de formatos para la toma de datos de las fuentes de iluminación.
 - Medición de los niveles de iluminación.
 - Diagnóstico de condiciones de iluminación.
- 3) Análisis e interpretación de los datos obtenidos.
 - Evaluación, determinación del riesgo por condiciones de iluminación.
- 4) Elaboración de la propuesta técnico económica.
 - Formulación de las diferentes medidas de intervención y control para la solución de la problemática referente a la iluminación.
- 5) Socialización de las propuestas y conclusiones del proyecto a los responsables del mejoramiento de estas áreas.

Cada una de las etapas es descrita a continuación:

Tabla 1. Metodología

ETAPA	DESCRIPCIÓN
RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	En esta primera etapa se llevó a cabo la documentación y búsqueda de información relacionada con temas afines a la iluminación de espacios de trabajo como las oficinas o espacios de trabajo cerrados, artículos, manuales de equipos, normatividad vigente y catálogos comerciales de las luminarias.
OBTENCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN	La información acerca de las luminarias se obtuvo a través de visitas a las instalaciones de trabajo en donde se observaron y evaluaron las condiciones tales como la posición de las luminarias, la cantidad y referencia, tomando nota además del estado de las luminarias. Luego se hace una recopilación de la información y se procede a hacer las mediciones en los puntos considerados críticos, éstos puntos corresponden a aquellos lugares en donde se consideró necesario la verificación del nivel de iluminación existente.

TABLA 1. Metodología (Continuación)

<p>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS</p>	<p>Después de recolectar los datos de las mediciones se procede a tabularlos y a hacer la evaluación del riesgo, también se procede a graficar los porcentajes de condiciones obtenidos.</p>
<p>ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA</p>	<p>Este es un trabajo conjunto de apoyo con el director del proyecto y los tutores, expertos en mejorar las condiciones de iluminación de modo que se pueda aplicar el uso de la ingeniería y de esta manera formular las propuestas que respondan a las necesidades de las personas que trabajan en estos espacios. Este trabajo se hizo contando con la asesoría de los diferentes proveedores quienes dieron una noción de precios y especificaciones técnicas recomendadas para tal fin, de manera que se tenga una amplia gama de posibilidades de mejora a estas instalaciones y escoger la propuesta que dé mejor costo beneficio.</p>
<p>SOCIALIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS</p>	<p>Realizar una exposición completa de las mejores opciones o propuestas viables que dan solución a la falta o exceso de luz existentes en los espacios de trabajo de las áreas administrativas de la Universidad Industrial de Santander.</p>

4.1 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO

La metodología utilizada en la evaluación de niveles de iluminación cumple con las indicaciones de la Guía Técnica Colombiana GTC 8¹³ (Electrotecnia, principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en

¹³ Norma Técnica Colombiana, 17 de agosto de 1994.

espacios cerrados), del RETIE¹⁴ y de la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.¹⁵

4.1.1 Etapas del estudio

- 1) Visita a las instalaciones realizando observación de las condiciones de iluminación referidas a la caracterización de las luminarias utilizadas, su estado, ubicación, tipo de iluminación y la existencia de controles en caso de entrada de luz natural. Esta información se muestra en el Anexo A denominado TABLAS DE DATOS DIAGNÓSTICO EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS I ,II e IPRED
- 2) Evaluaciones del nivel de iluminación sobre el plano de trabajo, teniendo en cuenta la posición donde se encuentran los diferentes elementos de la tarea, en la posición habitual del trabajador y en la superficie o punto que es más utilizado en cada escritorio. Comparación de los niveles de iluminación obtenidos con los valores permitidos según la normatividad vigente. Análisis, calificación y determinación del nivel de riesgo. Estos datos se pueden ver en el Anexo E o TABLAS DE DATOS MEDICIONES DE ILUMINACIÓN
- 3) Entrevistas estratégicas al personal recibiendo sugerencias e inquietudes por las condiciones actuales de iluminación.

¹⁴ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013. Diario oficial 48904 del 5-9-13

¹⁵ COLOMBIA, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 22 de mayo de 1979.

4.1.2 Equipo utilizado y técnica.¹⁶ Para cuantificar los niveles de iluminación se utilizó un monitor portátil digital llamado Luxómetro, marca EXTECH INSTRUMENTS, HD 450-LX-003-IL seriales 130622492, con una precisión de +/- 5 %. El instrumento se calibra de manera automática antes de cada evento de monitoreo. En la figura 4. muestra una imagen del equipo.

Figura 4. Luxómetro



Para compensar el posible error debido a la precisión del instrumento cuando se especifica un valor mínimo, se agrega un 5 % a los resultados, y cuando se especifica un valor máximo, se resta un 5 % a los resultados. Por ejemplo, si se obtuvo un promedio de 480 luxes en una oficina donde el requisito mínimo es de 500 luxes, una compensación de error del 5 %, o 24 luxes, se añade al valor de 480 lux, dando un total de 504 luxes, valor que está dentro del mínimo aceptable. En el anexo F. se encuentra el certificado de calibración del luxómetro utilizado para las mediciones de luz.

Cuando se realicen las mediciones, el instrumento debe descansar sobre la superficie a ser evaluada con el sensor de luz hacia arriba. En el caso de las mediciones de área, el equipo se dispondrá en posición horizontal (1 m por encima del nivel del suelo) con el sensor de luz hacia arriba. Se debe tener cuidado de no cubrir las células foto sensibles, ya que esto daría lugar a una

¹⁶ Procedimiento para la medición de iluminación en los ambientes de trabajo, Mayo de 2011, pág. 2.

lectura errónea. En el Anexo G. Manual luxómetro EXTECH se puede verificar la forma correcta de utilización de este instrumento. Si las mediciones se realizan en una zona iluminada de manera uniforme, lo cual es muy raro, se podrían seleccionar cuatro posiciones aleatorias. En todos los demás casos, los cuatro puntos (o grupos de cuatro puntos si es necesario) deben ser seleccionados de modo que el promedio sea representativo del nivel de iluminación.

5. DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RIESGO

La importancia del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo ha venido creciendo de manera significativa debido a las diversas patologías y accidentes de trabajo ocasionados por las inadecuadas condiciones y medio ambiente en los puestos de trabajo que las organizaciones proporcionan a sus trabajadores; de igual forma, a la legislación nacional y las normas internacionales que nos abarcan, es por esta razón que nacen los programas preventivos a fin de beneficiar la salud física y mental del trabajador durante la ejecución de las actividades diarias realizadas en el entorno laboral. De esta manera se establece el programa de higiene industrial encaminado a la prevención de riesgos físicos como las condiciones de iluminación, ruido y demás medidas que buscan garantizar las condiciones idóneas en los puestos de trabajo. Además, cabe considerar el poder hacer que estos espacios de trabajo se transformen en un entorno atractivo y variado, ya que los resultados de las organizaciones pocas veces se vincula a las condiciones de los puestos de trabajo y estas están directamente contribuyendo al crecimiento organizacional, a la productividad y las condiciones en la salud de los trabajadores.

Este procedimiento no se lleva a cabo solo para determinar qué cantidad de luz es la que está presente en cada puesto de trabajo, sino para garantizar calidad de luz durante las jornadas, se podría llegar a decir que a lo largo del día estas condiciones de iluminación pueden estar variando y afectando la eficiencia .

Dado un 44,1 % de deficiencia en las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo de los edificios administrativos de la Universidad Industrial de Santander, se genera gran preocupación por la cantidad de personal administrativo que a diario está expuesto a malas condiciones de iluminación y por

lo tanto presenta un alto riesgo de sufrir enfermedades laborales y accidentes dentro de estas áreas.

Este dato de deficiencia es el total hallado en la evaluación cuantitativa del nivel de luz en cada una de las áreas y divisiones administrativas, a continuación se verá en detalle el porcentaje de contribución de cada área y lo que permitirá dar prioridad a las necesidades de adecuación de estas áreas, los datos de las mediciones para llegar a estos porcentajes están contenidos en las tablas de mediciones de cada una de las áreas (ver Anexo E. tablas de mediciones)

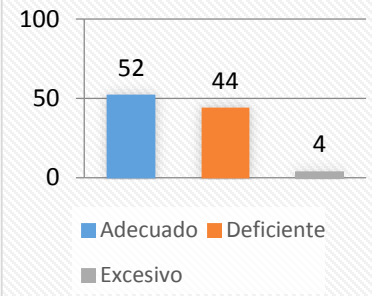
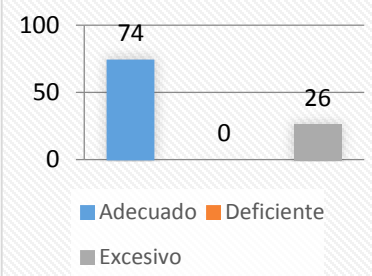
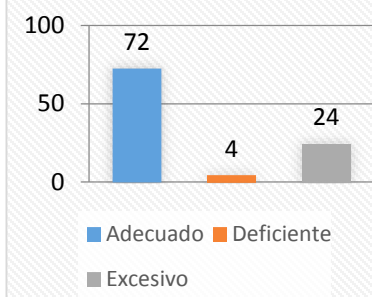
5.1 NIVEL DE ILUMINACIÓN EN EL ÁREA DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO 1

En la tabla 2. se muestra el resumen de las divisiones o departamentos que hacen parte del edificio administrativo 1, acompañado de una gráfica que muestra el nivel de iluminación encontrado y los porcentajes de iluminación correspondientes.

Tabla 2. Nivel de iluminación área administrativo I

AREAS EVALUADAS	# DE PUNTOS	NIVEL DE ILUMINACION (%)	NIVEL DE ILUMINACION POR PISO
Vicerrectoría administrativa	15	Adecuado: 73,3 % Deficiente: 0 % Excesivo: 26,7 %	<p>Nivel de Iluminacion primer piso</p> <p>100 0</p> <p>78 11 11</p> <p>■ Adecuado ■ Deficiente ■ Excesivo</p>
Admisiones	22	Adecuado: 81,8 % Deficiente: 18,2 % Excesivo: 0 %	

TABLA 2.NIVEL DE ILUMINACIÓN ÁREA ADMINISTRATIVO 1(Continuación)

<p>Vicerrectoría académica</p> <p>División financiera</p> <p>Recursos humanos</p>	<p>12</p> <p>15</p> <p>23</p>	<p>Adecuado: 58 % Deficiente: 38 % Excesivo: 4 %</p> <p>Adecuado: 73 % Deficiente: 20 % Excesivo: 7 %</p> <p>Adecuado: 35 % Deficiente: 65 % Excesivo: 0 %</p>	<p>Nivel de iluminacion segundo piso</p>  <table border="1"> <caption>Nivel de iluminacion segundo piso</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adecuado</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Excesivo</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Valor	Adecuado	52	Deficiente	44	Excesivo	4
Categoría	Valor										
Adecuado	52										
Deficiente	44										
Excesivo	4										
<p>Secretaria general</p> <p>Rectoría</p> <p>Vicerrectoría académica</p>	<p>9</p> <p>6</p>	<p>NO SE EVALUARON PUNTOS</p> <p>Adecuado: 89 % Deficiente:----- Excesivo: 11 %</p> <p>Adecuado: 40 % Deficiente:----- Excesivo: 60 %</p>	<p>Nivel de iluminacion tercer piso</p>  <table border="1"> <caption>Nivel de iluminacion tercer piso</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adecuado</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Excesivo</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Valor	Adecuado	74	Deficiente	0	Excesivo	26
Categoría	Valor										
Adecuado	74										
Deficiente	0										
Excesivo	26										
<p>Planeación</p> <p>Comunicaciones</p> <p>Seguridad y Salud Ocupacional</p> <p>Teleuis</p>	<p>17</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>2</p>	<p>Adecuado: 76 % Deficiente: 18 % Excesivo: 6 %</p> <p>Adecuado: 50 % Deficiente:-- % Excesivo: 50 %</p> <p>Adecuado: 50 % Deficiente:-- % Excesivo: 50 %</p> <p>Adecuado: 99 % Deficiente:-- % Excesivo: 1 %</p>	<p>Nivel de iluminacion cuarto piso</p>  <table border="1"> <caption>Nivel de iluminacion cuarto piso</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adecuado</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Excesivo</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Valor	Adecuado	72	Deficiente	4	Excesivo	24
Categoría	Valor										
Adecuado	72										
Deficiente	4										
Excesivo	24										

Las condiciones de iluminación encontradas en el edificio administrativo 1 en general se consideran buenas pero es necesario replantear algunos de los puntos evaluados, lo que hace que este edificio contribuya al porcentaje de mala iluminación es la luz natural excesiva, y las luminarias antiguas y a su vez lo mal ubicadas que se encuentran algunas de estas fuentes de iluminación, pues estas instalaciones cuentan con persianas y black out como dispositivos de control de entrada de luz natural pero muchos de los funcionarios y trabajadores de estas áreas prefieren el uso de esta luz natural y mantener apagadas las luminarias hasta que ya sean muy necesarias. El piso que presenta condiciones más críticas es el segundo, en el área de recurso humano ya que casi el 50 % del personal de estas áreas está prácticamente a oscuras, ya que el cambio de las luminarias fundidas no se hace oportunamente y muchas de las luminarias se encuentran mal ubicadas; esto hace que no en todos los puestos de trabajo se cuente con una luminaria sino que en estos puestos se recibe la luminosidad de una fuente cercana. Además el área de archivo de recurso humano presenta condiciones de iluminación pésimas ya que las luminarias que ahí, se encuentran ubicadas de forma perpendicular a los estantes, con lo cual la luz emitida por las lámparas es desperdiciada y tapada por la alta estantería. Otra de las problemáticas observadas en el área de recurso humano fue un gran tubo del aire acondicionado que va por toda la mitad del techo del área, lo que hace que en este espacio no se puedan instalar luminarias, como se puede observar en la FIGURA 5.

