



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera Titulado:

**“Manual instructivo para realizar correctamente mediciones de
iluminación”**

Realizado por:

Edgar Santiago Arroyo Buitrón

Director del proyecto:

Ing. Pablo Dávila MSc.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 28 de julio del 2020

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, EDGAR SANTIAGO ARROYO BUITRÓN con cédula de ciudadanía #171105019-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Edgar Santiago Arroyo Buitrón

C.C.: 171105019-3

DECLARATORIA DEL DIRECTOR

El presente trabajo de investigación titulado:

“Manual instructivo para realizar correctamente mediciones de iluminación”

Realizado por:

EDGAR SANTIAGO ARROYO BUITRÓN

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha Sido dirigido por el profesor

Pablo Dávila

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Pablo Dávila

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES IFORMANTES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

OSWALDO JARA

FRANZ GUZMAN

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante

El tribunal examinador



Oswaldo Jara



Franz Guzmán

Quito, 28 de julio de 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa y a mis hijos que son el combustible para mi motor.

A mis hermanos por el apoyo y ayuda incondicional que siempre me dan.

A toda mi familia por su apoyo moral y preocupación en todo momento de mi vida.

A mis amigos y compañeros de trabajo por la ayuda, soporte y consejos que me brindaron
cuando lo necesité.

A la empresa CELCO que es en donde pondré mi mayor esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

A Diana Fernández por la confianza depositada en mí.

A mi padre por su apoyo y dedicación, de quien he aprendido a no rendirme.

A mi familia por la paciencia que han tenido durante mis estudios.

A mis compañeros de estudios que nos hemos apoyado mutuamente.

A todos mis profesores por compartir sus conocimientos y experiencias, sobre todo a Pablo

Dávila por su dirección con la que fue posible realizar este trabajo.

A la Universidad Internacional SEK por la calidad de enseñanza y los profesores
profesionales que tiene.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	iii
DECLARATORIA DEL DIRECTOR.....	iv
DECLARATORIA PROFESORES IFORMANTES.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	x
RESUMEN	1
PALABRAS CLAVE: Manual, medición, iluminación.	1
ABSTRACT.....	2
KEYWORDS: Manual, measurement, lighting.	2
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 El problema de investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1.1 Diagnóstico del problema	3
1.1.1.2 Pronóstico.....	4
1.1.1.3 Control del Pronóstico	4
1.1.2 Objetivo General.....	4
1.1.3 Objetivos específicos	5
1.1.4 Justificación	5
1.2 MARCO TEÓRICO	5
1.2.1 Historia de la iluminación	5
1.2.2 La luz.....	7
1.2.3 Conceptos básicos de iluminación	9
1.2.4 Efectos a la salud de la iluminación	11
1.2.5 Ergonomía y funcionalidad de la iluminación	12
1.2.6 Formas de iluminación.....	13
1.2.7 Tipos de lámparas y bombillos utilizados para interiores y exteriores	18
1.2.8 El Luxómetro.....	25
1.2.9 Normativa legal internacional y nacional vigente correspondiente a iluminación ...	27
CAPÍTULO II	34
MÉTODO.....	34

2.1	TIPO DE ESTUDIO	34
2.2	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	34
2.3	MÉTODO.....	34
CAPÍTULO III		35
RESULTADOS		35
3.1	PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	35
3.2	APLICACIÓN PRÁCTICA	38
3.3	MANUAL INSTRUCTIVO PARA REALIZAR CORRECTAMENTE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN	40
3.4	PRÁCTICA EN CAJAS.....	45
3.5	PRÁCTICA CON DIFERENTES LUMINARIAS	48
3.6	MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO	56
CAPÍTULO IV		58
DISCUSIÓN		58
4.1	CONCLUSIONES	58
4.2	RECOMENDACIONES	59
ANEXOS		61
Bibliografía		80

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Luz blanca dividida por un prisma.....	8
Figura 2: Aumento de longitud de onda.....	8
Figura 3: Valores de iluminación recomendada.....	14
Figura 4: Niveles recomendados de iluminación en oficinas	15
Figura 5: Iluminación General	16
Figura 6: Iluminación Localizada	17
Figura 7: Iluminación General localizada	18
Figura 8: Bombilla incandescente	19
Figura 9: Lámpara Halógena.....	20
Figura 10: Bombilla Halógena	21
Figura 11: Bombillo Fluorescente.....	22
Figura 12: Lámparas de Descarga.....	23
Figura 13: Lámparas de Inducción.....	24
Figura 14: Bombillo LED	25
Figura 15: Luxómetro	26
Figura 16: LUXÓMETRO utilizado	39
Figura 17: LUXÓMETRO con fotocelda incorporada	39
Figura 18: LUXÓMETRO APP teléfono	40
Figura 19: Dimensiones	44
Figura 20: Altura del bombillo.....	44
Figura 21: Disposición de Luminarias y puntos de medición.....	51
 Tabla 1.....	 36
 Foto 1: Caja Blanca	 42
Foto 2: Caja Crema.....	42
Foto 3: Caja Negro Mate	43
Foto 4: Trazo líneas guía	43
Foto 5: Bombillo LED 9 W	45
Foto 6: Bombillo Fluorescente 20 W	46
Foto 7: Ubicación de la Fotocelda	46
Foto 8: Posicionamiento de Luxómetro	48
Foto 9: Posicionamiento de Luxómetro	49
Foto 10: Luminarias	50

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el fin de que los estudiantes de una institución de educación superior realicen sus prácticas en el laboratorio de iluminación con las diferentes luminarias y ambientes, con directrices de uso del aparato de medición, interpretación de datos obtenidos comparación con la normativa nacional y de la región vigente, elección del mejor instrumental de medición comparando con otros.

Dar directrices básicas para realizar mediciones de iluminación en centros de trabajo según normativa y basados en textos de riesgos físicos, conociendo que se debe hacer en cada actividad y cómo tomar las mediciones.

Se evidenció que la iluminación varía dependiendo de los colores que existen en el ambiente y la fuente emisora la iluminación, con colores opacos y mate la iluminación es más homogénea, se recomendó los aparatos certificados para realizar mediciones confiables, se definieron procedimientos para realizar las prácticas.

PALABRAS CLAVE: Manual, medición, iluminación.

ABSTRACT

This research done so that the students of a higher education institution carry out their practices in the lighting laboratory with different luminaires and environments, with guidelines for the use of the measuring device, the interpretation of the data obtained in comparison to current national and region regulations, choosing the best measurement instruments compared to others.

Provide basic guidelines to carry out lighting measurements in the workplace in accordance with regulations and based on texts of physical hazards, knowing what to do in each activity and how to take measurements.

It was shown that the lighting varies according to the colors that exist in the environment and the source that emits the lighting, with opaque and matte colors the lighting is more homogeneous, certified devices were recommended to carry out reliable measurements, procedures were defined to carry out these practices.

KEYWORDS: Manual, measurement, lighting.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 El problema de investigación

El riesgo por falta de iluminación en las diferentes empresas tiene como consecuencia fatiga visual, dolores de cabeza, aumento de errores en tareas específicas incluyendo accidentes por falta de iluminación o deslumbramientos, por esta razón se desarrolla el siguiente manual para conocer lo básico que debemos saber para identificar, evaluar, controlar y adaptar las fuentes lumínicas necesarias para los diferentes puestos de trabajo, pasillos o salas con la cantidad de luz necesaria.

1.1.1 Planteamiento del problema

En nuestro país no se presta la atención debida a la iluminación como un riesgo y no se acondiciona de manera adecuada al puesto de trabajo, por lo general se adaptan oficinas a un sitio ya existente sin una correcta planificación y dejando de lado este factor fundamental, tampoco se toma en cuenta el tipo de luminarias necesario para el área o tipo de trabajo a realizar ni la cantidad de luz que se requiere.

1.1.1.1 Diagnóstico del problema

La mala iluminación ya sea escasa o excesiva se deriva en fatiga visual, cefaleas y errores en la tarea, afectando a la salud del trabajador y a la producción de la empresa.

Según la comisión Europea en su artículo de “Efectos de la luz artificial sobre la salud” (Comisión Europea, 2012) no se han observado daños a la salud con el uso de lámparas a menos que sean muy intensas, tampoco se ha observado que puedan causar daños oculares como en la retina esto con el uso en condiciones normales de luz artificial.

Por otra parte, el artículo menciona que la mayor afectación a la salud es por la noche afectando así a las personas que cumplen con turnos rotativos ya pueden desarrollar problemas de sueño, gastrointestinales, cambios de humor y trastornos cardiovasculares. Concluye el artículo que los efectos a exposiciones breves a rayos UV de luz artificial son insignificantes y que antes de adquirir una lámpara se deben revisar las especificaciones técnicas sobre luz emitida y posible parpadeo de las luminarias.

1.1.1.2 Pronóstico

En el largo plazo una incorrecta iluminación tomando en cuenta cantidad, calidad y posición de esta junto a una medición mal realizada puede terminar en una incorrecta evaluación que desencadena en afectaciones a la salud de los trabajadores, accidentes laborales o fallas de producción ya sea por falta de iluminación o deslumbramientos.

1.1.1.3 Control del Pronóstico

Considerar que es recomendable hacer uso en su mayoría de iluminación natural y que esta varía dependiendo de la hora del día incluso de la estación (si es invierno o verano) y que dependiendo de la tarea, área a iluminar, cantidad de luz necesaria para las diferentes actividades y diferentes tipos de luminaria se ha considerado evaluar el instrumental que aporte una valoración idónea de iluminación con los pasos a seguir para realizar una correcta medición, evitar errores de producción y posibles accidentes o enfermedades laborales.

1.1.2 Objetivo General

Desarrollar un manual de prácticas de iluminación mediante la aplicación de la normativa técnica necesaria para condiciones de iluminación en varios sitios de trabajo.

1.1.3 Objetivos específicos

-Determinar las diferentes condiciones que se presentan y son objetivo de evaluación a través de la normativa técnica para definir el número de prácticas a realizar.

-Determinar las características y condiciones del instrumental a emplear en las diferentes prácticas mediante análisis de los manuales de equipos para garantizar que las prácticas arrojen resultados acorde a las características y precisión requeridas.

-Desarrollar los diferentes procedimientos para las prácticas mediante aplicación de normas técnicas existentes para estandarizar los procesos que se deben desarrollar en cada una de las prácticas.

1.1.4 Justificación

Este trabajo de investigación permitirá conocer los procedimientos, actividades y tareas para realizar una correcta medición de iluminación en distintos puestos de trabajo, ajustándose a las exigencias de cada uno en base a la normativa nacional e internacional vigente, con el fin de mejorar la visibilidad en las diferentes tareas y áreas donde se desarrolla el proceso productivo o administrativo de las diferentes empresas.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Historia de la iluminación

Hace tiempo atrás el hombre ha visto la necesidad de crear luz artificial, desde un principio cuando descubrió el fuego le sirvió para cocinar sus alimentos, calentarse y le ayudaba también a mantener a depredadores lejos de su guarida, pero lo más importante era que le ayudaba a iluminar en las noches, las antorchas fueron muy útiles en castillos medievales utilizadas incluso como alumbrado público.

Al pasar del tiempo se inventaron las lámparas de aceite que no era muy accesible para las personas de bajo recursos ya que debían decidir entre utilizar ese aceite para cocinar o iluminar su hogar entonces las familias más acomodadas utilizaban estas lámparas, se crearon también las velas hechas de cebo o grasa animal y de otros materiales, su llama era más intensa y el tiempo de duración encendido era mayor por esta razón tuvieron mejor acogida en todas las clases sociales ya que era más accesible, incluso se colocaban objetos metálicos como clavos cada cierta distancia siendo esta distancia calculada como reloj que databa horas completas, en este lapso de tiempo se desprendía uno de estos objetos y al caer al plato sonaba y así conocían que hora del día era y el paso del tiempo.

Por el año de 1795 se diseñó y fabricó una instalación a gas que serviría para iluminar una fábrica, primero fue aceptada para iluminación pública ya que pensaban que no era muy segura, luego de perfeccionarla y hacer algunos cambios se consideró que se podía colocar dentro de viviendas, pero a pesar de esta nueva tecnología la iluminación no era ineficiente con respecto a la intensidad.

A principio del siglo XX la energía eléctrica empezó a reemplazar estas ineficientes luminarias de gas por bombillas que duraban 1200 horas, las anteriores apenas duraban 40 horas, Thomas Edison fue la primera persona en patentar esta bombilla y hacerla comercial desde ese momento da comienzo a la era de la iluminación eléctrica. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

En el año de 1923 inventaron los tubos de Neón que fueron instalados en las Vegas, luego de 15 años las lámparas fluorescentes se empiezan a comercializar masivamente y en 1962 se descubre el primer LED (Light Emitter Diode), por su intensidad baja emiten luz roja que se utilizó en calculadoras y relojes. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

A mediados del 2009 la Unión Europea fija un plazo para que las fábricas de focos incandescentes dejen de fabricarlas por su baja eficiencia ya que encontraron que el 85% de su

energía se perdía en forma de calor, esta pérdida de energía se debe a la resistencia que generan los cuerpos para dejar pasar la electricidad y debido a que el filamento del foco incandescente es una resistencia eléctrica alta produce luz, pero en su mayoría es calor su eficiencia es baja.

1.2.2 La luz

Una vez descrita brevemente la historia de la iluminación imaginemos todo lo que conocemos sin iluminación artificial o con una iluminación no adecuada, que pasaría en un hospital, en una galería o las tiendas de un centro comercial siempre vemos y nos imaginamos estas situaciones bien iluminadas con lámparas especiales para cada situación.

La mayor parte de la información que recibimos del mundo que nos rodea es a través de nuestros ojos y esto se da gracias a una adecuada iluminación, esta es imprescindible para que nosotros podamos diferenciar colores, cambiar ambientes.

Una iluminación adecuada es importante dependiendo de dónde nos encontremos ya sea en el trabajo, en nuestro hogar, un restaurante y hasta un supermercado la luz juega un papel muy importante para hacernos sentir bien, seguros, confortables o hasta dirigir nuestra atención a ciertas áreas donde los comercios desean que nosotros nos enfoquemos y de todo esto depende el tipo de luz y luminarias que se escojan de una manera adecuada en todas las áreas. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

¿Pero que es la luz?

La luz es radiación electromagnética con diferentes tipos de frecuencias y longitudes, las frecuencias que son visibles al ojo humano y que nuestro cerebro es capaz de interpretar son aquellas que vibran con frecuencias entre 380 y 760 nm (nanómetros), en este rango de frecuencia cada color y cada tono tiene su longitud de onda. Cuando la gama está completa y todos los colores están presentes lo que resulta es lo que llamamos luz blanca.

La luz blanca la podemos dividir en los colores que la componen con un prisma, este experimento es muy fácil de hacer.

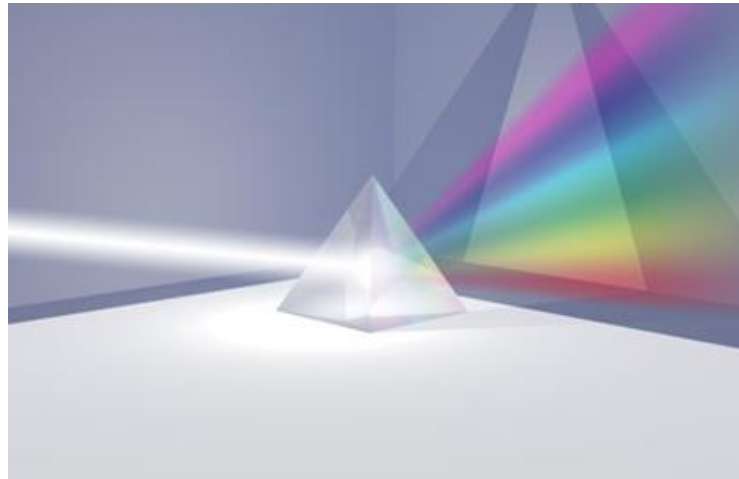


Figura 1: Luz blanca dividida por un prisma

Tomada de: educa.madrid.org

La luz tiene 3 dimensiones, la primera que es percibida por el ojo humano como el color de la luz, la segunda que es el ángulo en el que vibra la luz y es raro que el ojo humano lo perciba y la tercera que es que tan fuerte o brillante es la luz o su intensidad.

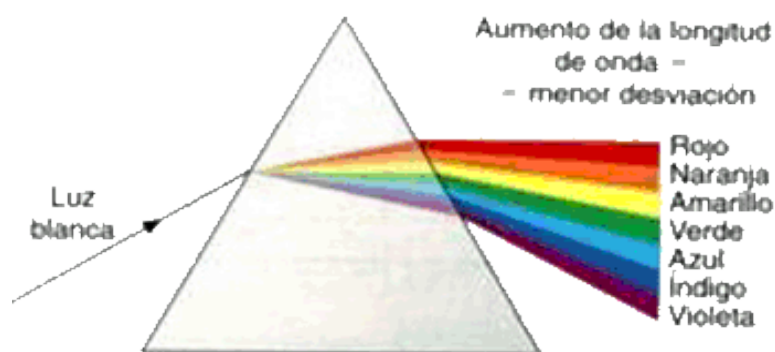


Figura 2: Aumento de longitud de onda

Tomada de: educa.madrid.org

1.2.3 Conceptos básicos de iluminación.

Nanómetro

Es una medida de longitud y su símbolo es nm, esta medida se obtiene de la división de 1 metro en 1000 millones entonces cada parte de ese resultado es 1 nm. (Definición, 2008)

Luxómetro

Es un aparato electrónico que sirve para medir la luminosidad real de una forma rápida y sencilla ya que cuenta con una célula fotoeléctrica que convierte la luz en impulsos eléctricos y estos datos luego son reflejados en la pantalla del medidor en la unidad de medida que es el lux, entonces la cantidad de luz que llega a un sitio o espacio es la iluminancia y se mide por unidad, 1 lux es equivalente a 1 lumen por metro cuadrado.

El luxómetro es utilizado en Higiene industrial para verificar que la distribución y la intensidad de la iluminación sean correctas contribuyendo así a que la tarea se desarrolle de manera eficaz contando con un medio ambiental óptimo. (Prado, 2017)

Flujo luminoso (Φ)

Es la cantidad o potencia de energía lumínica que emite una fuente de luz y su unidad es el lumen (Lm).

Dependiendo del tipo de fuente de luz, foco o lámpara la cantidad de lumen varía, por ejemplo, la luz solar que pasa por una ventana puede ser 2.000 y llegar a 20.000 Lm por otra parte una lámpara fluorescente emite 4.000 Lm, pero esto depende también de cada fabricante de los bulbos lumínicos. (INSST, 2015)

Intensidad luminosa (I)

Es una magnitud que caracteriza a las fuentes que lo producen, la intensidad a diferencia de ser potencia lumínica representa la manera de distribución de la luz emitida por las fuentes. (INSST, 1989)

Nivel de iluminación o iluminancia (E)

Esta magnitud es una característica propia del objeto que está siendo iluminado, esto nos muestra la cantidad de luz que influye en dicho objeto sobre la superficie de este aplicando cierta fuente lumínica. (INSST, 1989)

La Luminancia

Esta cualidad es propia del objeto iluminado con cierta dirección.

Es la sensación de claridad que perciben los ojos, vemos con mayor o menor claridad objetos que poseen la misma cantidad de luz y con la misma fuente que lo emite y de esto depende su luminancia, esto quiere decir que un objeto puede tener la sensación de estar más claro dependiendo del material que está hecho o su color esto depende de cuanta luz absorbe. (INSST, 1989)

Deslumbramiento

Son reflejos de luz o una fuente de luz que se encuentra frente al trabajador y su destello va directo a su ángulo de visión provocando deslumbramiento afectando a una correcta visualización o molestias en la visión.

Debemos evitar los deslumbramientos que pueden provocarse en los puestos de trabajo ya sea por una exposición directa de la fuente de luz hacia los ojos o por reflejos de esta sobre la

superficie de trabajo, para esto debemos evitar que las mesas de trabajo o maquinarias sean de materiales brillantes preferentemente deben tener una pintura mate en su superficie, con respecto a las ventanas se debe evitar que el trabajador esté de frente a una ventana ya que puede provocar molestias o incomodidad y por último en el caso de luminarias debemos evitar que la luminancia de estas por su ángulo provoquen incomodidad visual, para esto debemos cerciorarnos que el ángulo de luminancia no afecte a la visión y la distribución de las luminarias no provoque deslumbramientos, de la misma manera cuando la luz natural ingresa por una ventana no debe reflejar en el piso ya que puede ocasionar un accidente perdiendo visibilidad de detalles como un desnivel o algún objeto que se encuentre en el piso provocando una caída, para evitar esto se deben utilizar vidrios de color oscuro que minimicen el reflejo pero que permitan el ingreso de luz natural, se pueden utilizar también persianas con movimiento que dirijan esta luz. (INSST, 2015)

1.2.4 Efectos a la salud de la iluminación

La luz artificial emite radiaciones ultravioletas e infrarrojas la OMS (Organización Mundial de la Salud) dice que es poco probable que estos rayos que emiten las fuentes de luminosas tengan efectos negativos sobre la salud, sin embargo, la exposición a fuentes muy intensas o utilizadas a corta distancia si pueden provocar algún daño.

La sobreexposición a los rayos ultravioletas del sol la sobreexposición a los rayos UV de la luz artificial puede causar quemaduras en la piel y si esta exposición es prolongada puede causar cáncer de piel como melanoma, carcinoma baso celular y carcinoma de células.

No se ha podido evidenciar daños oculares a exposiciones breves a lámparas que son utilizadas en domicilios y oficinas, tampoco existen pruebas que la exposición extensa en condiciones normales pueda causar un daño de córnea, así como la exposición a los rayos UV del sol que causan esta enfermedad y también cataratas.

Las enfermedades más comunes que se pueden presentar son problemas de piel que son los más comunes pero evidentes en personas que tienen piel fotosensible, aunque esto se manifiesta con una sobrexposición o exposición prolongada sin tener evidencias certeras de la causa.

Se han podido observar desórdenes alimenticios, cefaleas, fatiga visual, trastornos en el sueño, trastornos gastrointestinales y hasta trastornos cardiovasculares esto no se debe a la cantidad de luz artificial que ahora está disponible en todas partes, por ejemplo los aparatos electrónicos, computadores, televisores y juegos de video, todos estos contribuyen a que las personas no sientan sueño a la hora que deberían y se produce una especie de insomnio provocado por estas luces afectando nuestro ritmo circadiano que funciona con un ciclo diario y tienen que ver con la luz y la oscuridad, esto se ve también afectado por los cambios de turno y trabajos nocturnos y veladas. (Comisión Europea, 2012)

1.2.5 Ergonomía y funcionalidad de la iluminación

La iluminación debe ser ergonómicamente óptima y funcional para los trabajadores y esto se logra cuando las fuentes lumínicas nos permiten distinguir formas, colores, objetos en movimiento, detalles, etc. evitando deslumbramientos, utilizando luminarias correctas con difusores de luz limpios evitando así la fatiga visual y la incomodidad en el trabajador, para esto se deben tomar en cuenta varios aspectos importantes como:

Las condiciones del trabajador, como su capacidad visual y su edad, la edad es importante ya que a mayor edad su capacidad visual disminuye y la iluminación debe ser diferente, esta capacidad visual tiene que ver también con la agudeza visual, sensibilidad y velocidad de percepción.

Las condiciones del entorno también son importantes ya que tiene que ver con las dimensiones del espacio, los colores, las formas y textura de las mesas de trabajo y paredes.

Las condiciones de la tarea son importantes también ya que no todas las tareas requieren la misma iluminación, por ejemplo, una tarea de un relojero o joyero requiere precisión, pero una tarea de administrativa de escritorio no requiere la misma iluminación, por esta razón debemos tomar en cuenta también el tamaño de los objetos a manipular, el contraste de los colores y como dijimos la complejidad de la tarea.

Las condiciones del lugar y su estructura, para esto se toma en cuenta la posición de los puntos de fuentes lumínicas, la distribución, el diseño si se requiere iluminación dispersa o directa, tipo de fuentes de luz, luz natural versus luz artificial, par esto debemos tomar en cuenta el tiempo ya que la luz natural no es igual todo el tiempo dependiendo de la hora y la estación es mayor o menor. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015)

1.2.6 Formas de iluminación

Existen varias especialidades de iluminación para los diferentes sitios, ambientes, industrias y oficinas existentes, por ejemplo, está la iluminación arquitectónica, iluminación fotográfica, iluminación para puestos de trabajo e iluminación para exteriores, basados en estos tipos de iluminación se toma en cuenta también las lámparas o bombillas que son recomendables para interiores y exteriores dependiendo el área a iluminar y su uso.

Empresas diseñadoras de espacios interiores con experiencia en el mercado y dedicadas a la iluminación interior recomiendan los siguientes niveles de iluminación para espacios industriales, de oficinas y de hogar. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015)

Figura 3: Valores de iluminación recomendada

Iluminación recomendada (LUX)		
Tareas visuales excepcionalmente exigentes (p.e. montajes microelectrónicos).	20.000	Tareas especiales (p.e. cirugía).
	15.000	
	10.000	
	7.500	
	5.000	
Tareas con requisitos visuales especiales (p.e. grabado, inspecciones de tejido).	3.000	Tareas prolongadas que requieren precisión (p.e. microelectrónica, relojería).
	2.000	
	1.500	
	1.000	
	750	
Tareas con requisitos visuales limitados (maquinaria pesada, salas de conferencias).	500	Tareas con requisitos visuales normales (maquinaria de peso medio, espacios de oficina).
	300	
	200	
	150	
	100	
Solo como medio para guiar a los visitantes durante breves intervalos.	75	Zonas no pensadas para el trabajo continuo (áreas de almacén, vías de acceso).
	50	
	30	
	20	
		Zonas abiertas al acceso público con alrededores oscuros.