Figura 5. Tubería del aire acondicionado



El tubo del aire acondicionado no permite la instalación de más luminarias

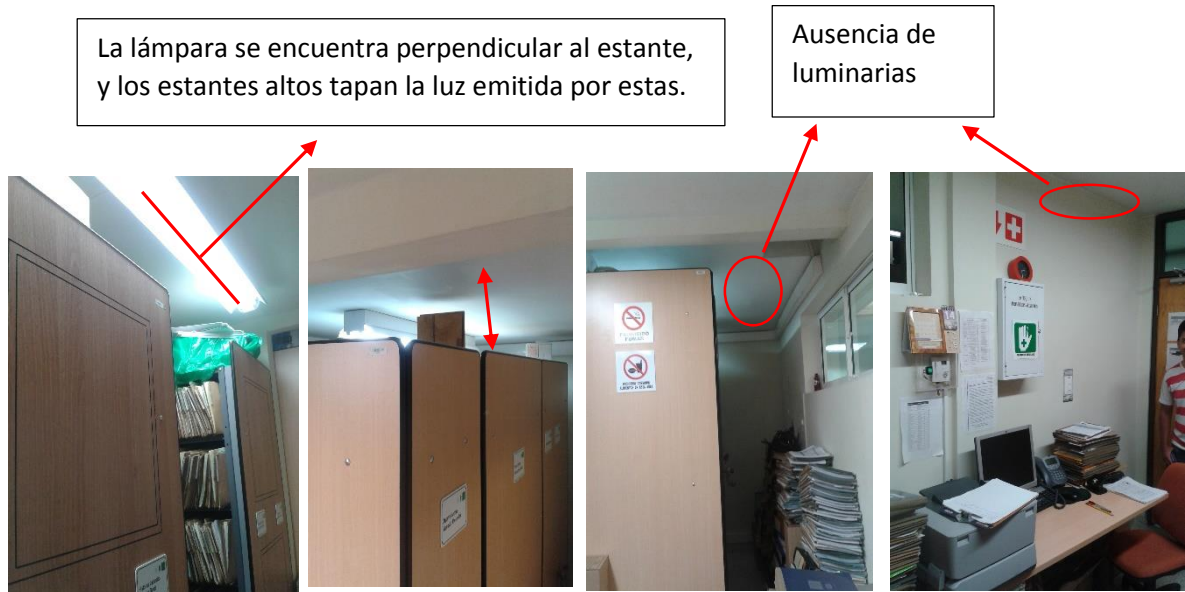
Muchas de las luminarias encontradas en esta área se encontraban fundidas al momento de la revisión o si había de 3 o 4 tubos fluorescentes, 2 o 3 de ellos se encontraban en mal estado como se puede observar en la figura 6.

Figura 6.Luminarias en mal estado



La situación más crítica fue la observada en el área de recurso humano en la oficina de archivo donde había personal que realiza trabajo de escritorio pero la luz suministrada en esta área es deficiente, como se podrá observar en la ilustración 7, donde se observa la ausencia de luminarias en esta área de la división y donde las pocas luminarias existentes se encuentran mal ubicadas.

Figura 7. Área de archivo



Según la normatividad la iluminación en áreas de archivo debe ser de 200 luxes y para el trabajo en escritorio o de oficina debe ser mínimo de 300 luxes, el óptimo es de 500 luxes y esta área presento un nivel de iluminancia de 312 luxes, con lo cual se ratifica el nivel de iluminación está muy cercano al mínimo y se hace evidente el riesgo por iluminación que corren los trabajadores de esta área.

5.2 NIVEL DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO IPRED

El área del IPRED presenta una pésima condición de iluminación en tres de los pisos que lo conforman con un alto porcentaje de deficiencia y de luz excesiva, lo que lleva a constantes quejas y reclamaciones por parte del personal que realiza continuamente labores en estos espacios, como por ejemplo el área del sótano en el que se determinó que solo un 26 % de los puestos de trabajo está en condiciones adecuadas para la realización de tareas lo cual significa que el personal está expuesto a gran cantidad de accidentes, es decir no tienen un espacio adecuado para la realización de sus actividades.

Se considera que la iluminación de estos pisos del IPRED cuenta con luminarias en desuso, y estas no están cumpliendo bien su función, por encontrarse gastadas y debido al crecimiento de la universidad y la creación de nuevos puestos dentro de estas áreas; generando fallas en las condiciones de iluminación y se ve afectada la ergonomía del puesto de trabajo.

El área de archivo histórico ubicado en el sótano de este edificio presenta condiciones paupérrimas en iluminación debido a que las luminarias se encuentran ubicadas en forma paralela sobre los estantes los cuales son muy altos(miden 2,5 m) y los libros y documentos que allí se archivan quedan bajo las lámparas lo que obstaculiza la luz emitida por dichas fuentes, además se consideró que son insuficientes las luminarias instaladas y que en algunos casos se hace uso de bombillos ahorradores los cuales emiten menor cantidad de luz y ésta cubre menos área. En la figura 8. se puede observar la posición de las luminarias y la estantería que cubre la luz emitida por éstas.

Lámpara ubicada sobre el estante de libros y se encuentra fundida

Luz mal ubicada

Figura 8. Estantería en archivo histórico



En el segundo piso o sala de profesionales se hizo evidente las molestias por parte de los trabajadores de esta zona pues los deslumbramientos allí son en todo momento como consecuencia de la presencia de superficies reflectantes sobre los escritorios y las luminarias existentes no poseen algún dispositivo que bloquee el deslumbramiento producido por las luminarias, ya que estas se encuentran muy cercanos a los trabajadores. La situación anteriormente descrita se puede ver en la FIGURA 9.

Figura 9. Iluminación sala de profesionales



En el anexo E. se presentan los niveles de iluminación encontrados en cada uno de los pisos de este edificio con su respectivo grado de riesgo encontrado.

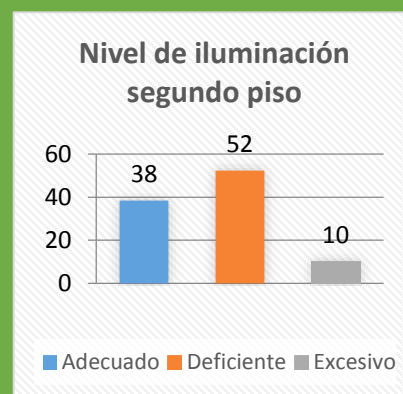
En la tabla 3. se presenta un resumen del nivel de iluminación en cada piso del área del IPRED.

Tabla 3. Nivel de iluminación edificio IPRED

ÁREAS EVALUADAS	# DE PUNTOS	NIVEL DE ILUMINACIÓN (%)	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
CERTIFICACIONES	27	Adecuado: 22 % Deficiente: 37 % Excesivo: 41 %	<p>Nivel de Iluminación sótano</p> <p>Bar chart showing the distribution of lighting levels in the basement. The y-axis represents the number of points, ranging from 0 to 100. The x-axis categories are Adequado (blue), Deficiente (orange), and Excesivo (grey). The values are: Adequado: 26, Deficiente: 43, Excesivo: 31.</p>
ARCHIVO HISTÓRICO	8	Adecuado: 37 % Deficiente: 63 % Excesivo: 0 %	
PUBLICACIONES	12	Adecuado: 58 % Deficiente: 33 % Excesivo: 9 %	<p>Nivel de iluminación primer piso</p> <p>Bar chart showing the distribution of lighting levels on the first floor. The y-axis represents the number of points, ranging from 0 to 100. The x-axis categories are Adequado (blue), Deficiente (orange), and Excesivo (grey). The values are: Adequado: 60, Deficiente: 25, Excesivo: 15.</p>
BODEGAS IPRED	8	Adecuado: 62 % Deficiente: 13 % Excesivo: 25 %	

Tabla 4. Nivel de iluminación edificio IPRED (Continuación)

CEDEDUIS	10	Adecuado: 50 % Deficiente: 40 % Excesivo: 10 %									
TELEUIS-ESTUDIO	8	Adecuado: 38 % Deficiente: 62 % Excesivo: 0 %									
LIQUIDACIONES	6	Adecuado: 33 % Deficiente: 34 % Excesivo: 33 %									
DIV.FINANCIERA	4	Adecuado: 25 % Deficiente: 75 % Excesivo: 0 %									
RELACIONES EXTERIORES	NO SE EVALUARON PUNTOS										
CARTERA	3	Adecuado: 67 % Deficiente: 0 % Excesivo: 33 %									
DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO	8	Adecuado: 25 % Deficiente: 75 % Excesivo: 0 %									
IPRED	24	Adecuado: 92 % Deficiente: 0 % Excesivo: 8 %	<p>Nivel de iluminación Tercer piso</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adecuado</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Excesivo</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Adecuado	92	Deficiente	0	Excesivo	8
Categoría	Porcentaje										
Adecuado	92										
Deficiente	0										
Excesivo	8										



5.3 NIVEL DE ILUMINACIÓN EDIFICIO ADMINISTRATIVO II

Las áreas de trabajo del edificio administrativo II presentan cifras críticas en cuanto a las condiciones de iluminación producidas por la falta de luminarias, mala ubicación de luminarias y además la entrada excesiva de luz natural en algunas de las oficinas. En la tabla 4. se hace un resumen de los porcentajes de iluminación hallados en cada una de las dependencias de este edificio.

Tabla 5. Nivel de iluminación área administrativo II

ÁREAS EVALUADAS	# DE PUNTOS	NIVEL DE ILUMINACIÓN (%)	NIVEL GLOBAL DE ILUMINACIÓN POR PISO						
RELACIONES EXTERIORES	11	Adecuado: 27 % Deficiente: 73 % Excesivo: 0 %	<p>Nivel de Iluminación primer piso</p> <table border="1"> <tr> <td>Adecuado</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Excesivo</td> <td>3</td> </tr> </table>	Adecuado	61	Deficiente	36	Excesivo	3
Adecuado	61								
Deficiente	36								
Excesivo	3								
CONTRATACIÓN	20	Adecuado: 80 % Deficiente: 15 % Excesivo: 5 %							

TABLA 4. NIVEL DE ILUMINACIÓN AREA ADMINISTRATIVO 2. (Continuación).