Información de: <http://www.beindesign.cat/niveles-de-iluminacion-recomendados-por-espacios/>

Figura 4: Niveles recomendados de iluminación en oficinas

Zonas comunes	Halls	Pasillos	Escaleras Ascensores	Salones
<i>Em (lx)</i>	150	100	150	300
Tiendas - Retail	Escaparates	Ventas Exposición	Packaging Caja	Almacén
<i>Em (lx)</i>	750	300	500	200
Residencial Viviendas	Salones	Dormitorios	Cocina	Baños
<i>Em (lx)</i>	300	150	200	200
Oficinas	Recepción	Despachos Salas trabajo	Salas de diseño	Archivo
<i>Em (lx)</i>	400	500	600	200
Otras actividades	Auditorios	Habitaciones Hotel	Restaurantes	Clases
<i>Em (lx)</i>	300	200	150	500

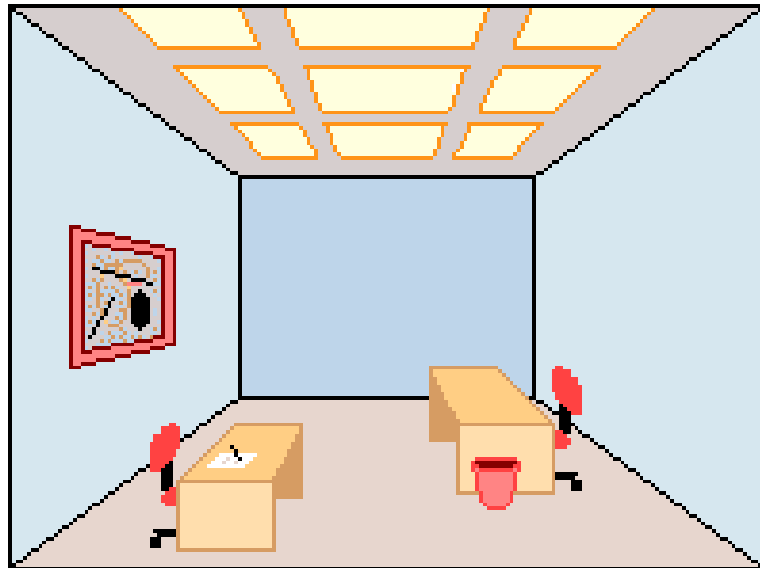
Tomada de: <https://www.avanluce.com/iluminacion-de-oficinas-modernas-normativa-y-consejos-tecnicos/>

Ahora tomando en cuenta lo que nos compete es el tipo de iluminación según el puesto de trabajo y necesario para el tipo de trabajo que se realiza tenemos:

Iluminación general.- este tipo de iluminación también llamado iluminación ambiental se caracteriza por ser una iluminación que abarca todo el ambiente es una iluminación global que puede ser únicamente con luz artificial, natural o una combinación de las dos, se pueden colocar varios tipos de luz artificial pero siempre abarcando todo el ambiente con una distribución de luminarias óptimo.

Por ejemplo, un pasillo, un hall o un galpón donde la iluminación se coloca por lo general en el techo.

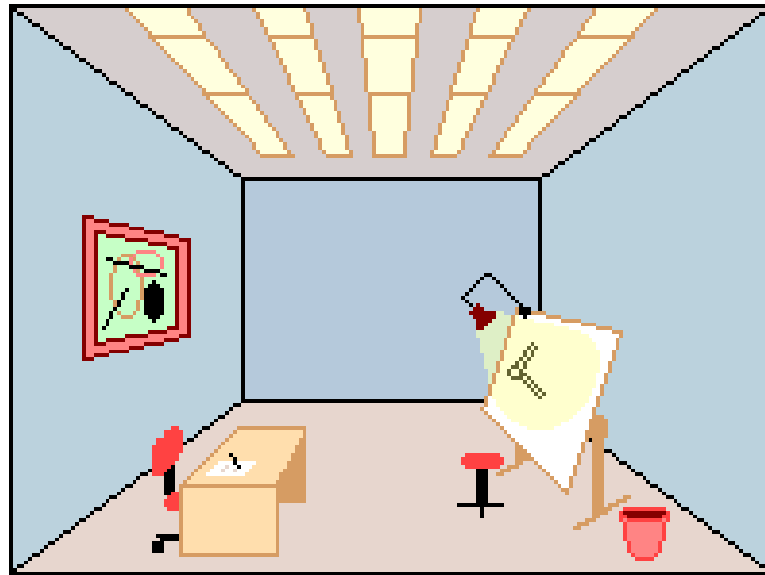
Figura 5: Iluminación General



Tomada de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>

Iluminación localizada.- Este tipo de iluminación se utiliza por lo general en mesas de trabajo donde la tarea es de detalle como un joyero, dibujante o relojero estas tareas requieren de una mejor visualización de los detalles, la luminaria o fuente de luz se sitúa sobre la superficie de trabajo con la finalidad que esa luz proyecte su haz sobre los objetos en que se están trabajando, esta iluminación será siempre suplementaria a la ambiental.

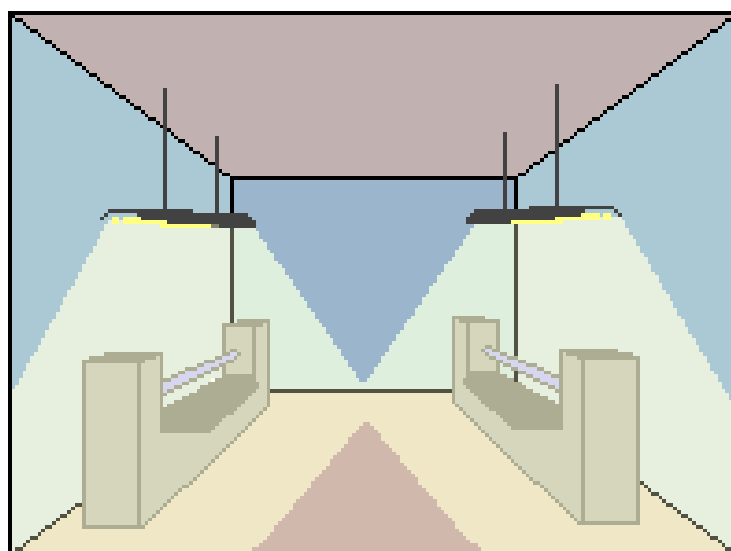
Figura 6: Iluminación Localizada



Tomada de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>

Iluminación general localizada.- Este tipo de iluminación se sitúa sobre áreas de trabajo con una distribución no necesariamente uniforme ya que esta se sitúa sobre el puesto más no sobre la tarea como en el localizado, esta luz se concentra donde se necesita, los inconvenientes de este tipo de luz es que puede provocar deslumbramientos a otras áreas que están cerca otro problema es que si se requiere hacer un cambio de sitio de ese puesto es necesario mover la luminaria también, se utiliza en maquinarias donde el operador requiere de mayor iluminación por la tarea que realiza, a veces no existe una combinación de iluminación general centralizada.

Figura 7: Iluminación General localizada



Tomada de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>

Para trabajos con pantallas de visualización de datos según la NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo del Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España recomienda un nivel de iluminación con relación a valores de 400 lux con iluminación general y en la pantalla de datos de 150 lux, esto tomando en cuenta que el usuario tener confort en dos tareas distintas que son visualización de documentos físicos y lectura de datos o documentos en la pantalla del computador.

1.2.7 Tipos de lámparas y bombillos utilizados para interiores y exteriores.

Incandescentes.- Estas bombillas funcionan con un filamento que se encuentra dentro de una bombilla de cristal al vacío con un gas inerte y al pasar la electricidad por el filamento este se enciende creando incandescencia más a o menos a unos 3000 grados centígrados.

Según los fabricantes de estas bombillas tienen una vida útil de 1.000 horas aproximadamente y su rendimiento es de 11 lumen por vatio consumido, es por esta razón que es un bombillo no muy eficiente ya que parte de la energía se transforma en calor y la pierde, a pesar de ser uno de los artefactos considerado el más útil y que ha perdurado en el mercado desde su invención no es eficaz, se considera que una bombilla de 100 vatios solo usa 2° vatios para iluminar. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 8: Bombilla incandescente



Tomada de: <https://teknikailuminacion.files.wordpress.com/2013/06/esquema-bombilla-incandescente.jpg>

Halógenas.- El funcionamiento de estas bombillas es similar al de las incandescentes la diferencia es que dentro no tiene un gas inerte sino gas halógeno por eso su nombre, estas bombillas tienen la particularidad que pueden regenerar su filamento así aumenta su eficiencia, algunos fabricantes añaden gas Xenón que con el paso de la corriente eléctrica brilla más.

Estas bombillas tienen una vida útil de aproximadamente 2.000 horas y su rendimiento aproximado es de 21 lumen por vatio, estas lámparas tampoco son eficientes el ahorro de energía eléctrica es apenas de un 20 o 30 por ciento dependiendo del fabricante, por esta razón la Unión Europea decidió dejar de fabricarla y hasta dejar de comercializarla, porque el ahorro que ofrecen no es el mejor.

Ahora esta misma tecnología de lámparas o bombillas tienen una variante en 12 o 24 voltios que ofrecen un ahorro considerable de energía y una buena iluminación, el problema es que requieren un transformador para cambiar la tensión, estas llegan a tener un rendimiento aproximado de 25 lumen por vatio a estas se las conoce como dicroico y son muy utilizadas para exposiciones en museos o galerías ya que su luz es directa y es bueno para exposiciones, su vida útil es mayor que las de voltaje de 120 voltios, ya que tienen 5000 horas aproximadas de uso y las de 120V apenas 2000 horas de uso. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 9: Lámpara Halógena



Tomada de: https://www.osram.es/ecat/SIRIUS-L%C3%A1mparas%20indicadoras%20y%20se%C3%B1alizaci%C3%B3n-L%C3%A1mparas-Digital%20Systems/es/es/GPS01_1028583/PP_EUROPE_ES_eCat/ZMP_60723/

Esta tecnología de bombillas es utilizada también para la industria automotriz básicamente utilizada en los faros de los autos, aunque contienen mayor cantidad de gas Xenón para hacerlas más brillantes.

Figura 10: Bombilla Halógena



Tomado de: https://st.depositphotos.com/1534011/2215/i/950/depositphotos_22158643-stock-photo-halogen-car-bulb.jpg

Fluorescentes.- Estas lámparas contienen 3 gases en su interior, Hg (mercurio), Ar (argón) y Ne (neón), cuando aplicamos corriente eléctrica estos gases se ionizan y su temperatura aumenta cerrando el circuito provocando que los filamentos situados a cada lado del tubo se calienten creando un plasma interno emitiendo luz en escala de ultravioleta, para que sea visible para el ojo humano se añade una cantidad de fósforo lo que provoca un cambio de frecuencia de luz, según la cantidad de fósforo se pueden conseguir varios tipos de luz.

Estas lámparas son también aplicadas a las luces de neón que al momento de su descubrimiento fueron puestas en todos los letreros de Las Vegas.

El gran problema de estas lámparas es desecharlas ya que tienen componentes electrónicos y por los gases que tiene principalmente el vapor de mercurio contamina el ambiente a pesar de ser unas de las más economizadoras de electricidad por el bajo consumo que requieren.

Los ahora llamados focos ahorradores que son lámparas compactas tienen una duración de vida útil aproximada de 15.000 horas que equivale a comprar 15 focos incandescentes. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 11: Bombillo Fluorescente



Tomado de: <https://promart.vteximg.com.br/arquivos/ids/226275-1000-1000/107289.jpg?v=636256152530670000>

Lámparas de descarga.- El funcionamiento de estas lámparas es muy similar a las de incandescencia pero se diferencian por el gas que tienen dentro que puede ser vapor de mercurio, halogenuro metálico o sodio también como vapor y puede estar a alta o baja presión, dependiendo del gas que tenga dentro es el color de luz que emite, estas lámparas requieren un tiempo de encendido ya que el gas debe calentarse aunque funcionen a menor temperatura que las incandescentes.

Estas lámparas son en su mayoría utilizadas donde la luz natural es prácticamente nula y se requiere una buena iluminación, como son los estadios, galpones, bodegas y naves industriales, son utilizadas también para alumbrado público.

Estas lámparas pueden ser de 20 hasta 2000 vatios, su vida útil se estima entre las 15.000 y 25.000 horas.

Las lámparas de vapor de mercurio tienen un rendimiento de 60 lumen por vatio, las de sodio su rendimiento es de 120 lumen por vatio y la de halogenuros metálicos es de 95 lumen por vatio, estas lámparas demoran en el encendido aproximadamente entre 3 a 5 minutos hasta llegar a su potencia lumínica total. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 12: Lámparas de Descarga



Tomada de: <http://www.transmagneca.com/wordpress/las-lamparas-de-descarga-de-alta-intensidad-hid/>

Lámparas de Inducción.- El funcionamiento de estas lámparas es similar a las fluorescentes y a las de descarga con la diferencia que se crea un campo magnético desde el exterior de la bombilla estas lámparas ofrecen un alto ahorro de energía eléctrica superando en algunos casos los 80 lumen por vatio consumido, se encienden instantáneamente sin un tiempo de espera como las lámparas de descarga y tienen un tiempo de vida útil entre las 85.000 y 100.000 horas aproximadamente, existen también las de inducción interna pero no son muy utilizadas estas tienen un tiempo de vida entre las 65.000 y 75.000 horas aproximadamente.

El ahorro de energía eléctrica de estas lámparas es del 60% y su eficacia es mayor a cualquier otra bombilla ya que no tiene filamentos internos, es básicamente un tubo rodeado de dos partes metálicas que producen el campo electromagnético que las enciende, estas lámparas emiten poco calor lo que las hace más eficientes aún, este tipo de lámparas es muy utilizado en cuartos fríos ya que el aire acondicionado no debe hacer mucho esfuerzo en enfriar el calor que emite, son utilizadas también en galpones, grandes bodegas y alumbrado público. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 13: Lámparas de Inducción



Tomada de: <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=267>

Lámparas LED.- por sus siglas en inglés Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz) es un semiconductor que al aplicar energía eléctrica emite luz, a pesar que su invención ya es de hace muchos años atrás y se utilizaba básicamente en señalización de equipos electrónicos con luces de colores no muy brillantes recién en 2014 fue posible crear luz azul dentro de este semiconductor pero con un alto flujo luminoso con un rendimiento que puede superar los 140 lumen por vatio lo que le hace extremadamente ahorrador pero que pierde efectividad y energía por el calor que emite, el área de aplicación es muy pequeña apenas 1 milímetro cuadrado y

para percibir luz blanca este semiconductor es recubierto por una capa de fósforo que filtra la luz azul, cuanto más fosforo se añade la luz puede ser más cálida o fría.

Estos focos tienen un tiempo de vida útil entre 45.000 a 55.000 horas dependiendo del fabricante, son muy utilizados para interiores y se fabrican básicamente en cintas de varios LED's al interior de una lámpara o varios apostados en una tarjeta al interior de un bulbo o bombilla, también existen reflectores para exteriores, pero aún no es utilizada para alumbrado público sin embargo si se utiliza para iluminar zonas como parques.

Considerando que estas lámparas tienen un consumo bajo se utilizan mucho con paneles solares por su bajo consumo y gran capacidad de iluminación, por ejemplo, una bombilla LED de 3 vatios ilumina igual que una de 20 vatios incandescente o halógena emitiendo entre 120 y 180 lumen. (OLIVA ILUMINACION, 2008)

Figura 14: Bombillo LED



Tomada de: <http://www.bombillasled.net/bombillas-led-e27/591-bombilla-led-e27-16w-a65.html>

1.2.8 El Luxómetro.- es utilizado en higiene y seguridad ocupacional para determinar y evaluar si los puestos de trabajo o áreas de paso se encuentran correctamente iluminados y así evitar ya sean accidentes o fatiga visual en los trabajadores, es un aparato electrónico que se utiliza para para medir el nivel de iluminación en unidades de LUX, un Lux equivale a 1 lumen por metro cuadrado, el aparato dispone de una célula fotoeléctrica que cuando la luz ingresa

por la célula los electrones emiten una señal eléctrica que la transforma en luxes y nos permite saber el nivel de iluminación, por lo general los luxómetros tienen un valor de incertidumbre del ± 5 aunque este valor dependerá de cada fabricante y la precisión del equipo, esta medición puede ser cuantificable, este aparato es muy útil en las exposiciones de cuadros o museos ya que una excesiva iluminación puede afectar piezas valiosas que pueden ser fotosensibles.

Para realizar estas mediciones es importante que el trabajador se encuentre en su área o puesto de trabajo y colocar la fotocélula en el centro del plano de trabajo evitando objetos que puedan provocar destellos de luz estos son objetos brillantes o ropas de colores claros que puedan reflejar la luz estas recomendaciones son más para la persona que realiza la medición, debemos evitar provocar sombras y alejarnos de la fotocélula lo más posible, por esta razón se aconseja tener un luxómetro con fotocélula independiente con un cable que pueda ayudarnos a la medición sin interferir negativamente. (Prado, 2017)

Figura 15: Luxómetro



Tomada de: <https://proviento.com.ec/store/medidores-portatiles/116-luxometro-con-datalogger-sper-scientific.html>

1.2.9 Normativa legal internacional y nacional vigente correspondiente a iluminación

En la normativa legal internacional vigente que rige tenemos las normas UNE (Una Norma Española) que son normas españolas aprobadas por la AENOR (Asociación de Española de Normalización y Certificación) que es un organismo privado sin fines de lucro reconocido en España para la normalización que consta en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, las normas aprobadas por esta organización para temas de iluminación tenemos:

UNE –EN 12464-1: 2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

Esta norma describe las especificaciones y requisitos de iluminación para diferentes puestos de trabajo que se realizan en interiores para satisfacer las necesidades de los trabajadores para un lugar confortable y mejores prestaciones visuales considerando tareas de visualización corriente y con equipos PVD.

Además, permite realizar un diseño de iluminación óptimo tomando en cuenta la cantidad y calidad de iluminación considerando iluminancias para cada área de trabajo o tareas específicas, apantallamientos para evitar deslumbramientos, además de recomendaciones en buenas prácticas de iluminación. (INSST, s.f.)

UNE –EN 12464-2: 2008. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en exteriores.

En esta norma encontramos directrices para iluminación en trabajos o tareas que se realizan en el exterior, también especifica cantidad y calidad de la iluminación como también pantallas si es necesario tablas con valores recomendados de iluminancia y límites de índice de

deslumbramiento permitiendo así un lugar confortable considerando tareas corrientes y no tan específicas. (INSST, s.f.)

UNE 72-163-84. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

Esta norma establece un método de iluminancia específica para puestos de trabajo donde la iluminación debe ser puesta en un punto específico o superficie ya que la zona o tarea así lo requiere ya que tienen una exigencia visual específica para desarrollar el trabajo sin contratiempos. (INSST, s.f.)

UNE 72-502-84. Sistemas de iluminación. Clasificación general.

Dicha norma clasifica las fuentes de iluminación tomando en cuenta la distribución de la luz objetivos y características de estas. (INSST, s.f.)

UNE 72-153-85. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

Esta norma establece un nexo entre la exigencia de la tarea y la iluminación de la zona de la tarea para que se pueda realizar de una manera aceptable. (INSST, s.f.)

UNE-EN 1838:2000. Iluminación. Alumbrado de emergencia.

Aquí vemos los requisitos mínimos exigibles para lámparas de emergencia iluminación para vías de evacuación, el correcto diseño de este sistema de alumbrado permitirá una evacuación segura de cualquier lugar, estos sistemas se aplican en sitios donde el público en general o los trabajadores que por esas instalaciones transitan. (INSST, s.f.)

UNE-EN 12665:2012. Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

En esta norma se especifican términos básicos para ser utilizados en todo tipo y aplicación de alumbrado dentro del marco y especificaciones que este requiere para asegurar una iluminación óptima y segura garantizando movimiento y visualización de colores y confort visual en buenas condiciones. (INSST, s.f.)

Norma EN ISO 28803:2012. Ergonomics of the physical environment Application of International Standards to people with special requirements.

Esta norma ISO Europea fue creada para establecer principios de ambientes de trabajo seguros para personas con capacidades y necesidades especiales, básicamente habla de crear un ambiente de trabajo que se ajuste a estas personas y tiene que ver con el ruido, iluminación, vibraciones y temperatura creando un lugar de trabajo confortable tomando en cuenta una discapacidad o sensibilidad hacia estos factores que pueden afectar la salud de estas personas. (INSST, s.f.)

Nota: Para consulta de extractos de normativa internacional favor mirar anexos.

Normativa Ecuatoriana.

La legislación nacional vigente en Ecuador en temas de iluminación se basa en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medioambiente de Trabajo que es el Decreto Ejecutivo 2393 expedido en noviembre de 1986 donde cita en los siguientes artículos referentes a iluminación en puestos de trabajo:

Art. 11.- Obligaciones de los empleadores.- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

Art. 14.- De los comités de seguridad e higiene del trabajo.

Numeral **10.** Son funciones del Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo de cada Empresa, las siguientes:

Literales:

c) Realizar la inspección general de edificios, instalaciones y equipos de los centros de trabajo, recomendando la adopción de las medidas preventivas necesarias.

g) Analizar las condiciones de trabajo en la empresa y solicitar a sus directivos la adopción de medidas de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Art. 15.- De la unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo.-

2. Son funciones de la Unidad de Seguridad e Higiene, entre otras las siguientes:

b) Control de riesgos profesionales;

Art.56. Iluminación, niveles mínimos.

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la siguiente tabla:

ILUMINACIÓN MÍNIMA LUXES	ACTIVIDADES
20 LUXES	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 LUXES	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 LUXES	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, luxes ascensores.
200 LUXES	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 LUXES	<u>Siempre</u> que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 LUXES	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 LUXES	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de luxes precisión electrónicos, relojería.

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Art. 57.- ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

1. *Norma General*

En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión.

Se deberán señalar y especificar las áreas que de conformidad con las disposiciones del presente reglamento y de otras normas que tengan relación con la energía eléctrica, puedan constituir peligro.

2. *Iluminación localizada.*

Cuando la índole del trabajo exija la iluminación intensa de un lugar determinado, se combinará la iluminación general con otro local, adaptada a la labor que se ejecute, de tal modo que evite deslumbramientos; en este caso, la iluminación general más débil será como mínimo de 1/3 de la iluminación localizada, medidas ambas en lux.

3. *Uniformidad de la iluminación general.*

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

4. *Para evitar deslumbramientos se adoptarán las siguientes medidas:*

a) No se emplearán lámparas desnudas a menos de 5 metros del suelo, exceptuando aquellas que en el proceso de fabricación se les haya incorporado protección antideslumbrante.

b) Para alumbrado localizado, se utilizarán reflectores o pantallas difusoras que oculten completamente el punto de luz al ojo del trabajador.

c) En los puestos de trabajo que requieran iluminación como un foco dirigido, se evitará que el ángulo formado por el rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador sea inferior a 30 grados. El valor ideal se fija en 45 grados.

d) Los reflejos e imágenes de las fuentes luminosas en las superficies brillantes se evitarán mediante el uso de pinturas mates, pantallas u otros medios adecuados.

5. Fuentes oscilantes.

Se prohíbe el empleo de fuentes de luz que produzcan oscilaciones en la emisión de flujo luminoso, con excepción de las luces de advertencia.

6. Iluminación fluorescente.

Cuando se emplee iluminación fluorescente, los focos luminosos serán como mínimo dobles, debiendo conectarse repartidos entre las fases y no se alimentarán con corriente que no tenga al menos cincuenta períodos por segundo.

7. (Reformado por el Art. 36 del D.E. 4217, R.O. 997, 10VIII1988) Iluminación de locales con riesgos especiales.

En los locales en que existan riesgos de explosión o incendio por las actividades que en ellos se desarrollen o por las materias almacenadas en los mismos, el sistema de iluminación deberá ser antideflagrante.

CAPÍTULO II

MÉTODO

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo se consideró como descriptivo y explicativo al ser un manual para realizar mediciones de luz en un laboratorio, especialmente en las prácticas que realizaremos tomando en cuenta los equipos a utilizar.

2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de modalidad cualitativa y cuantitativa pues así se evaluará que cada ambiente sea cómodo para realizar las actividades con eficacia, seguridad y control de maquinarias, facilitando la visualización de objetos no solo mejorando la producción, sino también el estado del personal reduciendo la fatiga, y reduciendo posibles accidentes dentro de la organización.

Para esto se realizará un estudio de campo con diferentes tipos fuentes lumínicas y diferentes equipos de medición, evaluar y comparar estos equipos, definiendo procedimientos para una correcta medición de luz.

2.3 MÉTODO

Nos permitirá recopilar información de cantidad y calidad de iluminación con observación de campo e investigación documental para definir las luminarias y equipo de medición idóneo para las diferentes áreas y actividades que se realizan en las diferentes organizaciones o procesos productivos de estas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

Para el presente trabajo se realizó una práctica para medición de luz en un laboratorio con diferentes tipos de luminarias a distintas distancias a lo largo del laboratorio, y tres cajas del mismo tamaño con distintos colores y dos luminarias diferentes, obteniendo y comparando los resultados de esas mediciones, se pretende desarrollar el manual para prácticas en el laboratorio, correcto uso del instrumental, definir número de prácticas tomando en cuenta las normas técnicas existentes y técnicas recomendadas en textos.

Analizando la tabla de los niveles mínimos de iluminación que recomienda el Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo se realizó una comparación de estos niveles mínimos de iluminación con otros países de la región como es Colombia, Chile y Perú ya que algunos valores de nuestra norma parecen ser bajos, por ejemplo en la iluminación que tiene que ver con pasillos y lugares de paso, a pesar que la NTP_211 del Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo coincide en la mayoría de valores con nuestro Decreto Ejecutivo, en los países con los que se realizó la comparación los valores mínimos para iluminación son más altos para el mismo tipo de actividad.