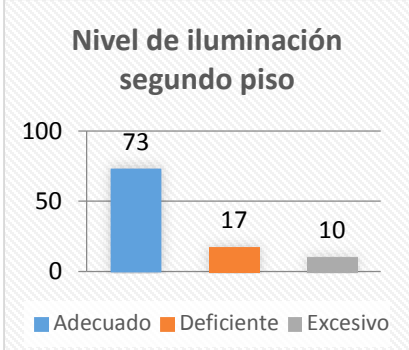
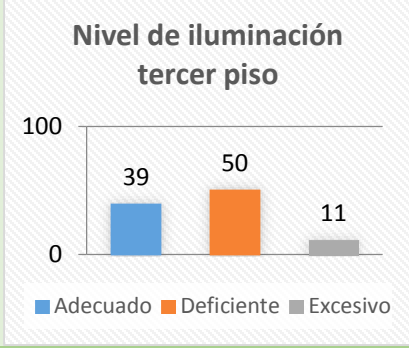
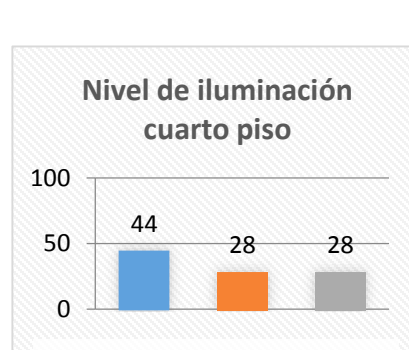
DIRECCIÓN IPRED CALIDAD HSEQ CONTROL INTERNO	8	Adecuado: 63 % Deficiente: 12 % Excesivo: 25 %	Nivel de iluminación segundo piso 
	7	Adecuado: 57 % Deficiente: 43 % Excesivo: 0 %	
	14	Adecuado: 86 % Deficiente: 7 % Excesivo: 7 %	
TUTORES OFICINA IPRED SISTEMAS	9	Adecuado: 33 % Deficiente: 56 % Excesivo: 11 %	Nivel de iluminación tercer piso 
	7	Adecuado: 57 % Deficiente: 29 % Excesivo: 14 %	
	2	Adecuado: 1 % Deficiente: 99 % Excesivo: 0 %	
REVISTAS DIRECCIÓN DE POSGRADOS COORDINACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS	13	Adecuado: 46 % Deficiente: 31 % Excesivo: 23 %	Nivel de iluminación cuarto piso 
	5	Adecuado: 40 % Deficiente: 20 % Excesivo: 40 %	
	14	Adecuado: 43 % Deficiente: 29 % Excesivo: 28 %	

TABLA 4. NIVEL DE ILUMINACIÓN AREA ADMINISTRATIVO 2. (Continuación)

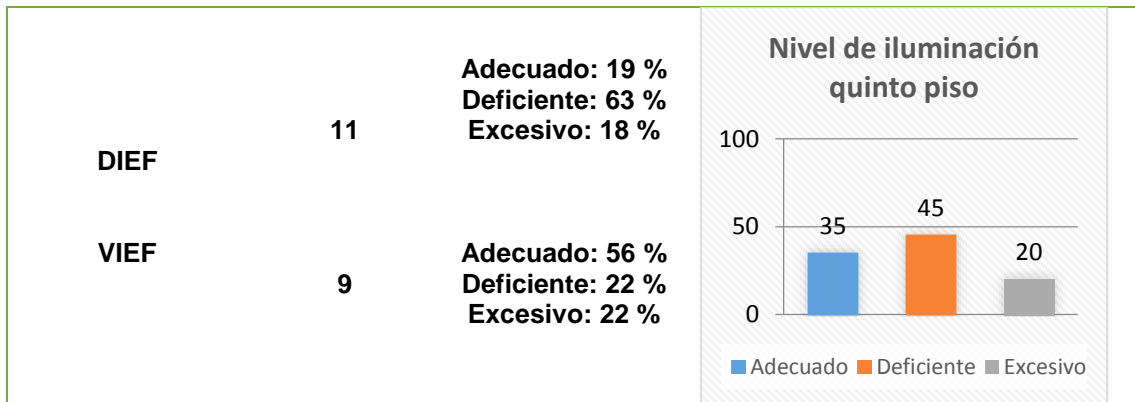
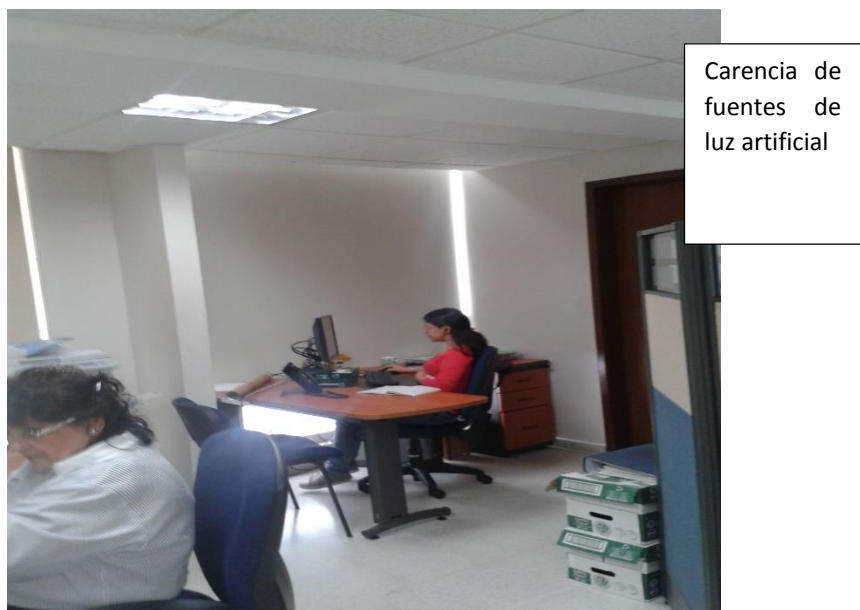


Figura 10. Ubicación de luminarias



En la ilustración 10. se puede observar que la entrada de luz natural es bloqueada por una pantalla black out y la luminaria está alejada del puesto de trabajo quedando a oscuras.

Situaciones críticas de iluminación evidenciadas en el quinto piso, ya que aunque muchos de los puestos cuentan con luminarias, la luz emitida por estas resulta

insuficiente o están alejadas del puesto de trabajo. Otra problemática común en este edificio es la fuerte cantidad de luz que entra por los ventanales ya que muchos de los puestos de trabajo reciben de frente esta luz provocando molestias y deslumbramientos. En este piso es preocupante la situación actual de sus trabajadores ya que el 65 % de los puestos no cumplen con una buena iluminación, estos porcentajes corresponden a un 45 % de iluminación deficiente y el 20 % de mala condición por exceso de nivel de luz.

Tanto el tercero, cuarto como el quinto piso requieren de un reacondicionamiento de los sitios destinados a cumplimiento de trabajos de oficina donde la exposición diaria a estas malas condiciones tiene repercusión en el estado de ánimo de los trabajadores como en el rendimiento y productividad de los mismos, pues muchos manifestaban que evadían las horas de mayor cantidad de luz, lo cual se evidenciaba a través de las visitas realizadas a estas oficinas pues muchos de los puestos con malas condiciones de iluminación se encontraban desocupados a la hora de la evaluación.

En el anexo E se encuentran las mediciones realizadas en cada uno de los pisos de este edificio y el nivel de iluminación encontrado.

6. MARCO LEGAL

- Resolución 2400 de 1979. Estatuto de Seguridad Industrial “por el cual se establecen disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en los establecimientos de trabajo”.¹⁷
- Decreto 1443 de 2014, “por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)”.¹⁸
- Resolución 182544 de 2010, “por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes luminosas y se dictan otras disposiciones.”¹⁹
- Decreto 614 de 1984: “determina las bases de organización y administración gubernamental y, privada de la Salud Ocupacional en el país, para la posterior constitución de un Plan Nacional unificado en el campo de la prevención de los accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo y en el del mejoramiento de las condiciones de trabajo”.²⁰
- Ley 9 de 1979 Art: 80.²¹ para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones. La presente ley establece normas tendientes a:
 - a) Prevenir todo daño para la salud de las personas, derivado de las condiciones de trabajo.

¹⁷ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, Mayo 22 DE 1979.

¹⁸ COLOMBIA, MINISTERIO DEL TRABAJO, 31 DE JULIO DE 2014.

¹⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, DICIEMBRE 29 DE 2010.

²⁰ COLOMBIA, MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL, Diario Oficial 36561 del 14 de marzo de 1984.

²¹ CONGRESO DE COLOMBIA, Diario Oficial No. 35308, del 16 de julio de 1979

- b) Proteger a la persona contra los riesgos relacionados con agentes físicos, químicos, biológicos, orgánicos, mecánicos y otros que pueden afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo.
 - c) Eliminar o controlar los agentes nocivos para la salud en los lugares de trabajo.
 - d) Proteger la salud de los trabajadores y de la población contra los riesgos causados por las radiaciones;
 - e) Proteger a los trabajadores y a la población contra los riesgos para la salud provenientes de la producción, almacenamiento, transporte, expendio, uso o disposición de sustancias peligrosas para la salud pública.
-
- GTC 8: Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados²²
 - ISO 8995/CIE S 008: 2003 (Publicada por la ISO y la CIE, 2002) ILUMINACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO EN INTERIORES²³
 - RETILAP, establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público²⁴
 - RESOLUCIÓN 181568 DE 2010, " Por la cual se hacen unas aclaraciones y modificaciones al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP-y se dictan otras disposiciones."²⁵

²² NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, 17 de agosto de 1994.

²³ Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2002/ CIE S 008-2001, IDT

²⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA ;diario oficial No.47.937 de Diciembre 29 de 2010

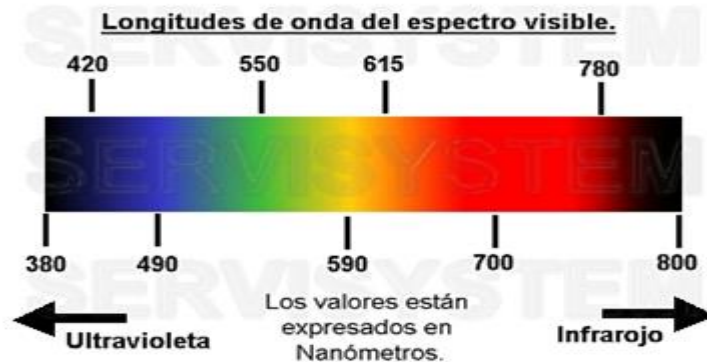
²⁵ COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Septiembre 1 de 2010.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Luz: La luz es el elemento esencial de nuestra capacidad de ver, motivo por el cual ésta se convierte en el tipo de energía más importante que utiliza cualquier persona, además de tener como característica principal su propagación en línea recta a través de radiaciones. Existe un infinito número de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, manifestarse, entre otras. Sin embargo, la clasificación más utilizada es la que se basa en las longitudes de onda, en donde los límites visibles para el ser humano van desde los 380 nm para el color violeta hasta los 780 nm el color rojo; y fuera estos límites, el ojo no percibe ninguna clase de radiación. En la figura 11. Se observan algunas longitudes de onda y su respectivo color en el espectro visible.

Figura 11. Longitudes de ondas



Fuente: Biofísica de la percepción: luz

Iluminación. Es el flujo luminoso por unidad de superficie. Cuando la luz emitida pasa por una fuente incide sobre una superficie, se dice que esta se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso.

TIPOS DE ILUMINACIÓN²⁶

- **Luz Natural:** su fuente principal es el sol. No utilizable en su totalidad por deslumbramiento, condiciones meteorológicas, horas del día, contaminación atmosférica.
- **Luz Artificial:** muchas veces reemplaza totalmente a la natural, bien sea por el horario o por las características del local. La electricidad se transforma en flujo luminoso.

7.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN O LUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS

a) Niveles de iluminación: En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la tabla 5. adaptados de la Norma ISO 8995 “principios of visual ergonomics—The lighting of indoor work systems”.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación.

Para cada tarea se determinan los intervalos de tres valores de iluminancia, interpretados de la siguiente manera:

La valoración máxima, se aplicará cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la productividad y la exactitud de la tarea se consideran de gran importancia, o cuando la capacidad visual de la persona así lo requiere.