Tabla 1

Comparativa cantidad de LUXES en la región

ACTIVIDADES	ILUMINACIÓN MÍNIMA LUXES			
	Ecuador	Chile	Colombia	Perú
Pasillos, patios y lugares de paso.	20 LUXES	50 LUXES	50 LUXES	100 LUXES
Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.	50 LUXES	100 LUXES	100 LUXES	100 LUXES
Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, luxes ascensores.	100 LUXES	300 LUXES	300 LUXES	300 LUXES
Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.	200 LUXES	500 LUXES	300 LUXES	750 LUXES

Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.	300 LUXES	400 LUXES	500 LUXES	500 LUXES
Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.	500 LUXES	600 LUXES	500 LUXES	750 LUXES
Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de lúmenes precisión electrónicos, relojería.	1000 LUXES	No especifica	1000 LUXES	1500 LUXES

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo -Ecuador, NCH 4-2003 Instalaciones de Alumbrado-Chile, Resolución No. 180540 Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-Colombia, Norma EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores-Perú, ver anexo.

3.2 APLICACIÓN PRÁCTICA

Para realizar esta práctica se ha seleccionado un LUXÓMETRO de marca SPER SCIENTIFIC modelo 850007, posee su sensor de luz con un cable que conecta al dispositivo y es externo a la unidad lo que permite realizar mediciones de iluminación precisas ya que al momento de acercarnos al dispositivo podemos generar sombra o un reflejo y la lectura no sería real, este LUXÓMETRO se lo puede colocar en un trípode pequeño para que no genere sombra al sensor y facilita la lectura sin necesidad de acercarse al aparato obstruyendo la fotocelda.

Este equipo posee una pantalla LCD con iluminación para facilitar la visualización de las mediciones, adicional tiene un Socket para tarjeta SD que permite grabar las mediciones realizadas y luego se puede bajar a un archivo con formato Excel o TXT.

El rango de lectura de este LUXOMETRO va de 0 a 100,000 LUX y tiene un rango de exactitud de $\pm 4\%$ de lectura.

Dentro del laboratorio de iluminación existe 3 cajas donde se realizan mediciones, estas tienen puertas para crear un ambiente hermético, nuestro luxómetro permite dejar la fotocelda dentro de la caja y el aparato lector en la parte externa, con un LUXÓMETRO que tiene la fotocelda incorporada sería difícil tomar una medida precisa ya que deberíamos abrir la puerta para ver la pantalla y la lectura sería diferente.

Se tomaron lecturas también con una aplicación de LUXÓMETRO con un teléfono celular para poder comparar la diferencia de medidas.

Tipos de LUXÓMETRO:

Figura 16: *LUXÓMETRO* utilizado



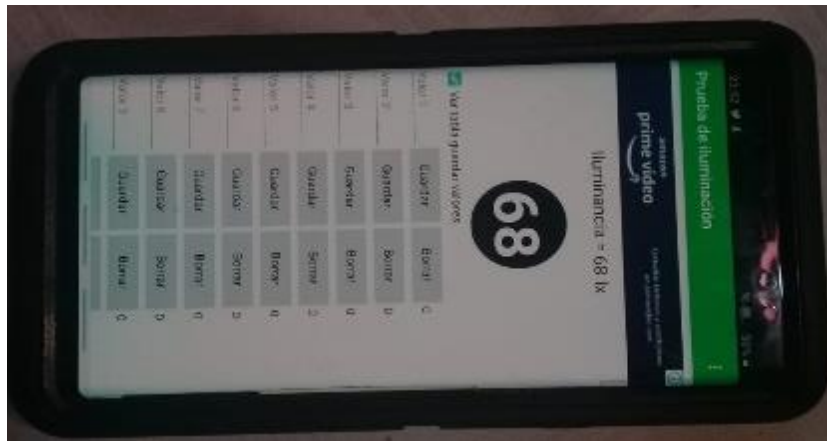
Figura 17: *LUXÓMETRO* con fotocelda incorporada



Fuente: Imagen tomada del manual

Imagen tomada de: <https://www.elfa.se/en/luxmeter-200000-lux-hagner-ec1/p/17681273>

Figura 18: LUXÓMETRO APP teléfono



Fuente: Imagen propia del autor

3.3 MANUAL INSTRUCTIVO PARA REALIZAR CORRECTAMENTE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN.

Introducción.-

El presente manual pretende dar directrices para realizar prácticas de medición de iluminación en un laboratorio de una institución de educación superior con diferentes tipos de luminarias, uso del LUXÓMETRO como realizar la práctica, obtener datos, compararlos e interpretarlos, tomando en cuenta los niveles de iluminación recomendados por la norma ecuatoriana.

Dar directrices para medición de iluminación en centros de trabajo diferentes actividades y en diferentes ambientes o planos de trabajo.

Alcance.-

Este manual podrá ser utilizado por los estudiantes de una institución de educación superior para realizar sus prácticas en el laboratorio.

Guía para realizar mediciones en recintos laborales.

Desarrollo.-

La práctica se desarrolla en un laboratorio de iluminación creado justamente para realizar mediciones con un LUXÓMETRO en los diferentes tipos de luminarias que este posee.

Antes de realizar la práctica se deben tomar medidas de seguridad para evitar accidentes:

- Verificar el estado de las lámparas a simple vista si un bombillo está en mal estado.
- Chequear instalaciones eléctricas, estado de interruptores.
- No manipular los bombillos de las cajas si están calientes.
- Evitar encender todas las luminarias al mismo tiempo, podemos sobrecargar.
- Verificar orden y limpieza.

En el laboratorio encontramos 3 cajas cúbicas con una luminaria en el centro, una de color blanco, otra color crema y una color negro mate, estas cajas tienen las mismas dimensiones con una puerta, un pequeño corte para no remorder el cable de la fotocelda, con estas se pretende realizar mediciones con la fotocelda del Luxómetro primero en el centro de la caja y luego colocándolo en otra posición dentro de la caja y así verificar si la lectura varía dependiendo de la posición de la fotocelda y si afecta el color de cada caja con los resultados.

Cajas para prácticas

Foto 1: Caja Blanca



Foto 2: Caja Crema



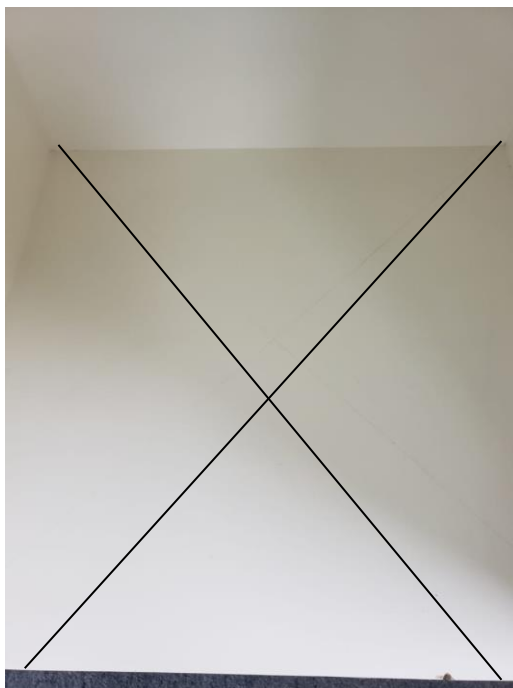
Foto 3: Caja Negro Mate



Fuente: Laboratorio de iluminación

En el piso de cada caja trazamos dos líneas diagonales para encontrar el punto medio de la caja y definir cuadrantes donde podemos ubicar la fotocelda para obtener varias lecturas para pruebas de medición.

Foto 4: Trazo líneas guía



Fuente: Laboratorio de iluminación

Dimensiones de las cajas:

Figura 19: Dimensiones

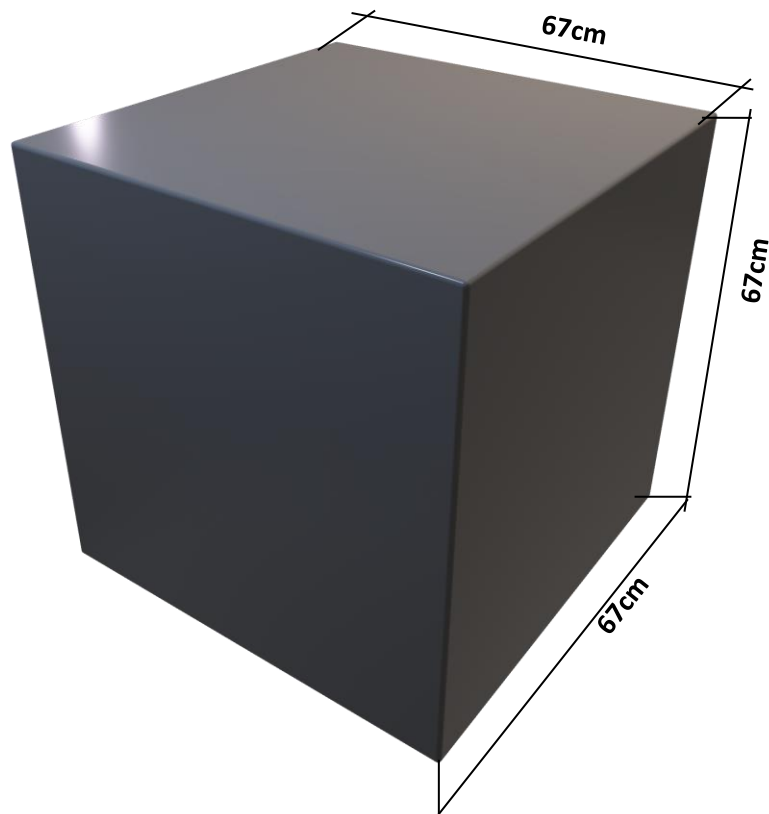
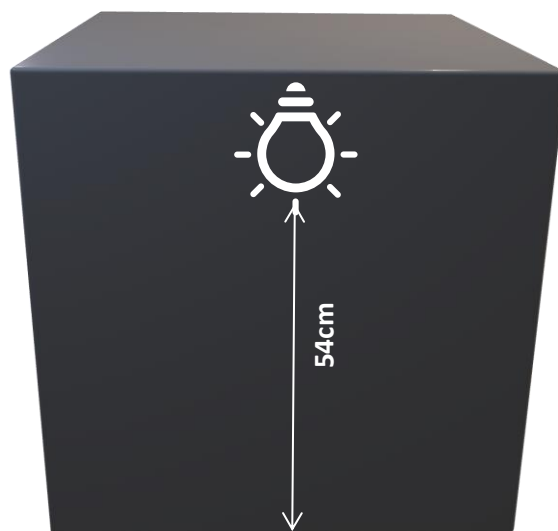


Figura 20: Altura del bombillo



Fuente: Imágenes propias del autor

3.4 PRÁCTICA EN CAJAS

Antes de empezar con las practicas es importante encender el Luxómetro y mantener la tapa de la fotocelda colocada, verificar si en la pantalla aparece 0 LUX, si vemos que refleja ese valor podemos continuar con las mediciones, en caso de dar otro valor debemos calibrar el aparato, con la tapa puesta presionamos el botón que dice ZERO por 3 segundos en la pantalla aparecerá 0, entonces podemos retirar la tapa de la fotocelda y continuar con nuestra práctica debemos también tomar en cuenta al momento de realizar las mediciones que nuestro cuerpo no genere sombras a la fotocelda, por esta razón es mejor colocar el Luxómetro en un trípode para facilitar la lectura de la pantalla sin necesidad de acercarnos al aparato.

Para obtener varios datos se utilizarán 2 bombillos diferentes en cada caja, ambas son de luz blanca, una luminaria es LED de 9 Watts 120V, la otra es Fluorescente de 20 Watts 120V.

Foto 5: Bombillo LED 9 W



Foto 6: Bombillo Fluorescente 20 W



Fuente: Imágenes propias del autor

Encendemos las bombillas y esperamos unos 20 segundos para que emitan su correcta potencia de luz ya que deben calentarse antes de medir, colocamos la fotocelda en el centro de la caja para obtener la primera lectura, luego en una esquina diferente en cada caja, se supone que al mover la fotocelda los datos no deberían cambiar en la medición, la fotocelda del Luxómetro y la luminaria se encuentran a una distancia de 54 cm uno del otro.

Foto 7: Ubicación de la Fotocelda



Fuente: Imagen propia del autor

Datos obtenidos en esta práctica:

Medición en cajas

Lámpara LED	Tipo Bombillo	Potencia 9W
Caja	LUX centro	LUX esquina posterior derecha
Blanca	2291	1740

Lámpara LED	Tipo Bombillo	Potencia 9W
Caja	LUX centro	LUX esquina frontal izquierda
Crema	1505	1090

Lámpara LED	Tipo Bombillo	Potencia 9W
Caja	LUX centro	LUX esquina posterior izquierda
Negro Mate	437	210

Lámpara Fluorecente	Tipo Bombillo	Potencia 20W
Caja	LUX centro	LUX esquina posterior derecha
Blanca	3200	2525

Lámpara Fluorecente	Tipo Bombillo	Potencia 20W
Caja	LUX centro	LUX esquina frontal izquierda
Crema	2038	1570

Lámpara Fluorecente	Tipo Bombillo	Potencia 20W
Caja	LUX centro	LUX esquina posterior izquierda
Negro Mate	450	271

Se realizan también dos lecturas en cada caja con la puerta abierta, una con el Luxómetro y otra con la APP del teléfono celular obteniendo los siguientes datos.