²⁶ ROBLEDO HENAO, Fernando. Riesgos Físicos, Iluminación. Tomo II. Bogotá D.C. Ediciones Ecoe 2008.p.56.

La valoración mínima, se usará para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes, o las labores que allí se realizan son ocasionales.

La valoración media o recomendada, se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes o cuando la persona o personas que se encuentran en el área de trabajo no reportan malestar o discomfort con las condiciones halladas.

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la tabla 5.

Tabla 6. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN(LX)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños	100	150	200
Almacenes, bodegas	100	150	200
Oficinas			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros			
Recintos con máquinas de impresión	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	1000	1500	2000
Grabado con acero y cobre	1500	2000	3000
Encuadernación	300	500	750
Decoración y estampado	500	750	1000
Almacenes			
Iluminación general			
En grandes centros comerciales	500	750	1000
Ubicados en cualquier parte	300	500	750
Supermercados	500	750	1000

Tabla 7. Niveles de iluminación exigibles para diferentes áreas y actividades (continuación)

Colegios y centros educativos			
Salones de clase			
Iluminación en general	300	500	750
Tableros	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000
Salas de conferencias			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
Laboratorios	300	500	750
Salas de arte	300	500	750
Talleres	300	500	750
Salas de asamblea	150	200	300

Fuente: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Resolución 182544 de 2010.

Para las áreas de archivo serán tenidas en cuenta las especificaciones dadas en el acuerdo No.037 de septiembre de 2002²⁷, que para la iluminación son las siguientes:

- El nivel de luz natural debe ser menor o igual a 100 luxes.
- La radiación ultravioleta no debe superar los 70 micro vatios/lumen y su incidencia directa sobre la documentación y unidades de conservación.
- La iluminación artificial podrá hacerse con luz fluorescente de baja intensidad colocando filtros ultravioleta.
- La utilización de luz incandescente o halógena se evaluará en relación con las condiciones de temperatura que se deban proporcionar
- Los balastos no deben estar en el interior de los depósitos
- Se recomienda el empleo de sistemas y diseños de iluminación basados en luz reflejada.

En la tabla 6. se presentan los criterios de valoración que permiten una comparación cualitativa de los niveles encontrados con el grado de peligrosidad que se puede generar por dicha exposición.

²⁷ COLOMBIA, ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN, Acuerdo del AGN 037 de 2002, septiembre 20 de 2002.

Tabla 8. Criterios de valoración.

GRADO	% DEL VALOR REQUERIDO	CALIFICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN
Cansancio visual	Mayor a 105	EXCESIVA
No produce patología	90-105	ADECUADA
No produce patología pero no es óptimo	60-89	ACEPTABLE
Produce patología a mediano o largo plazo	30-59	DEFICIENTE
Modificación urgente	0-29	MUY DEFICIENTE

Fuente: Instituto Nacional De Seguridad E Higiene Del Trabajo. España.

Para cada uno de los registros obtenidos en los diferentes puntos en los que se realizó la medición de iluminación (Ver Anexo E. TABLA DE MEDICIÓN ILUMINACIÓN), se califica el nivel de iluminación de acuerdo a los parámetros definidos en la tabla 7. y son los siguientes:

Tabla 9. Calificación del nivel de iluminación

NIVEL DE ILUMINACIÓN	CONDICIONES
Excesivo	Si el valor medido es superior a los límites establecidos por la norma
Adecuado	Si se encuentra dentro del rango de los límites permitidos en la norma
Deficiente	Si el valor encontrado es inferior a los límites establecidos por la norma

De la misma manera se cuantificó el grado de riesgo que representa el nivel de iluminación encontrado para el puesto de trabajo evaluado, el cual fue calculado como se presenta a continuación. El grado de riesgo encontrado se encuentra consignado en la tabla de medición del nivel de iluminación en el Anexo E. TABLA DE MEDICIÓN ILUMINACIÓN

Grado de Riesgo:

$$GR = 100 - \frac{NE}{NR} * 100$$

G_r = Grado de riesgo

N_e = Nivel encontrado

N_r = Nivel recomendado

Adicionalmente se calcula el porcentaje de iluminación que incide sobre la superficie de trabajo obtenido en función de la relación entre el nivel encontrado en comparación con el nivel recomendado en la norma de referencia (RETILAP), este porcentaje de iluminación se encuentra en la tabla de medición de Iluminación o Anexo E.

Porcentaje de iluminación:

$$\% \text{ de iluminación} = \frac{NE}{NR} * 100$$

N_e = Nivel encontrado

N_r = Nivel recomendado

7.3 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

A continuación se presentan los diferentes sistemas de iluminación.²⁸

7.3.1 Clasificación según fuentes

Natural. La fuente más importante es el sol. Es un aspecto que va ligado a la arquitectura industrial, y por lo tanto, es uno de los factores más difíciles de modificar o adaptar.

Artificial. Se basa fundamentalmente en la generación controlada de la luz, aprovechando algunos fenómenos de termo radiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación conocidas como lámparas.

²⁸ ILUMINACION PROTOCOLO.LABORATORIO DE CONDICIONES DE TRABAJO.EDICION 2008-1.FACULTAD DE INGENIERIA .LABORATORIO DE PRODUCCION.

A continuación se presenta la tabla 8. con las principales fuentes de luz artificial y se enuncian algunas de sus características (ver tabla 8.)

Tabla 10. Tipos de fuentes de luz artificial y sus características

TIPO	EFICIENCIA (Lm/W)	RENDIMIENTO DE COLOR	ESPECIFICACIONES
Incandescente	17-23	Bueno	Es el más utilizado, pero es el menos eficiente. El costo de la lámpara es bajo. La vida útil de la lámpara es menos de un año.
Fluorescente	50-80	De aceptable a bueno	La eficiencia y el rendimiento de color varían considerablemente con el tipo de lámpara. Con lámparas y balastos de alta eficiencia es posible reducir el consumo de energía.
De mercurio	50-55	De muy deficiente a aceptable	Tienen una larga vida útil (entre 9 y 12 años), pero su eficiencia decrece con el tiempo.
De haluro metálico	80-90	De aceptable a moderado	El rendimiento del color es adecuado para muchas aplicaciones. Normalmente la vida útil es de 1 a 3 años.
De sodio de alta presión	85-125	Aceptable	Es muy eficiente. Su vida útil es de 3 a 6 años en promedio, con tiempos de encendidos de 12 horas por día.
De sodio de baja presión	100-180	deficiente	Es la más eficiente. Tiene una vida útil de 4 a 5 años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea generalmente para el alumbrado de carreteras y grandes extensiones de tierra.

Fuente: Niebel. Ingeniería industrial. Métodos tiempos y movimientos. 11^o edición, Alfa omega. Pag.239. México.

7.3.2 Tipos de luminarias²⁹

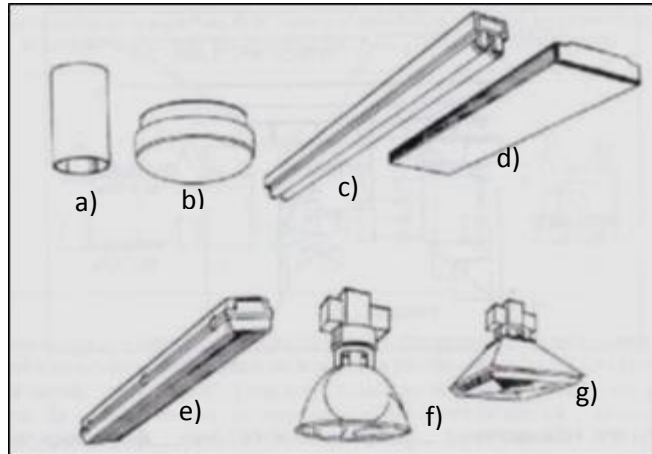
Los tipos de luminarias más comunes para montaje de techo son:

- **A) y c):** luz hacia abajo.
- **B) y d):** luz difusa.
- **E):** lugares húmedos
- **F):** nave alta
- **G):** nave baja

²⁹ NIEBEL.INGENIERIA INDUSTRIAL. METODOS, TIEMPO Y MOVIMIENTOS.11^o Edición. Alfaomega, México.

Como se puede observar en la figura 12. dando un ejemplo de cada tipo de lámpara.

Figura 12. Luminarias para techo



Fuente: Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempo y Movimientos. 11ª Edición. Alfaomega. México.

El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del lugar a iluminar y de la tarea a desarrollar. Por lo que es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Luminancia y distribución luminosa
- Rendimiento y duración de la lámpara
- Índice de reproductividad cromática
- Características especiales de funcionamiento (tiempos de encendido y reencendido, posición de funcionamiento, generación de efectos estroboscópicos, etc.)

7.3.3 Clasificación según función:³⁰

El tipo de alumbrado se puede clasificar en distintos grupos según su función y ubicación con respecto a las áreas de trabajo.

³⁰ NIEBEL. INGENIERIA INDUSTRIAL. METODOS, TIEMPO Y MOVIMIENTOS. 11ª Edición. Alfaomega, México.

Alumbrado general: proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

Alumbrado general localizado: proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo.

Alumbrado localizado: es utilizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

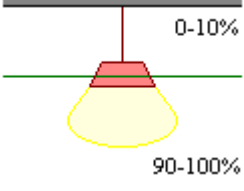
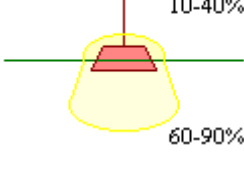
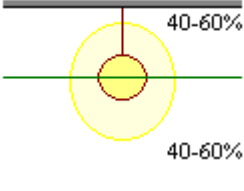
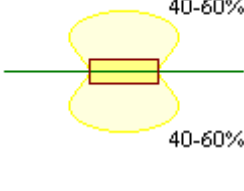
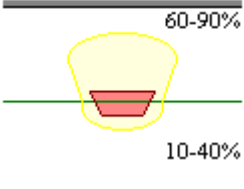
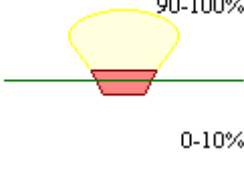
Alumbrado combinado: es la combinación de alumbrados anteriores.

Individual: es utilizado cuando se requiere iluminar una tarea específica.

Alumbrados especiales: emergencia, señalización, reemplazamiento en atmosferas especiales, decorativo, efectos especiales (germicidas, etc.).

Los sistemas de iluminación general se clasifican según el porcentaje de luz total emitida arriba y debajo del plano horizontal que pasa por la lámpara. En la figura 13. se muestra un ejemplo de las 6 clases de iluminación general y del porcentaje de luz emitido por esta clase de lámparas.

Figura 13. Iluminación general

Directa		Semi directa	
General difusa		Directa – indirecta	
Semi indirecta		Indirecta	

Fuente: Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11ª Edición. Alfaomega. México.

Cuando los sistemas de iluminación no son suficientes se puede contar con luminarias suplementarias, que se caracterizan por:

- Luminaria para prevenir reflejos y reflexiones que velan la visión, la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión.
- La luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
- Luz de ángulo bajo para resaltar las irregularidades de la superficie
- La fuente y el patrón de la superficie se reflejan hacia el ojo.
- Iluminación traslucida desde una fuente difusa.

7.4 Especificaciones técnicas de las luminarias

Flujo luminoso: cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en unidad de tiempo, unidad de medida Lúmen.

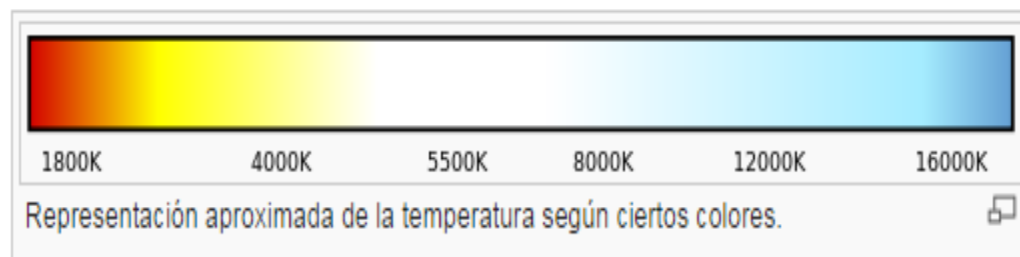
Índice de Rendimiento Cromático (IRC): Es un valor numérico que relaciona el rendimiento cromático de una lámpara con el de la luz tomada como patrón, de índice 100. En la tabla 9. se hace una calificación del IRC de acuerdo al rango de valores en el que se encuentra.

Tabla 11. Índice de Rendimiento Cromático (IRC)

Rendimiento Cromático	Valor IRC
Óptimo	85 < IRC < 100
Bueno	70 < IRC < 85
Discreto	50 < IRC < 70

Temperatura de color: Se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se expresa en grados kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa. En la figura 14. se hace una representación de diferentes valores de temperatura y de su color correspondiente.

Figura 14. Temperatura del color



Fuente: Norma NTC ISO8995.

7.5 TIPOS DE LÁMPARAS

Actualmente en el alumbrado artificial se emplean casi con exclusividad las lámparas eléctricas. Existen distintos tipos de fuentes de luz, la elección de un tipo u otro depende de las necesidades concretas de cada aplicación.

A continuación se describen los distintos tipos de lámparas³¹:

7.5.1 Lámparas incandescentes

7.5.1.1 Lámparas incandescentes no halógenas

Figura 15.Lámpara incandescente



Las lámparas incandescentes son las más utilizadas principalmente en el sector doméstico debido a su bajo costo, su versatilidad y su simplicidad de uso. Su funcionamiento se basa en hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio hasta que alcanza una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles por el ojo humano. En la figura 15. se observa la forma y los componentes de ésta clase de lámparas.

³¹ GUIA TECNICA DE ILUMINACION EFICIENTE, SECTOR RESIDENCIAL Y TERCIARIO, Depósito Legal: M-39.822-2006.

7.5.1.2 Lámparas incandescentes halógenas

Figura 16. Incandescente halógena



La incandescencia halógena mejora la vida y la eficacia de las lámparas incandescentes, aunque su costo es mayor y su uso más delicado. Incorpora un gas halógeno para evitar que se evapore el wolframio del filamento y se deposite en la ampolla disminuyendo el flujo útil como ocurre en las incandescentes estándar. La figura 16. hace alusión a este tipo de lámparas.

Ventajas:

- Bajo costo inicial.
- Construcción sencilla.
- No requiere balastro.
- Dispone de muchas formas y tamaños.

Desventajas:

- Bajo rendimiento eléctrico.
- Alta temperatura de operación.
- Corta vida.
- Fuente brillante de operación en un espacio pequeño.
- No permite una gran distribución de la luz.

7.5.2 Lámparas de descarga.

Las lámparas de descarga constituyen una forma de producir luz más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. La luz se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. A diferencia de la incandescencia, la tecnología de descarga necesita un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento. Según el tipo de gas y la presión a la que se somete, existen distintos tipos de lámparas de descarga.

7.5.2.1 Lámparas fluorescentes tubulares

Figura 17. Fluorescente tubular



Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su baja luminancia las hacen idóneas para interiores de altura reducida. Ocupan el segundo lugar de consumo después de las incandescentes, principalmente en oficinas, comercios, locales públicos, industrias, etc. En la figura 17. se presenta un ejemplar de esta clase de luminarias. Las lámparas fluorescentes más usadas hoy en día son las T8 (26 mm de diámetro); sin embargo, se han desarrollado las T5 (16 mm de diámetro) que solo funcionan con equipo auxiliar electrónico. Esto, junto a su menor diámetro les proporciona una alta eficacia luminosa, que puede alcanzar hasta 104 lm/W.

7.5.2.2 Lámparas fluorescentes compactas

Figura 18. Fluorescente compacta



Poseen el mismo funcionamiento que las lámparas fluorescentes tubulares y están formados por uno varios tubos fluorescentes doblados. Son una alternativa de mayor eficacia y mayor vida a las lámparas incandescentes. La figura 18. muestra algunas de las variedades que se pueden encontrar de este tipo de fuentes de luz. Algunas de estas lámparas compactas llevan el equipo auxiliar incorporado (lámparas integradas) y pueden sustituir directamente a las lámparas incandescentes en su portalámparas.

7.5.2.3 Lámparas fluorescentes sin electrodos

Figura 19. Fluorescente sin electrodos



Las lámparas sin electrodos o de inducción emiten la luz mediante la transmisión de energía en presencia de un campo magnético, junto con una descarga en gas. Su principal característica es la larga vida (60.000 h) limitada solo por los componentes electrónicos. La figura 19. presenta esta clase de lámpara tan particular.

7.5.2.4 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.

Figura 20. Vapor de mercurio



Por su mayor potencia emiten mayor flujo luminoso que la fluorescencia, aunque su eficacia es menor. Por su forma se suelen emplear en iluminación de grandes áreas (calles, naves industriales, etc.). La figura 20. enseña dos de las formas en las que se puede encontrar este tipo de productos de iluminación.

7.5.2.5 Lámparas de luz mezcla

Figura 21. Luz mezcla



Son una combinación de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y lámparas incandescentes y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. Estas lámparas no necesitan balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente. Su eficacia luminosa y su reproducción en color son muy pobres. Es un tipo de lámpara en desuso. Un fiel ejemplo de esta clase de luminaria es presentado en la figura 21.

7.5.2.6 Lámparas de halogenuros metálicos

Figura 22. Halogenuros metálicos



Este tipo de lámpara posee halogenuros metálicos, además del relleno de mercurio por lo que mejoran considerablemente la capacidad de reproducir el color, además de mejorar la eficacia. Su uso está muy extendido y es muy variado, por ejemplo, en alumbrado público, comercial, de fachadas, monumentos, etc. En la figura 22. se observa el tamaño y forma de este tipo particular de lámpara.

7.5.2.7 Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos

Figura 23. Halogenuros metálicos cerámico



Esta nueva familia de lámparas combina la tecnología de las lámparas de halogenuros metálicos con la tecnología de las lámparas de sodio de alta presión (quemador cerámico). El tubo de descarga cerámico como se muestra en la figura 23. frente al cuarzo de los halogenuros metálicos convencionales, permite operar a temperatura más altas, aumenta la vida útil (hasta 15.000 h), la eficacia luminosa

mejora la estabilidad del color a lo largo de la vida de las lámparas. En definitiva, combinan la luz blanca propia de los halogenuros metálicos, y la estabilidad y la eficacia del sodio. Por sus características, son lámparas muy adecuadas para su uso en el sector terciario (comercios, oficinas, iluminación arquitectónica, escaparates, hoteles, etc.).

7.5.2.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

Figura 24. Vapor de sodio



En estas lámparas se origina la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática. Actualmente son las lámparas más eficaces del mercado, es decir, las de menor consumo eléctrico; sin embargo, su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento en este caso) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales, etc. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes. La figura 24. expone un ejemplo de este tipo de luminaria.

7.5.2.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Figura 25. Vapor de sodio alta presión



Las lámparas de sodio a alta presión mejoran la reproducción cromática de las de baja presión y, aunque la eficacia disminuye su valor, sigue siendo alto comparado con otros tipos de lámparas. Además, su tamaño hace que el conjunto óptica lámpara sea muy eficiente. Actualmente está creciendo su uso al sustituir a las lámparas de vapor de mercurio, ya que presentan una mayor vida útil con una mayor eficacia. La figura 25. muestra un ejemplo de esta clase de fuente de luz. Este tipo de lámparas se emplean en instalaciones exteriores de tráfico e industriales, e instalaciones interiores industriales y comercios.

Existe una tipología con mayor nivel de presión denominada sodio blanco, que proporciona la mayor reproducción cromática de las lámparas de sodio con eficacia menor. Estas lámparas se emplean en aplicaciones que requieran mayor índice de reproducción cromática, como son escaparates de comercios y edificios pintorescos de una ciudad, paseos, jardines, etc.

Ventajas:

- La ventaja primordial es el ahorro.
- Necesitan menos potencia para iluminar el mismo espacio.
- No malgastan energía en calor, son frías al tacto.
- Duran mucho más que las lámparas incandescentes tradicionales (bombillas).
- Tienen diferentes tonalidades según el fin al que se destinen.

- Provee una luz más uniforme y menos deslumbrante, porque el área de iluminación es mayor.
- La duración promedio de vida es de 7500 horas en condiciones normales.

Desventajas:

- El parpadeo
- La emisión de luz no es continua y con el tiempo se puede observar un parpadeo que puede producir dolor de cabeza. Esto es debido al propio desgaste del material a la naturaleza de la corriente eléctrica alterna.
- Encender y apagar demasiadas veces estas lámparas reduce su vida útil de forma considerable, por eso no son propicias para espacios en los que se deba encender y apagar luces de forma continua.
- Tienen un cierto retardo desde que se encienden hasta que entregan toda la potencia lumínica.

7.5.3 Tecnología LED

Figura 26. Lámpara tipo LED



Los diodos emisores de luz (LED: lighting emitting diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 h) y son muy resistentes a los golpes. Además, son un 80 % más eficiente que las lámparas

incandescentes. Por estas razones están empezando a sustituir a las bombillas incandescentes y a las lámparas de bajo consumo en un gran número de aplicaciones, como escaparates, señalización luminosa, iluminación decorativa, etc. En la figura 26. se muestran 3 de las posibles formas en las que se encuentran esta clase de luminarias.

Ventajas:

- Larga vida y mantenimiento de luminosidad.
- La luz de LED es direccional.
- Funcionamiento óptimo en ambientes fríos.
- Protección del medio ambiente, menos calor, sin mercurio.
- Pueden reducir mucho el costo total de la iluminación en un aparcamiento o un almacén.
- Gran flujo luminoso que le permite realizar luminarias viales que sustituyan a las tradicionales.
- Mayor durabilidad, hasta 15 veces más que las fuentes de luz convencionales.
- Perfectos para iluminaciones con cambio de color.
- Gran eficiencia energética.
- Excelente reproducción cromática y una iluminación de alta calidad.

El innovador diseño consigue un equilibrio perfecto entre los requisitos de tamaño del disipador de calor y el espacio entre las aletas de refrigeración, para obtener una buena circulación de aire y una evacuación eficaz de calor. El resultado es una lámpara más pequeña, brillante que establece un nuevo récord para los productos LED

7.6 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO ³²

Figura 27. Deslumbramiento indirecto



La figura 27. muestra de forma gráfica el rebote de la onda de luz. El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión, y puede ser experimentado bien como deslumbramiento molesto o como perturbador

Figura 28. Deslumbramiento directo



El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), un ejemplo de esta clase de deslumbramiento es el mostrado en la figura 28. o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

³² COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUCION No.180540 DE marzo 30 de 2010 ,84p.

En los lugares de trabajo el deslumbramiento perturbador, su principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, perturba la visión y da lugar a errores y accidentes. El deslumbramiento molesto no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual, puede producirse directamente a partir de luminarias brillantes o ventanas.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las bombillas o lámparas.

El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas bombillas o lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45° respecto a la línea de visión horizontal.

Para controlar el deslumbramiento se deben tomar las siguientes medidas:

- a) Apantallamiento contra el deslumbramiento: las fuentes luminosas pueden causar deslumbramiento en proporción a su brillo y con ello producir alteraciones en la visión de objetos.

Para evitar el deslumbramiento se deben tomar acciones como el oscurecimiento de ventanas mediante cortinas o el apantallamiento de las fuentes luminosas.

b) Control de los reflejos: En lo que concierne al control del deslumbramiento provocado por los reflejos, se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

- Uso de acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno.
- Situar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.
- Aumentar el área luminosa de las luminarias.
- Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros, especialmente cuando la tarea requiera la visualización de objetos pulidos.

7.7 UNIFORMIDAD

Figura 29. Uniformidad en el Área



Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia la tarea debe ser iluminada de la formas más uniforme posible³³. La relación entre el

³³ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUCION No.180540 DE marzo 30 de 2010 ,85p.

valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde se realiza la tarea y el alumbrado general no debe ser inferior al establecido en la tabla 10.