**Medición en cajas puerta abierta
sensor en el centro de la caja
LUXOMETRO vs. APP**

Caja	LUXOMETRO	APP
Blanca	1500	1754
Crema	1370	1150
Negra	455	511

3.5 PRÁCTICA CON DIFERENTES LUMINARIAS

En el laboratorio existen diferentes tipos de luminarias distribuidas en el techo a una altura de 2,90m a lo largo del laboratorio que es de 4,50m de largo, con las que se pueden realizar prácticas de medición de luz, para realizar estas mediciones el equipo de medición, Luxómetro, debe colocarse ya sea en el piso o en un trípode pequeño para facilitar la lectura de la pantalla sin obstruir la fotocelda haciendo sombra o reflejo, la fotocelda se ubica en el piso a 30 cm de la pared, se colocaron marcas a distancias iguales (112,5cm) para realizar las mediciones a lo largo del laboratorio, estas mediciones son para validar iluminación de diferentes tipos de luminaria.

Foto 8: Posicionamiento de Luxómetro



Foto 9: Posicionamiento de Luxómetro

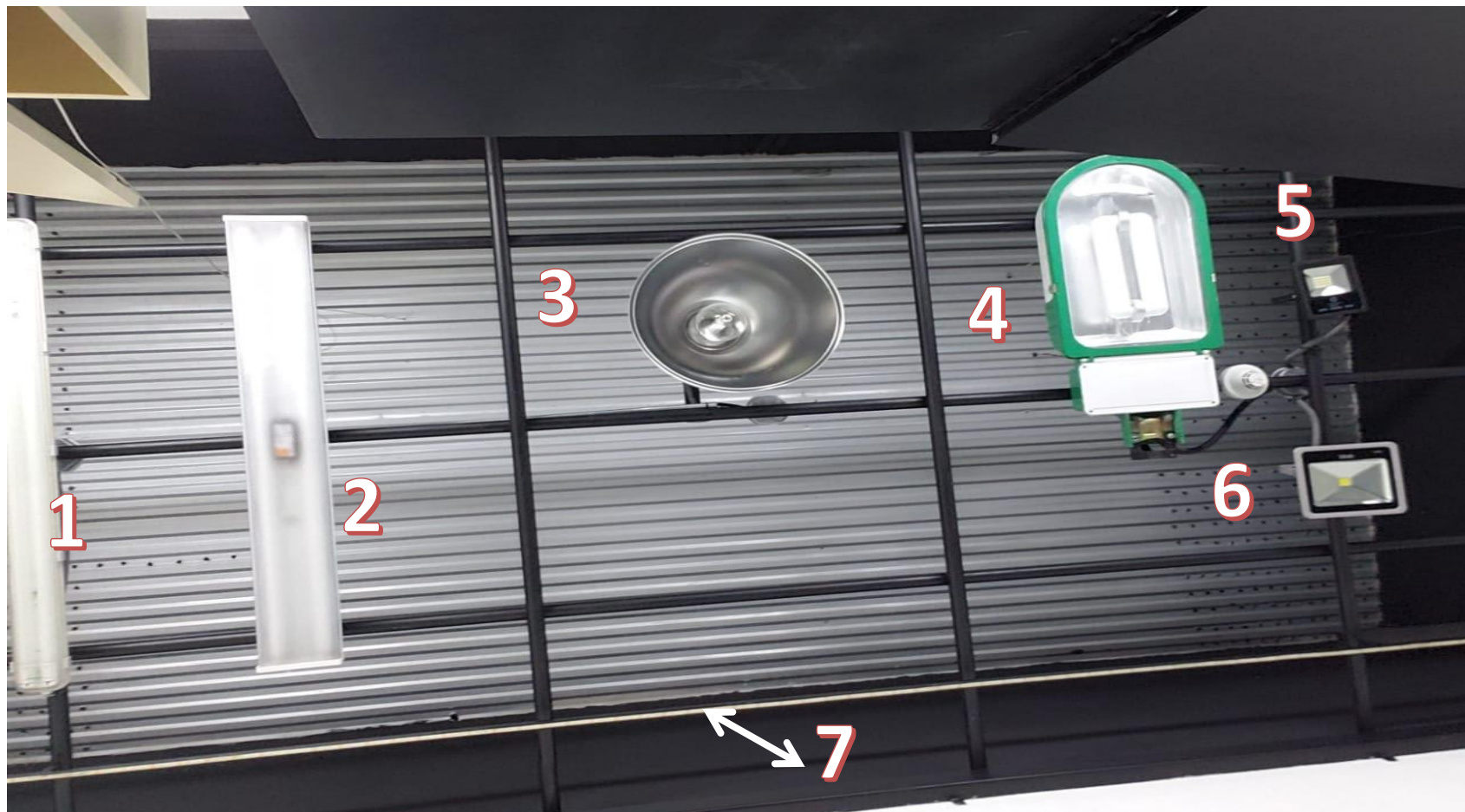


Fuente: Imágenes propias del autor

Luminarias existentes en el laboratorio:

- (1) Lámpara de Tubos LED 110V.
- (2) Lámpara de Tubos Fluorescente 110V.
- (3) Bombona de Hg de 220V.
- (4) Lámpara de Inducción 110V.
- (5) Reflector LED 20W 110V.
- (6) Reflector LED 30W 110V.
- (7) Cinta led varios colores (blanco, rojo, verde azul).

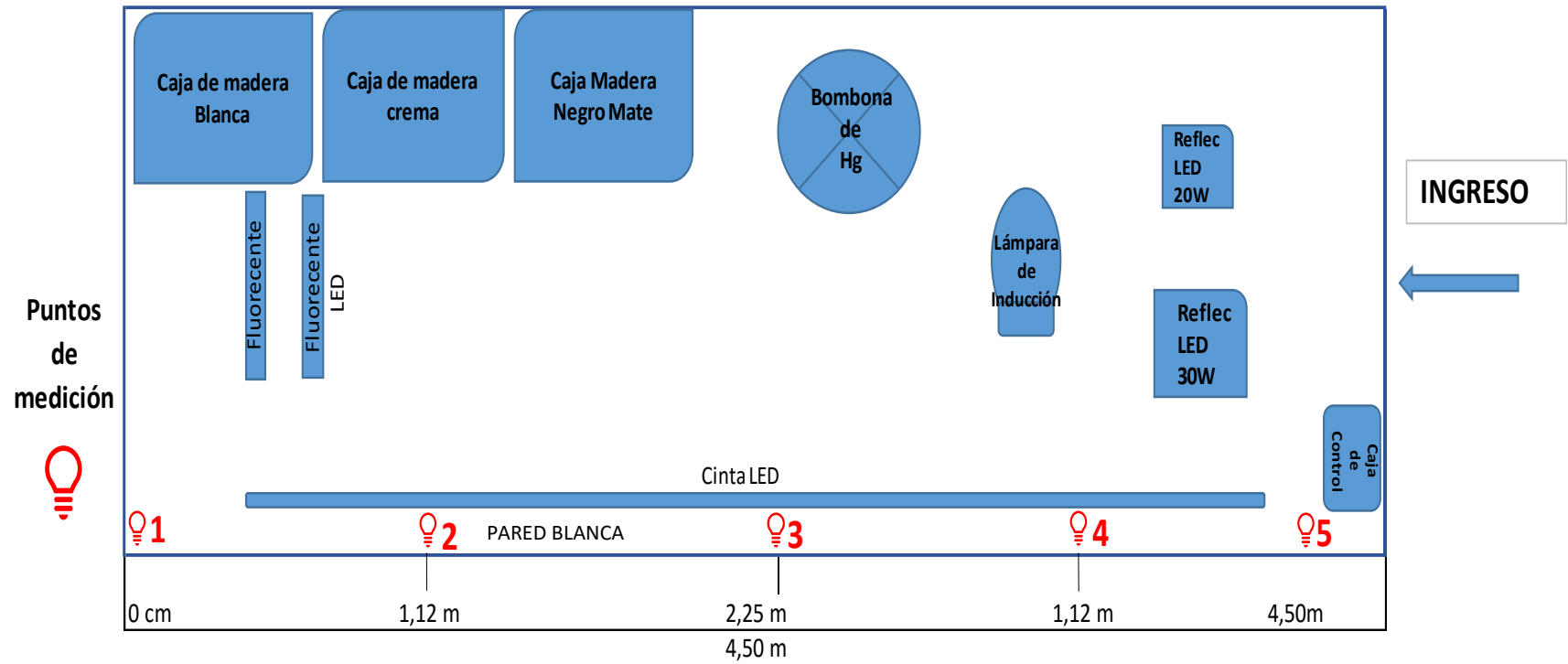
Foto 10: Luminarias



Fuente: Imagen propia del autor

Figura 21: Disposición de Luminarias y puntos de medición

Labortorio práctica de medición de luz



Fuente: Imagen propia del autor

Para esta práctica empezaremos con la Bomba de Hg ya que requiere de un tiempo de encendido de aproximadamente entre 5 a 10 minutos hasta que el gas de mercurio se caliente y llegue a su punto máximo de iluminación, para las otras luminarias basta con esperar menos de un minuto, todos los bombillos y lámparas requieren de un tiempo en calentarse para alcanzar su máxima potencia, por ejemplo las bombillas LED algunos fabricantes exponen que en un tiempo menor a 1 segundo las bombillas llegan al 60% de su potencia, las luminarias fluorescentes demoran en alcanzar su máxima potencia entre 10 a 30 segundos, este tiempo en este tipo de luminarias se incrementa con el paso de horas de uso, depende también del ambiente, si es muy frío demoran en calentar el gas interno para llegar al 100% de iluminación, cuando las luminarias son nuevas es preferible esperar a que sean usadas entre 50 y 100 horas para proceder a las mediciones, esto es por el desgaste de la lámpara cuando son nuevas encienden y se estabilizan en menor tiempo.

Los datos a continuación recopilados fueron tomados con el Luxómetro y la APP del teléfono celular para tener una idea de mediciones con un instrumento de medición certificado y otro que fácilmente se puede conseguir, basta con tener un teléfono inteligente.

Medición con LUXOMETRO nivel del piso

Luminaria	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Promedio
Bombona de Hg	564	785	825	896	770	768
Florecente LED	134	150	118	79	55	107,2
Florecente	113	130	106	65	40	90,8
Reflec Led 30w	29	38	75	110	103	71
Reflec Led 20w	27	34	61	101	111	66,8
Inducción	175	236	322	370	355	291,6
Cinta LED						
Blanco	6	7	6	5	4	5,6
Rojo	2	1	1	1	1	1,2
Verde	6	7	7	6	4	6
Azul	0	1	1	0	0	0,4

Medición con Aplicación de teléfono nivel del piso

Luminaria	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Promedio
Bombona de Hg	355	600	630	688	510	556,6
Florecente LED	116	130	97	57	34	86,8
Florecente	100	123	100	60	28	82,2
Reflec Led 30w	19	24	62	93	86	56,8
Reflec Led 20w	17	25	49	91	94	55,2
Inducción	115	167	250	290	270	218,4
Cinta LED						
Blanco	9	10	11	10	7	9,4
Rojo	10	2	2	1	1	3,2
Verde	6	6	8	8	6	6,8
Azul	5	5	6	6	5	5,4

Luego de realizar estas mediciones a ras del piso se realizaron mediciones ubicando la fotocelda a 1m de altura del piso, como recomiendan algunos textos (Robledo, 2007) y normas para determinar diferencias entre las mediciones realizadas, esta vez ejecutamos la práctica únicamente con el Luxómetro ya que con el teléfono se dificulta la medición, al acercarnos a este para realizar el control, la cifra en luxes varía por que se genera sombra o reflejo, entonces el valor no es real.

Las mediciones las realizaremos siempre al mismo lado ya que en la pared opuesta varían las alturas por la disposición de las cajas de prueba, los resultados de estas mediciones son:

Medición con LUXOMETRO a 1m de altura

Luminaria	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Promedio
Bombona de Hg	725	938	1333	1275	886	1031,4
Florecente LED	216	232	164	75	26	142,6
Florecente	139	172	145	61	24	108,2
Reflec Led 30w	51	62	98	115	150	95,2
Reflec Led 20w	48	58	84	105	116	82,2
Inducción	328	436	832	1235	947	755,6
Cinta LED						
Blanco	6	2	6	14	3	6,2
Rojo	11	4	4	3	3	5
Verde	7	1	3	11	9	6,2
Azul	1	2	2	8	7	4

Porcentaje de diferencia promedio de mediciones piso y 1m sobre el piso, distintas lámparas

Luminaria						Cinta LED			
Bombona de Hg	Florecente LED	Florecente	Reflec Led 30w	Reflec Led 20w	Inducción	Blanco	Rojo	Verde	Azul
25,54%	24,82%	16,08%	25,42%	18,73%	61,41%	9,68%	76,00%	3,23%	90,00%

3.6 MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

Las recomendaciones para realizar mediciones de iluminación en un puesto de trabajo en varias actividades son diferentes a la práctica que realizamos en el laboratorio ya que en lugares de trabajo influyen mucho los colores de paredes objetos que pueden hacer sombra o reflejos, en las mediciones debemos tomar en cuenta también el tipo de iluminación que existe en el sitio, si es iluminación general, localizada o combinada, las mediciones deben ser siempre a la altura del plano de trabajo y debemos conocer la altura a las que se encuentran las luminarias con respecto al plano de trabajo.