En áreas adyacentes, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, debe cumplirse con las relaciones de la tabla 10.

El área donde se desarrolla la tarea debe ser iluminada de la manera más uniforme posible, así como las áreas circundantes deben ser iluminadas en proporción al nivel dado para el área de la tarea. Los valores a cumplir se consignan en la tabla 10.

Tabla 12. Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea

ILUMINANCIA DE TAREA (lx)	ILUMINANCIA DE AREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS (lx)
Mayor o igual a 750	500
50°	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{Tarea}
Uniformidad (E min / E prom)	
Mayor o igual a 0,5	Mayor o igual a 0,4

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

En los casos en que se ilumine en forma localizada en uno o varios puestos de trabajo, para complementar la iluminación general, esta última no podrá tener valor menor que el indicado en la tabla 10.

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de

la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancia de las superficies del entorno y los niveles de iluminación, es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo.

7.8 CONTROL DE PARPADEO Y EFECTOS ESTROBOSCÓPICOS

El flujo de luz emitido por todas las bombillas alimentadas con corriente alterna presenta una fluctuación periódica; esta fluctuación es más notoria en las lámparas fluorescentes y de descarga que en las bombillas incandescentes, debido a la inercia térmica que presenta el filamento de estas últimas.³⁴

El flujo de luz de todas las bombillas alimentadas con corriente alterna de 60 Hz presenta una fluctuación de 120 Hz; esta fluctuación es demasiado rápida para ser detectada por el ojo y rara vez se perciben parpadeos por esta causa.

El parpadeo distrae y provoca desordenes fisiológicos, como dolor de cabeza. No obstante, en las lámparas fluorescentes depreciadas se pueden producir parpadeos muy acentuados, lo que exigiría su rápida sustitución.

Los efectos estroboscópicos pueden producir situaciones peligrosas porque la maquinaria que tenga parte girando da la impresión de que las partes rotativas, giran a poca velocidad, están paradas o giran en sentido contrario. Igualmente, el

³⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUCION No.180540 DE marzo 30 de 2010 ,86p.

efecto estroboscópico puede resultar molesto cuando aparece en tareas que requieren una atención sostenida.

Los sistemas de iluminación deben diseñarse de forma que se eviten efectos estroboscópicos y de parpadeo. Estos efectos pueden ser eliminados iluminando los elementos giratorios de las maquinas mediante un sistema auxiliar que utilice bombillas incandescentes; también se puede reducir el efecto repartiendo la conexión de las lámparas de descarga (fluorescentes o HID) de cada luminaria a las tres fases de la red. Actualmente la solución más eficaz consiste en alimentar dichas lámparas con balastos electrónicos de alta frecuencia.

7.9 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

7.9.1 Alumbrado de espacios interiores para trabajo El diseño del alumbrado para un espacio destinado a realizar algún tipo de trabajo, debe tener como objetivo lograr óptimas condiciones visuales en el plano de trabajo. Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerza una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios.³⁵

Cuando se realiza un proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación superior, según el factor de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del espacio. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en las luminarias, paredes, techos y suelo. Razón por la cual el diseño debe definir los ciclos de mantenimiento y limpieza para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en dicho espacio, esto es lo que se llama nivel de iluminación mínimo mantenido.

³⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUCION No.180540 DE marzo 30 de 2010 ,87p.

Por lo anterior, el usuario debe seguir el plan de mantenimiento y sustituir las bombillas justo antes de alcanzar el nivel mínimo de flujo, de este modo se asegura que las tareas se puedan desarrollar según, las necesidades visuales.

7.9.2 Alumbrado de oficinas En estos locales las luminarias se disponen normalmente en el techo siguiendo un modelo regular de líneas rectas. Si al realizar el proyecto de iluminación de un edificio completo el emplazamiento de las luminarias debe coincidir con el módulo de las ventanas, se debe hacer el diseño de alumbrado de forma que proporcione el nivel luminoso adecuado a las salas de mayores dimensiones. La misma distribución de luminarias se podrá aplicar al resto de las salas, cualquiera que sean sus dimensiones, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía

El alumbrado de oficinas puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, dado que, el número de tareas visuales es limitado y bien definido (leer, escribir, dibujar, en monitores de computador, etc.) el plano horizontal de trabajo tiene una altura entre 0,75 y 0,85 por encima del nivel del piso. La altura de techos esta entre 2,8 y 3 m.

Los requisitos visuales para el alumbrado de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables

Para satisfacer estos requisitos las oficinas podrán usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él, equipadas con lámparas fluorescentes. Las luminarias

respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGR establecidos en la normatividad vigente.

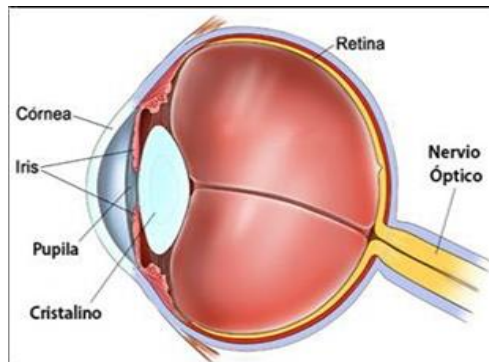
En las oficinas se podrá hacer uso de alumbrado localizado adicional para conseguir ahorro de energía, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso la instalación debe diseñarse para lograr la iluminancia requerida sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo.

7.10 La visión humana La visión o sentido de la vista, permite a un individuo conocer el medio que lo rodea y relacionarse con sus semejantes; para ello cuenta con un órgano especializado (ojo) encargado de captar e interpretar este tipo de señales. Este órgano fisiológico desempeña la función más importante dentro del sentido de la vista, ya que a través de él se experimentan las sensaciones de luz, forma, distancia, color, posición y movimiento de los objetos.

La función del ojo se concentra en la percepción y captación de imágenes del exterior de manera que una vez tomadas puedan ser enviadas al cerebro; para realizar dicha función, el ojo cuenta con un sistema óptico que va enfocando la imagen, la cual se recibe en una capa sensible que es la que finalmente procesa y emite dicha imagen.

De esta forma, se puede comparar el funcionamiento del ojo con el de una cámara fotográfica, puesto que cuando se toma una foto el lente situado enfrente de la cámara permite que la luz pase enfocándose en la película y cuando la luz incide en la película, la imagen se imprime. Igualmente el proceso de ver pasa por que fijemos la vista, enfoquemos un objeto y que su imagen atravesase todas las estructuras y lentes transparentes del ojo, formando la imagen en la retina.

Figura 30. Partes del ojo



Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación Ministerio de protección social 2008.

A continuación se describen las partes más importantes que se encuentran en el ojo humano y que son mostradas en la figura 30.

- **Córnea:** Estructura hemisférica y transparente localizada al frente del ojo que permite el paso de la luz, protegiendo al iris y al cristalino.
- **Iris:** Regula la entrada de la luz en el ojo, dilatándose o contrayéndose para controlar la cantidad necesaria de luz.
- **Pupila:** Estructura del ojo que consiste en un orificio situado en la parte central del iris por el cual penetra la luz al interior del globo ocular.
- **Cristalino:** Componente del ojo humano con forma de lente biconvexa que está situado tras el iris y delante del humor vítreo y que a la vez permite enfocar objetos situados a diferentes distancias.
- **Retina:** Membrana interior del ojo, que cubre la coroides hasta el iris, formada en parte por expansiones del nervio óptico y en la cual se reciben las impresiones luminosas.

- **Nervio Óptico:** Es un nervio craneal y sensitivo que se encuentra encargado de transmitir la información visual desde la retina hasta el cerebro mediante fibras nerviosas denominadas conos o bastoncillos, que son los que realmente transforman la energía luminosa en sensaciones o energía nerviosa, siendo los bastoncillos sensibles a la luz y los conos sensibles al color.

7.11 Factores que intervienen en los efectos de la exposición a la iluminación
Mediante los sentidos, el ser humano puede experimentar diversas sensaciones, quizá una de las más importantes es la obtención de la información, la cual es percibida por el sentido de la vista (cerca del 80 %). Por otro lado, algunos aspectos del bienestar humano, como lo son el estado mental o incluso el nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean; es por esta razón que los sitios de trabajo deben estar adecuados con los niveles de iluminación permitidos y admisibles por el ojo humano.

Ahora bien, se hace necesario citar algunos factores que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza o cansancio visual, entre los que están:³⁶

- Edad: El nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de que se encuentre o no expuesto al factor de riesgo.
- Nivel de Iluminancia: Su importancia es fundamental, aunque no pueda establecerse una relación exacta entre las alteraciones de agudeza visual y el nivel de Iluminancia; la insuficiencia o excesiva presencia de Iluminación puede producir deficiencias visuales.

³⁶ Iluminación. En: Laboratorio de Condiciones de Trabajo. ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA (Facultad de Ingeniería Industrial). Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/4967_iluminacion.pdf>. p. 5.

- Susceptibilidad Individual: Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.
- Tiempo de Exposición: Es considerada desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un determinado nivel de Iluminación.
- Tipo de Iluminación: Se encuentra influenciado por las características, ya sea de tipo natural o artificial. La primera (luz natural) ocasiona menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto; sin embargo ésta requiere que sea complementada con la segunda (luz artificial).

La visión es uno de los sentidos fundamentales para el ser humano, motivo por el cual es necesario reconocer su importancia al momento de desarrollar cualquier actividad, así como también lo es para la vida laboral, para el campo de la investigación, pero sobre todo para la salud de cada persona.

Como justificación de este hecho, se tiene que para cada actividad existe un nivel específico de iluminación, por lo que es necesario los lugares de trabajo de tal manera que quien realice la actividad no resulte afectado por las condiciones a las cuales se encuentra expuesto, especialmente si este realiza tareas que requieran grandes esfuerzos visuales.

La función del ojo se concentra en la percepción y captación de imágenes del exterior de manera que una vez tomadas puedan ser enviadas al cerebro; para realizar dicha función, el ojo cuenta con un sistema óptico que va enfocado la

imagen, la cual se recibe en una capa sensible que es la que finalmente procesa y emite dicha información.

El rendimiento visual depende tanto de las propiedades intrínsecas de la tarea (tamaño, forma, posición, color y reflectancia de los detalles y del fondo) como la percepción influenciada por la Iluminación. Sin embargo el rendimiento visual se ve afectado por variables.

7.11.1 Consecuencias de una iluminación inadecuada La seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visual son factores muy importantes que se deben tener presentes en cualquier actividad laboral, puesto que la mayoría de los accidentes son ocasionados, entre otras razones, por deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, entre otros aspectos.

Además de esto, es necesario recalcar que una iluminación inadecuada en el trabajo puede originar daños en la salud del trabajador, molestias e incluso enfermedades como fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes.

Algunos de los efectos reflejados en la salud de las personas a causa de la mala iluminación en los sitios de trabajo corresponden a:

- Pérdidas de agudeza visual: originada como consecuencia de un esfuerzo en percepción visual que exige la tarea.
- Fatiga Ocular: ocasionada como efecto de un confinamiento del hombre en recintos con iluminación inadecuada.

- Deslumbramiento: se origina a causa de los contrastes en el campo visual o a brillos excesivos de fuentes luminosas.
- Rendimiento Visual: se ve afectado por falta de uniformidad en la iluminación, generando fatiga del sistema nervioso central.

8. PROPUESTAS Y MEDIDAS DE INTERVENCIÓN AL RIESGO POR ILUMINACIÓN EN LAS ÁREAS ADMINISTRATIVAS UIS

En este capítulo se enuncian las principales propuestas que deben tenerse en cuenta al momento de efectuar mejoras en la iluminación de las áreas y puestos de trabajo en los edificios administrativos. Éstas propuestas han sido elaboradas de acuerdo al diagnóstico de condiciones que se hizo en la primera fase del proyecto y de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas por la normatividad vigente.