La visita preliminar es muy importante, ahí podemos verificar tipos de luminarias, definir puestos de trabajo con poca iluminación, posibles deslumbramientos, evaluar el mantenimiento de luminarias, verificar puntos con luz natural, debemos entrevistarnos con los trabajadores, ellos son los que nos pueden dar información veraz, debemos recorrer todas las áreas para poder determinar los puestos y procesos a evaluar, se obtendrán mínimo 3 datos por cada puesto durante la jornada laboral en la mañana en la tarde y en la noche.

Para mediciones en diferentes ambientes laborales lo que se debe hacer es establecer las áreas a medir y trazar cuadrantes para tomar lecturas en 4 puntos distintos, estos puntos se seleccionan en el área más específica de trabajo o donde el trabajador desarrolla su actividad, entonces por ejemplo si se desarrolla la actividad en una mesa de dibujo por ejemplo en esta se definirán 4 puntos para tomar lecturas, los valores obtenidos de estos puntos sacaremos el promedio, no se recomienda tomar puntos donde exista mucha luz o mucha sombra ya que estos valores no serán representativos para la muestra tomada, debemos definir lectura máxima y mínima así precisar si la iluminación es suficiente o se puede mejorar de alguna manera en ese lugar.

Esta forma de medición se aplica también para mesas de trabajo, actividades en maquinarias en la parte de industrias, tomando siempre en cuenta la altura del plano de trabajo esté de forma horizontal o vertical, los puntos de medición establecidos deben ser en múltiplos de 4 mediciones si el área de trabajo es grande.

En espacios con iluminación general es recomendable dividir el espacio en cuadrados para tomar la medición en el centro de cada cuadro, estos deben medir aproximadamente 1m^2 de todas estas mediciones obtenidas sacaremos el promedio, ese dato nos servirá para evaluar el nivel de iluminación.

Debemos realizar mediciones en todos los puestos de trabajo que existan porque cada puesto se encuentra en un lugar diferente con respecto a las luminarias, con mobiliario diferente, cada puesto y actividad es diferente.

En el caso de disponer puestos de trabajo con iluminación localizada debemos tomar las medidas con el trabajador en su puesto ya que este siempre influirá en los niveles de iluminación, cuando tenemos un plano de trabajo donde la tarea requiere mucha precisión, por ejemplo, relojero o joyero se tomarán las lecturas en el área específica de la tarea que realiza.

Los reflejos y deslumbramientos también es posible medir, esto se hace colocando la fotocelda de forma vertical a la altura de los ojos del trabajador, con estos datos que se obtienen necesariamente en el día y noche podemos evaluar deslumbramientos por ventanas o con el fin de verificar si una superficie brillante está afectando directamente a los ojos del trabajador.

CAPÍTULO IV

DISCUCIÓN

4.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se logró identificar que depende de los colores o condiciones de paredes cercanas al punto de medición y dependiendo de la fuente emisora la iluminación puede variar la medición, en la caja de color negro mate la variación es homogénea con diferentes fuentes.
- ✓ Se logra evidenciar que los luxómetros más recomendados son aquellos que tienen la fotocelda separada al display, se demostró que desarrollar prácticas y tomar mediciones con aplicaciones celulares no son confiables.
- ✓ Se definen los procedimientos para desarrollar medidas de luz en las cajas, como realizar diferentes mediciones en el laboratorio y en diferentes puestos de trabajo.
- ✓ Las lecturas con teléfonos celulares varían incluso por la resolución de su cámara y apertura del obturador aún en el mismo sitio de medición.
- ✓ Se pudo evidenciar en los watts de los bombillos a mayor vatiaje de un bombillo mayor es la intensidad lumínica.
- ✓ Cuanto más cercana es la fuente de luz ya sea por altura o por distancia horizontal la lectura de cantidad de iluminación es mayor, pero hay luminarias que no deben estar muy cerca por el calor que emiten.
- ✓ La cinta de luces LED no emite una luz blanca pura, es una combinación de colores y por eso las lecturas son muy bajas en ese color.

- ✓ A pesar de que algunas lámparas del laboratorio aparentemente iluminan más que otras con la medición vimos que no es así por ejemplo lámpara de inducción.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para obtener mejores resultados en cuanto a cantidad de iluminación es mejor utilizar colores claros en paredes que dispersen la luz de una mejor manera.
- ✓ En ambientes con colores oscuros la cantidad de Iluminación disminuye significativamente entre más oscuro es.
- ✓ Realizar prácticas en las cajas con diferentes tipos de bombillos incluso utilizar luminarias nuevas y usadas de las mismas características para notar diferencias.
- ✓ Ubicar las cajas de prácticas en un sitio donde sea posible tomar medidas en diferentes puntos del laboratorio.
- ✓ Es recomendable utilizar instrumentos certificados para las mediciones.
- ✓ No se recomienda utilizar las aplicaciones de teléfonos inteligentes ya que no es precisa, tiende a variar mucho.
- ✓ Colocar una cinta de luces LED blanco puro.
- ✓ Se pueden colocar bombillos con luz amarilla, en el laboratorio existen lámparas con luz blanca o fría, sería prudente obtener lecturas de estos tipos de luz para compararlos.

- ✓ Comparar diferentes tipos de luminarias y potencias para realizar recomendaciones en domicilios, oficinas, industrias, interior, exterior.
- ✓ Realizar una evaluación entre potencia, iluminación y consumo de energía de las luminarias.
- ✓ Realizar un estudio en lugares de trabajo con luz amarilla evaluando confort de los trabajadores en el área administrativa.
- ✓ Socializar el manual con los estudiantes que realizarán prácticas en el laboratorio.
- ✓ Verificar siempre el estado de luminarias, mantenimientos y posibles parpadeos en lugares de trabajo.

ANEXOS

Norma europea sobre la iluminación para interiores-UNE 12464.1

En el ámbito de la Unión Europea, el Parlamento y el Consejo redactaron y publicaron en el año 2002 la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, de aplicación obligatoria en los países miembros (entre los cuales se encuentra España), una vez transcurrido el período transitorio de adecuación correspondiente. Esta Directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las cuales se encuentra la iluminación. Tal y como se indica en sus capítulos, se trata de reducir los consumos excesivos de energía hasta en un 22% obligando a la adopción de medidas de ahorro y recuperación energética y se aconseja la sustitución de ciertas fuentes de energía escasas y contaminantes por otras renovables y menos agresivas con el medio ambiente. Inmersos en el cumplimiento de dicha Directiva, en nuestro país se están desarrollando múltiples esfuerzos enfocados a la consecución de dicha mejora energética en las instalaciones de alumbrado, constituyendo de este modo una seria y responsable respuesta a las peticiones que surgen de todos los ámbitos de la Sociedad. Pero no debe nunca olvidarse que en paralelo con este deseo de ahorrar energía coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo. Afortunadamente en septiembre de 2002 se aceptó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior", por lo que a finales de mayo de 2003 han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma. Esta nueva norma, a la que debe acudirse en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores recomienda el cumplimiento no solo cuantitativo, sino cualitativo de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- Confort visual
- Rendimiento de colores

Dentro del confort visual estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz, o incluso el modo de evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores.

En un aspecto más materialista se describe de modo muy detenido la importancia de la utilización de factores de mantenimiento correctos a emplear en las instalaciones de alumbrado, teniendo en cuenta las pérdidas propias de envejecimiento de los componentes o el ensuciamiento de sus superficies ópticas. Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al rendimiento de colores. Como todo el mundo probablemente conoce existen una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores, por razones exclusivamente crematísticas que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminaciones de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un $R_a > 80$ en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración o permanente, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos. Estas prescripciones recogidas convenientemente en esta nueva Norma contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más "humanas" y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano. Cabe pensar que hay que felicitarse porque la Comisión Europea de Normalización y los países de la Unión Europea hayan refrendado los deseos de los usuarios de las instalaciones satisfaciendo sus ya antiguas reivindicaciones en cuanto al tratamiento de los colores y del confort visual además de la seguridad.

REQUISITOS DE ILUMINACIÓN SEGÚN ACTIVIDAD

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

- **Confort visual;** en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- **Prestaciones visuales;** en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- **Seguridad**

En este capítulo podrá encontrar el tipo de actividad de su lugar de trabajo y conocer los requisitos de iluminación que establece la Norma.

Columna 1: recoge el **número de referencia** para cada (área) interior, tarea o actividad.

Columna 2: recoge las **(áreas) interiores, tareas o actividades**, para las que están dados los requisitos específicos. Si el (área) interior, tarea o actividad particular no está recogida, deberían adoptarse los valores dados para una situación similar, comparable.

Columna 3: da la **iluminancia mantenida E_m** en la superficie de referencia para el (área) interior, tarea o actividad dada en la columna 2. La iluminancia media para cada tarea no debe caer del valor en tablas para cada área, independientemente de la edad y estado de la instalación. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas (trabajos de precisión).

Columna 4: cuando los **límites de UGR (límite de Índice de Deslumbramiento Unificado UGR)** son aplicables a la situación recogida en la columna 2.

Columna 5: proporciona los **índices de rendimiento de colores (R_a)** mínimos para la situación recogida en la columna 2.

Columna 6: se dan avisos y pies de notas para excepciones y aplicaciones especiales para las situaciones recogidas en la columna 2.

norma española

UNE-EN 1838

Enero 2016

TÍTULO

Iluminación

Alumbrado de emergencia

Lighting applications. Emergency lighting.

Éclairagisme. Eclairage de secours.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1838:2013.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 1838:2000.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 72 *Iluminación y color* cuya Secretaría desempeña ANFALUM.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 1838

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 942:2016

© AENOR 2016
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

18 Páginas

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea especifica los requisitos fotométricos y luminosos para sistemas de alumbrado de emergencia de evacuación y de alumbrado de emergencia de continuidad instalados en locales y lugares en los que se requieren tales sistemas. Se aplica principalmente a lugares a los que el público o los trabajadores tienen acceso.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 12665:2011, *Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado*.

EN 50172, *Sistemas de alumbrado de seguridad*.

EN 60598-2-22, *Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia (IEC 60598-2-22)*.

EN 62034, *Sistema de ensayo automático para alumbrado de evacuación de emergencia alimentado por batería (IEC 62034)*.

EN ISO 7010, *Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010)*.

ISO 3864-1, *Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 1: Principios de diseño para señales de seguridad y marcados de seguridad*.

ISO 3864-4, *Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 4: Propiedades colorimétricas y fotométricas de materiales para señales de seguridad*.

Febrero 2012

TÍTULO

Iluminación

Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado

Light and lighting. Basic terms and criteria for specifying lighting requirements.

Lumière et éclairage. Termes de base et critères pour la spécification des exigences en éclairage.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12665:2011.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12665:2003.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 72 *Iluminación y color* cuya Secretaría desempeña ANFALUM.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 12665

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 7335-2012

© AENOR 2012
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

45 Páginas

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	6
3.1 Ojo y visión	6
3.2 Luz y color	8
3.3 Equipos de alumbrado	15
3.4 Luz natural o de día	20
3.5 Instalaciones de alumbrado	21
3.6 Mediciones de iluminación	30
4 MARCO PARA LA ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE ILUMINACIÓN	31
4.1 Generalidades	31
4.2 Iluminancia	31
4.3 Luminancia	31
4.4 Deslumbramiento	31
4.5 Color	32
4.6 Energía	32
4.7 Mantenimiento.....	32
4.8 Mediciones	32
4.9 Exactitud	32
ANEXO A (Informativo) EXPLICACIÓN ADICIONAL DE LOS TÉRMINOS DEFINIDOS... 33	
ANEXO B (Informativo) ÍNDICE DE TÉRMINOS	36
ANEXO C (Informativo) DESVIACIÓN A	41
ANEXO ZA (Informativo) CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 2008/57/CE	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea define los términos básicos y las definiciones a utilizar en todas las aplicaciones de alumbrado. Esta norma europea también establece un marco para la especificación de los requisitos de alumbrado, dando detalles de aspectos que deben considerarse cuando se establezcan esos requisitos.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

CIE 17.4:1987 *Vocabulario Luminotécnico Internacional. Capítulo 845: Alumbrado.*

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 12665

Octubre 2016

TÍTULO

Iluminación

Iluminación de lugares de trabajo

Parte 2: Lugares de trabajo exteriores

Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places.