8.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LED

Actualmente el ahorro de energía y una mayor vida útil marcan la diferencia a la hora de escoger un tipo de lámpara. En esta fase el tipo de iluminación que mayores beneficios trae es el tipo led, pues éstas implican una inversión inicial alta, que al cabo de un periodo determinado se recuperará. Además se encuentra una amplia gama en cuanto a forma y variedad de precios .

Para llegar a escoger una de las referencias de lámparas como la más adecuada para la tarea de iluminar las oficinas y puestos de trabajo de las áreas administrativas, se realizó una evaluación de las características de estas fuentes de luz LED y a su vez una calificación de los proveedores que las ofrecen; el porcentaje asignado corresponde a valores acordados en reunión con la tutora del proyecto y para la escogencia del proveedor se establecieron criterios para realizar la respectiva calificación de acuerdo a la atención recibida al momento de pedir las cotizaciones de producto, la valoración se hizo de la siguiente forma:

Tabla 13. Calificación de proveedores de luminarias.

ATRIBUTO	% ASIGNADO	PROVEEDOR HOME CENTER	PROVEEDOR SMITH	PROVEEDOR ELECRORUEDA S.A.S
PRECIO	38	4	3	3
SERVICIO POST -VENTA	21	4	3	2
VARIEDAD	16	4	2	2
RAPIDEZ DE RESPUESTA	12	3	4	4
TIEMPOS DE ENTREGA	6	2	3	4
GOOD WILL	7	4	3	3
TOTAL	100	376	296	281

En la tabla 11. se consignaron los atributos y valores de calificación asignados a cada uno de los proveedores evaluados y en la figura 12. se establecen los valores con los cuales se hizo la escogencia de proveedores.

Tabla 14. Criterios para calificación de proveedores

PUNTAJE	EVALUACIÓN	DEFINICIÓN
5	Muy bueno	Cuando no se ha detectado falencias al momento de contactar al proveedor
4	Bueno	Cuando los servicios prestados no son satisfactorios al 100%
3	Regular	Cuando la prestación del servicio o la información son muy básicos.
2	Malo	Cuando no hay atención por parte del proveedor
1	Muy malo	Cuando no se cumple un mínimo de servicio.

La descripción de las lámparas que se cotizaron para estos espacios de oficina se encuentran relacionados en la tabla 13. Lámparas tipo LED, allí se consignan las

especificaciones técnicas, su valor comercial y una fotografía de cada lámpara cotizada para el uso en los espacios de oficina de los edificios administrativos.

Tabla 15. Lámparas tipo LED

Tipo de lámpara	Características			Precio unitario	Ilustración
	Vida Útil (horas)	Consumo (w)	Temperatura del color (k)		
Lámpara LED lujo sobreponer EXCELL	50.000	18w	6500k	\$55688	
Plafón circular led	30.000	15w	6500k	\$59900	
Plafón cuadrado led	50000	10w	6000k	\$79900	
Osaky –bala cuadrada led	35000	10w	6000k	\$59900	
Plafón circular Led	50.000	18w	6500k	\$69900	

En estos edificios administrativos se deben reemplazar 778 lámparas, ya que son tubos fluorescentes T5 y T8, y según el RETILAP, el uso de estas fuentes de luz

ya no es el adecuado, por tanto se recomienda sustituir este tipo de lámpara por mejores sistemas de iluminación como lo es el tipo LED. En la tabla 14 se encuentran los costos a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la adquisición de nuevas luminarias para las divisiones de los edificios administrativos I, II e IPRED.

Estos precios corresponden a las lámparas tipo led de 15 w ,cotizadas En Home Center, que son las recomendadas a instalar en estas áreas administrativas, donde se realizan labores de oficina (leer, trabajo con computador, entre otras.)

Las respectivas cotizaciones se encuentran en el anexo H.

Tabla 16.Costo cambio de luminarias

UBICACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA	NÚMERO DE LÁMPARAS A CAMBIAR	NÚMERO DE LÁMPARAS FALTANTES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Piso1	ADMISIONES	26	2	\$86.564	\$2.423.800
(sótano) ADMON 1	VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA	31	3	\$83.905	\$2.852.800
Piso 2 ADMON 1	RECURSO HUMANO	34	10	\$86.286	\$3796.600
	DIVISIÓN FINANCIERA	40	3	\$86.297	\$3.710.800
	VICERRECTORÍA ACADÉMICA	18	3	\$86819	\$1.823.200
PISO 3 ADMON 1	SECRETARIA GENERAL	36	2	\$86363	\$3.281.800
	RECTORÍA	22	1	\$86.730	\$1.994.800
	VICERRECTORÍA ACADÉMICA	8	2	\$87.940	\$879.400
PISO 4 ADMON 1	PLANEACIÓN	25	3	\$86.564	\$2.423.800
	COMUNICACIONES	3	1	\$91150	\$364.600
	SYSO	4	1	\$90.080	\$450.400
	PRENSA	3	1	\$91.150	\$364.600
PISO 1 ADMON 2	RELACIONES EXTERIORES	10	5	\$87.226	\$1.308.400
	CONTRATACIÓN	20	5	\$86.656	\$2.166.400

Continuación Tabla 14.Costo cambio de luminarias.

PISO 2 ADMON 2	CALIDAD HSEQ	7	2	\$88.177	\$793.600
	DIRECCION IPRED	17	1	\$86.989	\$1.565.800
	CONTROL INTERNO	18	2	\$86.870	\$1.737.400
PISO 3 ADMON 2	TUTORES	7	1	\$88.475	\$707.800
	OFICINA IPRED	10	2	\$87.583	\$1.051.000
	SISTEMAS	5	2	\$88.857	\$622.000
PISO 4 ADMON 2	COORDINACION PROGRAMAS Y PROYECTOS	24	3	\$86.592	\$2.338.000
	SIVIE	6	2	\$88.475	\$707.800
PISO 5 ADMON 2	DIEF	20	2	\$86.772	\$1.909.000
	VIEF	19	2	\$86.819	\$1.823.200
SOTANO IPRED	ARCHIVO HISTORICO	21	6	\$86.592	\$2.338.000
	CERTIFICACIONES	80	4	\$86.054	\$7.228.600
PISO 1 IPRED	PUBLICACIONES	57	6	\$86.139	\$5.426.800
	BODEGAS IPRED	11	4	\$87.226	\$1.308.400
PISO 2 IPRED	CEDEDUIS	8	3	\$87.745	\$965.200
	PROGRAMA SALUD OCUPACIONAL	1	1	\$96.500	\$193.000
	DIV. FINANCIERA	2	1	\$92.933	\$278.800
	DESARROLLO HUMANO	1	2	\$92.933	\$278.800
	CARTERA	3	1	\$91.150	\$364.600
	TELEUIS	6	2	\$88.475	\$707.800
PISO 3 IPRED	IPRED	90	5	\$86.025	\$8.172.400
TOTALES					\$68.359.200

El proveedor escogido para hacer los cambios de tecnología a lámparas LED fue Home Center Bucaramanga por presentar la mejor calificación entre los proveedores a escoger.

Los costos asociados a las lámparas fueron los siguientes:

Costo por unidad de luminaria: \$ 59.900

Costo de transporte: \$ 21.400

Costo de instalación por unidad: \$ 25.900

NOTA: Si la Universidad asume el costo de la instalación (apoyado en la División de Planta Física), el costo de las luminarias bajaría significativamente.

8.2 DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS Y UN PLAN DE LIMPIEZA DE VENTANALES

Para el mejoramiento de las condiciones actuales, se hace necesario el pensar en un plan en el que se contribuya al aseo, mantenimiento y cambio de las luminarias.

Actualmente la metodología para el cambio de luminarias es el informe a encargado de área y proceder al llamado a la división de planta física, este procedimiento ha resultado largo en cuestiones de tiempo, lo que se quiere con el nuevo plan de mantenimiento es que el cambio de luminarias sea más frecuente, es decir, si la luminaria se daña hoy, el cambio o sustitución se lleve a cabo en el menor tiempo posible.

Lo que se propone es poder contar con personal que este pendiente de los cambios que se dan con respecto a la iluminación de estas áreas o puestos de trabajo, que haya un constante monitoreo a éstas para garantizar la adecuada iluminación.

Además incluir la limpieza de los ventanales, ya que estos se podrían aprovechar como fuente de entrada de luz, estando limpios y sin obstrucciones.

Por ejemplo los ventanales del área de certificaciones que dan hacia el estadio de atletismo, ya que estos se ensucian con más frecuencia que los ventanales de otras áreas debido al tránsito constante de vehículos y por estar rodeados de zona verde.

Figura 31. Ventanas IPRED



En la figura 31. se observa la cantidad de ventanales que tiene el edificio del IPRED, los cuales requieren de un mantenimiento y limpieza constante.

8.3 DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PARA EL MONITOREO DE LAS CONDICIONES VISUALES DE LOS TRABAJADORES DE ESTAS ÁREAS

Como es bien sabido el personal administrativo de estas áreas está sometido a constantes esfuerzos visuales, ya sea por deficiencia o por exceso de luz, y estos problemas de iluminación afectan directamente la salud y bienestar del personal.

La idea central de la propuesta es el monitoreo de la salud visual de los trabajadores de las áreas administrativas, de modo que cualquier cambio sea reportado inmediatamente y se gestione la solución o mejora a las condiciones que afecten ese bienestar.

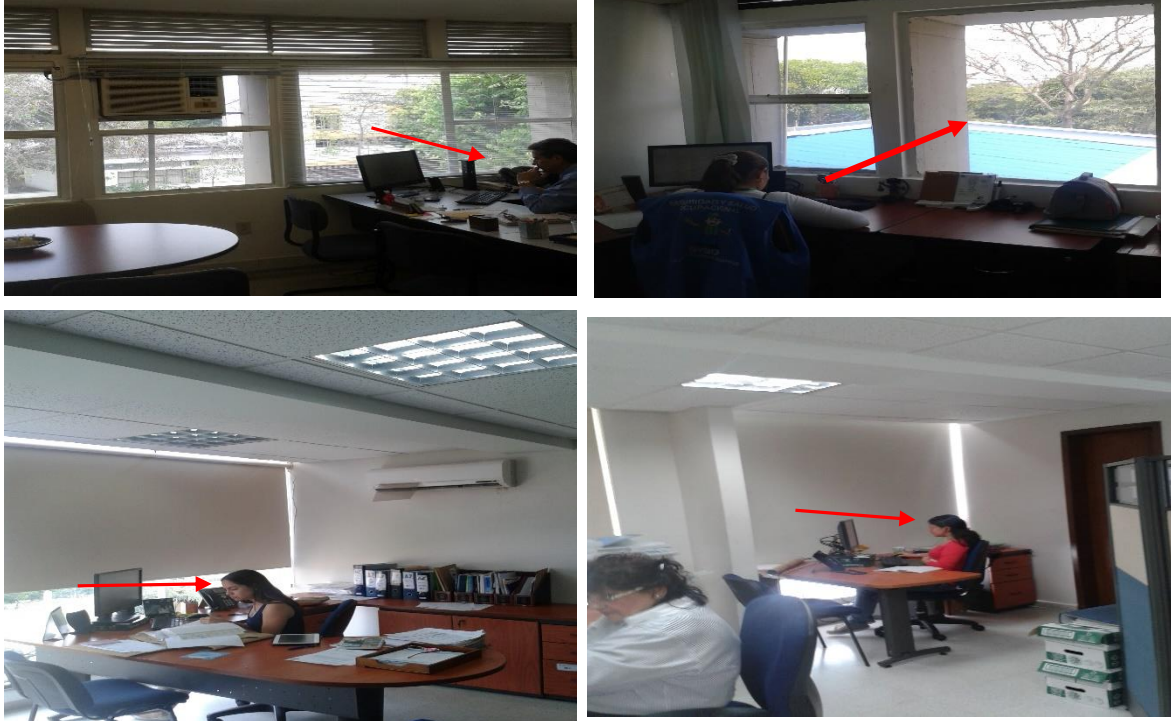
Para que se dé el plan de monitoreo es necesario la programación de visitas periódicas a los trabajadores, así como la programación de capacitaciones para que el personal haga pausas activas que lleven a descansar la vista y la carga mental de los empleados.

8.4 DESARROLLO DE JORNADAS PARA LA REUBICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Durante las diferentes jornadas de visita a las instalaciones de los edificios administrativos se observaron las condiciones en las cuales los trabajadores realizan sus actividades y entre ellas se detectó que algunos de los puestos no están bien ubicados, es decir, que de acuerdo a la normatividad vigente los puestos de trabajo no deben estar ubicados de frente a la entrada de luz natural y si el trabajo es con ordenador tampoco debe estar de espaldas a la entrada de luz, ya que el ordenador reflejara la luz que recibe y producirá deslumbramientos molestos.

Ejemplo de esta situación de deslumbramiento son las imágenes adjuntas en la figura 32. en la que los puestos de trabajo tienen de frente la entrada de luz natural.

Figura 32. Puestos de trabajo frente entrada de luz



Esta alternativa de solución no implicaría costos, sería el desplazamiento de los puestos de trabajo o la rotación de modo que la entrada de luz quede paralela al trabajador

8.5 SOCIALIZACIÓN CON DIRECTIVOS DE ÁREAS ADMINISTRATIVAS UIS

Se realizó la invitación a los directivos de las áreas administrativas de la Universidad Industrial de Santander por medio de correo electrónico a la socialización del proyecto de grado, mostrando en esta los resultados del estudio, medición y determinación del riesgo físico por condiciones de iluminación, además se dio a conocer la propuesta diseñada para el mejoramiento de los niveles de iluminación de los puestos de trabajo de las oficinas ubicadas en los edificios administrativos I, II e IPRED.

Esta reunión se llevó a cabo en el auditorio del IPRED, en donde se hizo una exposición de las falencias en iluminación encontradas en cada área y a su vez la propuesta de cómo se pueden llevar a cabo mejoras, allí se dio un espacio abierto de preguntas sobre la temática expuesta y se dieron a conocer las recomendaciones y sugerencias por parte de los directivos.

9. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a las mediciones de iluminación que se realizaron en los puestos de trabajo de los edificios administrativos, se encontró que a nivel global hay un nivel **DEFICIENTE** de luz en el **29,4 %** de los puestos evaluados, porcentaje que responde a cantidad de puestos con luminarias mal ubicadas, ausencia de lámparas o el mal estado de las fuentes de luz; adicionalmente, debe mencionarse la mala condición por exceso de luz natural no controlada con un porcentaje del **14,7 %**, ya que tanto las dos condiciones extremas de carencia o de exceso son nocivas para la salud de los trabajadores.
2. Se determinó que un **55,9 %** de los lugares evaluados presentan un nivel adecuado de iluminación, pero en este porcentaje también se encuentran contemplados los sitios que están prácticamente en el nivel mínimo de luz admitido.
3. Algunas oficinas cuentan con entrada de luz natural, la cual es aprovechada gran parte del día, pero en otros puestos de trabajo la luz natural es excesiva y se torna molesta a los trabajadores, por lo que éstos han optado por bloquear completamente la entrada de luz, además que no cuentan con luminarias bien ubicadas lo que hace que baje el nivel de iluminación del lugar.
4. Se evaluaron 374 puestos de trabajo distribuidos de la siguiente forma en los 3 edificios administrativos: 126 en el Administrativo I encontrando los siguientes porcentajes de nivel de luz: ADECUADO: 66 %, DEFICIENTE 16 % Y EXCESIVO 12 %; 130 puestos de trabajo en Administrativo II con 15 % de iluminación EXCESIVA, 33 % DEFICIENTE y 52 % de luz

ADECUADA; para el edificio del IPRED los niveles globales de iluminación encontrados de luz ADECUADA son de 49 %, luz DEFICIENTE con un 34 % y luz EXCESIVA de 17 %; los significativos porcentajes de luz deficiente determinan un grado de riesgo II en cuanto a nivel de iluminación, lo que conlleva a una rápida intervención a este riesgo.

5. Se encontró que la ausencia de un plan de monitoreo a las condiciones de iluminación y confort visual de los trabajadores contribuye de manera directa al riesgo por iluminación, ya que durante las visitas a las instalaciones administrativas se presentaron sugerencias por parte del personal de estas áreas, así como también se encontró el desconocimiento de la influencia en la salud, en el estado mental y anímico de los trabajadores debido a las condiciones de iluminación.
6. En el aprovechamiento de los espacios y la ubicación de los puestos de trabajo no se ha tenido en cuenta la iluminación necesaria por puesto, ya que en cada estación de trabajo se debe garantizar el nivel adecuado de luz y actualmente la ausencia de luminarias en algunos espacios de trabajo impide la realización de las tareas con normalidad.
7. El cambio y mantenimiento de las luminarias es un proceso que se ha dilatado, ya que se debe seguir el conducto regular para llevar a cabo la reposición de lámparas fundidas o desgastadas motivo por el cual los niveles deficientes de luz se presentan constantemente en las diferentes estaciones de trabajo.
8. En unidades administrativas como lo son rectoría y secretaria general la iluminación existente es óptima y la implementación de la tecnología LED se ha hecho presente, con lo que los espacios de trabajo dan mayor confort al personal que habita estas áreas y al personal visitante.

9. De acuerdo al cumplimiento de las especificaciones técnicas y económicas para su adquisición, la luminaria propuesta para sustituir las lámparas actuales utilizadas para la iluminación de las áreas administrativas, es de tipo circular LED de 15 w cotizada al proveedor Home Center, que por presentar las mejores ofertas de lámparas fue escogido entre los proveedores en este trabajo.

10. El costo total de la renovación de las fuentes de luz presentes en estas áreas administrativas tiene un valor de \$ 68.359.200, ya que se sustituirían 778 luminarias T5 y T8, valor que incluye la instalación de las luminarias y el costo de transporte; si el valor de la instalación lo asumiera la Universidad, por medio de la División de Planta Física, el valor total se vería reducido significativamente.

11. En la socialización del trabajo realizado a los directores de las diferentes dependencias, se dio a conocer las condiciones de iluminación y el riesgo al que se exponen los trabajadores que no cuentan en su puesto de trabajo con los niveles adecuados de luz; también se presentó la propuesta del cambio de tecnología a una más eficiente y la implementación de otras medidas como la reubicación de las células de trabajo, para el aprovechamiento y mejoramiento de estas condiciones.

10. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la renovación de las lámparas en los edificios administrativos, además de la adquisición de las fuentes de luz adicionales para aquellos puestos de trabajo donde la iluminación es deficiente debido a la ausencia o desgaste de las luminarias que están en uso actualmente.
2. Se recomienda generar informes periódicos que permitan hacer seguimiento sobre las condiciones de iluminación, para ver que la calidad de ésta se garantice a todos los puestos de trabajo durante las jornadas laborales.
3. Se recomienda estandarizar el proceso de reposición de luminarias, de manera que los cambios se hagan oportunamente para que se eviten largos periodos de exposición a bajos niveles de iluminación.
4. Se recomienda la instalación de las fuentes artificiales de luz en forma paralela al puesto de trabajo; en las áreas como los pasillos de archivo, las lámparas deben estar de forma paralela al pasillo y a los estantes.
5. Se sugiere el desarrollo de un programa de capacitación y prevención del factor de riesgo por iluminación, en donde se traten temas como los efectos en la salud de la inadecuada iluminación, las formas de mitigar este riesgo, la naturaleza de la iluminación y los mecanismos de control, entre otros.
6. Se recomienda que los puestos de trabajo que requieren uso de computador no sean ubicados en dirección a las entradas de luz natural, ya que esto contribuye a deslumbramientos molestos, lugares de trabajo que

deben ubicarse a una distancia considerable de la ventana en forma paralela a la entrada de luz.

7. Se sugiere llevar registro digital de información referente a las luminarias, referencia, características y fecha de instalación, para así determinar su desgaste y por ende programar su reposición, de forma que las condiciones adecuadas de iluminación no se vean afectadas.
8. Se recomienda en los puestos de trabajo situados en cercanía de ventanas que permiten gran acceso de luz natural, el control de ésta mediante el uso de cortinas, persianas, polarizados o black out, de manera que se evite el deslumbramiento en el trabajador.
9. Se recomienda evitar el uso de superficies reflectantes en los escritorios (vidrios o superficies brillantes) para que no se generen deslumbramientos al trabajador debido a la luz que se refleja en éstas.
10. Se recomienda hacer la instalación de las nuevas fuentes de luz con el apoyo de la División de Planta Física y a su vez hacer el registro de la nueva iluminación.

BIBLIOGRAFÍA

ARTÍCULO: EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE UNA EMPRESA PETROLERA, CABEZA MARIA A., CABEZA MARIA E., CORREDOR EDWIN.

CHINER DASI, Mercedes – DIEGO MAS, J. Antonio – MARZAL ALCAIDE, Jorge. Laboratorio de Ergonomía. Editorial Alfaomega – Universidad Politécnica de Valencia. México. 2004.

CIE 103 / 5-1993 , la economía del mantenimiento de la iluminación en interiores

CIE 117-1995 , Deslumbramiento molesto en la iluminación en interiores

CIE 16-1970, Luz natural

CIE 17.4-1987, Vocabulario internacional de la iluminación ,4ª. Edición – equivalente a IEC60050(845)

CIE 19.2-1981 Método analítico para la descripción de la influencia de los parámetros de la iluminación sobre la ejecución visual

CIE 40-1978, Cálculos para la iluminación de interiores. Método Básico

CIE 97-1992, Mantenimiento de sistemas de iluminación eléctrica en interiores

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA .Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público. RETILAP. Bogotá D.C 2009.243p.

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas: guía didáctica para el buen uso de la energía. UPME 2007.

CORTÉS DIAZ, José María. Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo. Tercera Edición. Alfaomega. México. 2002.
Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo, de Salud y Seguridad en el trabajo, 3ra. Ed. Madrid: España. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998.

GUALDRÓN, Fabián Leonardo y RICO BLANCO, Marlon. Estudio técnico-económico del sistema de iluminación de áreas comunes exteriores a los edificios de la Universidad Industrial de Santander. 2011. 148 p. Trabajo de grado (Ingeniería eléctrica) .Universidad Industrial de Santander .Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones.

GUIA TECNICA COLOMBIANA, GTC 45, GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE ILUMINACION DE PUESTOS DE TRABAJO EN INTERIORES(ISO 8995:2002/CIE S 008-2001, IDT) Comisión Internacional de Iluminación

ILUMINACION EN EL PUESTO DE TRABAJO.CRITERIOS PARA SU EVALUACION Y ACONDICIONAMIENTO, María Peñahora García SANZ, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

ILUMINACION PROTOCOLO, LABORATORIO DE CONDICIONES DE TRABAJO, EDICION 2008-1, Facultad Ingeniería Industrial, Laboratorio de Producción.

ISO 63851 Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo

ISO 9241 partes 6/7/8 Requisitos ergonómicos para trabajo de oficina con terminales de pantallas visuales.

LOS PELIGROS Y LA VALORACION DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, Segunda Actualización, 2012-06-20.Pag 15.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUCION No.180540 DE marzo 30 de 2010 ,227 p.

MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. BOMBARDO BARRAU, Enrique. Ergonomía 1. Fundamentos. Alfaomega – UPC. México. 2000.

MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. GONZALES DE PEDRO, Oscar. FERNANDEZ GOMEZ, Miguel. Ergonomía 4. El Trabajo en Oficinas. Alfaomega – UPC. México. 2002.

NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11° Edición. Alfaomega. México. 1996.

NTP 211: ILUMINACION DE LOS CENTROS DE TRABAJO, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Madrid: España.

RAVELO ALMEIDA, Giovani y CARRASCAL PICÓN, Álvaro Mauricio. Evaluación y rediseño del sistema de iluminación del edificio de Bienestar del campus central de la Universidad Industrial de Santander aplicando el RETILAP, 2013, 271p, Trabajo de grado (Ingeniería Eléctrica) Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones.

Resolución 2400 /1979 (MAYO 22) MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, Bogotá.

TABOADA J.A. ,OSRAM S.A ,Manual de Luminotecnia .Madrid, Editorial Dossat ,1983