Lumière et éclairage. Éclairage des lieux de travail. Partie 2: Lieux de travail extérieurs.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12464-2:2014.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12464-2:2008.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 72 *Iluminación y color* cuya Secretaría desempeña ANFALUM.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 12464-2

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 35398:2016

© AENOR 2016
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

31 Páginas

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea especifica requisitos de iluminación para lugares de trabajo en exteriores, que satisfacen las necesidades de confort y las prestaciones visuales. Se han considerado todas las tareas visuales corrientes. Esta norma europea no es aplicable para iluminación de emergencia; véanse las Normas EN 1838 y EN 13032-3.

Esta norma europea no especifica requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo y no ha sido preparada en el campo de aplicación del Artículo 153 del tratado de la CE, aunque los requisitos de iluminación, como se ha especificado en esta norma, usualmente satisfacen las necesidades de seguridad. Los requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo pueden estar contenidos en Directivas basadas en el Artículo 153 del Tratado de la CE, en la legislación nacional de los estados miembros que implementan estas directivas o en otra legislación nacional de los estados miembros.

Esta norma europea ni proporciona soluciones específicas, ni restringe la libertad de los diseñadores para explorar nuevas técnicas, ni restringe el uso de equipos innovadores.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 12665:2011, *Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado*.

EN 13201-2, *Iluminación de carreteras. Parte 2: Requisitos de prestaciones*.

EN 13201-3, *Iluminación de carreteras. Parte 3: Cálculo de prestaciones*.

ISO 3864-1, *Graphical symbols. Safety colours and safety signs. Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*.

NORMATIVA TÉCNICA SOBRE ILUMINACIÓN

UNE -EN 12464-1: 2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

Esta norma especifica requisitos de iluminación para lugares de trabajo en interiores que satisfacen las necesidades de confort y prestaciones visuales. Se han considerado todas las tareas visuales corrientes, incluyendo los equipos con pantallas de visualización.

La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores, tales como iluminancias recomendadas en el área de la tarea, apantallamiento contra el deslumbramiento, límites de luminancia de luminarias, etc. Además se dan recomendaciones sobre buenas prácticas de iluminación.

Esta norma ha sufrido modificaciones respecto a la anterior versión del año 2003. Cabe destacar la inclusión de una nueva columna con los valores de uniformidad de iluminancia mínima en la lista de áreas interiores, tareas y actividades.

UNE -EN 12464-2: 2008. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en exteriores.

Esta norma especifica requisitos para la iluminación de tareas en la mayor parte de puestos de trabajo exteriores, en términos de cantidad y calidad de iluminación. El cumplimiento de dichos requisitos satisface las necesidades de confort y las prestaciones visuales. Se han considerado todas las tareas visuales corrientes. Se incluyen unas tablas donde se recogen los requisitos de iluminación para distintas áreas, tareas y actividades realizadas en exterior. En concreto, aparecen los valores recomendados de iluminancia para las distintas tareas o actividades, así como los límites del índice de deslumbramiento.

UNE 72-163-84. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

Dicha norma establece el método de determinación de la iluminancia media que especifica el nivel de iluminación que debe emplearse en un punto, superficie o volumen determinado, en los que están situados los materiales que constituyen la zona de la tarea visual para que ésta pueda realizarse con una actuación aceptable.

UNE 72-502-84. Sistemas de iluminación. Clasificación general.

La presente norma tiene por objeto clasificar los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las características de las fuentes de luz empleadas, la distribución de la luz y los objetivos de la iluminación.

UNE 72-153-85. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

La presente norma tiene por objeto establecer una correspondencia entre la exigencia visual de la tarea y la luminancia media de la zona de campo visual correspondiente a la tarea para que ésta pueda realizarse con una actuación aceptable.

UNE-EN 1838:2000. Iluminación. Alumbrado de emergencia.

En esta norma se recogen los requisitos mínimos destinados al diseño del alumbrado de emergencia y evacuación. Están calculados para el periodo de duración nominal completo y al final de la vida de diseño del equipo. El objetivo del alumbrado de emergencia y evacuación es permitir la salida segura de cualquier lugar en caso de fallo del suministro normal. La norma especifica los requisitos fotométricos y luminosos para sistemas de alumbrado de emergencia instalados en locales y lugares en los que se requieren tales sistemas. Se aplica principalmente a lugares a los que el público o los trabajadores tienen acceso.

UNE-EN 12665:2012. Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

Esta norma define términos básicos para usar en todas las aplicaciones de alumbrado. También establece un marco para la especificación de requisitos en alumbrado. Se incluyen los parámetros que necesitan especificarse para asegurar una iluminación adecuada para la seguridad y movimiento y buenas condiciones visuales para garantizar una percepción de colores y un confort visual adecuados.

Respecto a su versión del año 2003, se han definido nuevos términos y añadido una Anexo informativo.

Norma EN ISO 28803:2012. Ergonomics of the physical environment-Application of International Standards to people with special requirements.

Es una norma ISO ratificada. No se encuentra traducida al español.

Esta norma es general y tiene como objetivo establecer unos principios ergonómicos para el acondicionamiento del ambiente físico de aquellas personas con requerimientos especiales, bien debidos a la edad, al estado de salud a una discapacidad, etc.

Analiza los siguientes aspectos: ambiente térmico, acústico, iluminación y exposición a vibraciones. Establece las peculiaridades de diferentes situaciones y ayuda a la aplicabilidad de diferentes normas relacionadas con cada aspecto.

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

CAPÍTULO 4

DISEÑOS Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

SECCIÓN 410 REQUISITOS GENERALES DEL DISEÑO DE ALUMBRADO INTERIOR.

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Adicional a lo establecido en el Capítulo 2º, se deben en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente.

Para una adecuada iluminación se debe tener una estrecha interacción entre el diseñador de la iluminación y diseñadores y constructores de la edificación.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

- Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- Las condiciones de reflexión de las superficies
- Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas
- La disponibilidad de la iluminación natural.
- El Control del deslumbramiento.
- Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación.
- Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como: :
 - ⇒ El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
 - ⇒ La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
 - ⇒ El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria..

410.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS.

a) Niveles de iluminancia. En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1, adaptados de la norma ISO 8995 "*Principles 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.

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 410.1. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

Procesos químicos				
Procesos automáticos	--	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	19	300	500	750
Industria farmacéutica	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1000
Balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				
Costura	22	500	750	1000
Inspección	16	750	1000	1500
Prensado	22	300	500	750
Industria eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000
Industria alimenticia				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750
Fundición				
Pozos de fundición	25	150	200	300
Moldeo basto, elaboración basta de machos	25	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	22	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica				
Zona de hornos	25	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	25	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	19	300	500	750
Pintura y decoración	16	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	19	750	1000	1500
Trabajo en hierro y acero				
Plantas de producción que no requieren intervención manual	-	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	25	200	300	500
Plataformas de control e inspección	22	300	500	750
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500
Taller de mecánica y de ajuste				
Trabajo ocasional	25	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	22	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas	22	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	9	1000	1500	2000
Talleres de pintura y cassetas de rociado				
Inmersión, rociado basto	25	200	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	22	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	19	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fábricas de papel				
Elaboración de papel y cartón	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Inspección y clasificación	22	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros				
Recintos con máquinas de impresión	19	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	19	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	16	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	19	1000	1500	2000
Grabado con acero y cobre	16	1500	2000	3000
Encuadernación	22	300	500	750
Decoración y estampado	19	500	750	1000
Industria textil				
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura	22	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	22	500	750	1000
Costura, desmonte o inspección	19	750	1000	1500

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

Talleres de madera y fábricas de muebles				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1000
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
Salas				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
Salas de examen				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
Terapia intensiva				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
Salas de operación				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
Salas de autopsia				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	--	5000	10000	15000
Consultorios				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
Farmacia y laboratorios				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1000
Almacenes				
Iluminación general:				
En grandes centros comerciales	19	500	750	1000
Ubicados en cualquier parte	22	300	500	750
Supermercados	19	500	750	1000
Colegios y centros educativos.				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

Nota. Para lugares no contemplados en la citada tabla se deberán aplicar valores establecidos en la norma referenciada o la norma IESNA, para los mismos propósitos. En el evento que el espacio a iluminar no esté dentro de los comprendidos en la tabla o las normas referenciadas, el diseñador, con criterio profesional, podrá escoger de la tabla el que más se asimile a las condiciones del lugar y dejará evidencia del hecho.

b) Distribución de Luminancias. Corresponde a la sensación de claridad de una fuente de luz o un objeto iluminado, por lo tanto una buena distribución de luminancia, ayuda a la agudeza visual, sensibilidad al contraste y eficiencia de las funciones oculares. Por el contrario una inadecuada distribución de luminancias contribuye al deslumbramiento, a la fatiga por contrastes muy altos o a la monotonía por contrastes demasiado bajos.

SUB-TÍTULO III.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

NORMA EM.010

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

Artículo 1º.- GENERALIDADES

Las instalaciones eléctricas interiores están tipificadas en el Código Nacional de Electricidad y corresponde a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida hasta los puntos de utilización.

En términos generales comprende a las acometidas, los alimentadores, subalimentadores, tableros, sub-tableros, circuitos derivados, sistemas de protección y control, sistemas de medición y registro, sistemas de puesta a tierra y otros.

Las instalaciones eléctricas interiores deben ajustarse a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, siendo obligatorio el cumplimiento de todas sus prescripciones, especialmente las reglas de protección contra el riesgo eléctrico.

Artículo 2º.- ALCANCE

Las prescripciones de esta Norma son de aplicación obligatoria a todo proyecto de instalación eléctrica interior tales como: Viviendas, Locales Comerciales, Locales Industriales, Locales de Espectáculos, Centros de Reunión, Locales Hospitalarios, Educativos, de Hospedaje, Locales para Estacionamiento de Vehículos, Playas y Edificios de Estacionamiento, Puesto de Venta de Combustible y Estaciones de Servicio.

En general en cualquier instalación interior en todo el territorio de la República.

Artículo 3º.- CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: Comerciales, Oficinas, Locales de Espectáculos, Aeropuertos, Puertos, Estaciones de Transporte Terrestre y Similares, Locales Deportivos, Fábricas y Talleres, Hospitales, Centros de Salud, Postas Médicas y Afines, Laboratorios, Museos y afines.

A continuación se presenta la Tabla de Iluminancias mínimas a considerar en lux, según los ambientes al interior de las edificaciones, definiendo la calidad de la iluminación según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes.

Los proyectistas deben observar las disposiciones del Código Nacional de Electricidad y las Normas DGE relacionadas a la iluminación.

**TABLA DE ILUMINANCIAS
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Áreas generales en edificios		
Pasillos, corredores	100	D – E
Baños	100	C – D
Almacenes en tiendas	100	D – E
Escaleras	150	C – D
Líneas de ensamblaje		
Trabajo pesado (ensamble de maquinarias)	300	C – D
Trabajo normal (industria liviana)	500	B – C
Trabajo fino (ensambles electrónicos)	750	A – B
Trabajo muy fino (ensamble de instrumentos)	1500	A – B
Industrias químicas y plásticos		
En procesos automáticos	150	D – E
Plantas al interior	300	C – D
Salas de laboratorios	500	C – D
Industria farmacéutica	500	C – D
Industrias del caucho	500	C – D
Inspección	750	A – B
Control de colores	1000	A – B
Fábricas de vestimenta		
Planchado	500	A – B
Costura	750	A – B
Inspección	1000	A – B
Industrias eléctricas		
Fabricación de cables	300	B – C
Bobinados	500	A – B
Ensamblaje de partes pequeñas	1000	A – B
Pruebas y ajustes	1000	A – B
Ensamble de elementos electrónicos	1500	A – B
Industrias alimentarias		
Procesos automáticos	200	D – E
Áreas de trabajo general	300	C – D
Inspección	500	A – B
Trabajos en vidrio y cerámica		
Salas de almacén	150	D – E
Áreas de mezclado y moldeo	300	C – D
Áreas de acabados manuales	300	B – C
Áreas de acabados mecánicos	500	B – C
Revisión gruesa	750	A – B
Revisión fina – Retoques	1000	A – B
Trabajos en hierro y acero		
Plantas automáticas	50	D – E
Plantas semi – automáticas	200	D – E
Zonas de trabajo manual	300	D – E
Inspección y control	500	A – B

**TABLA DE ILUMINANCIAS
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Industrias de cuero		
Áreas de trabajo en general	300	B – C
Prensado, curtiembre, costura	750	A – B
Producción de calzados	1000	A – B
Control de calidad		
Trabajos de maquinado (forjado – torno)		
Forjado de pequeñas piezas	200	D – E
Maquinado en tornillo de banco	400	B – C
Maquinado simple en torno	750	A – B
Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes	1500	A – B
Talleres de pintado		
Preparación de superficies	500	C – D
Pintado general	750	B – C
Pintado fino, acabados, control	1000	A – B
Fábricas de papel		
Procesos automáticos	200	D – E
Elaboración semi automática	300	C – D
Inspección	500	A – B
Imprentas – Construcción de libros		
Salas de impresión a máquina	500	C – D
Encuademado	500	A – B
Composición, edición, etc.	750	A – B
Retoques	1000	A – B
Reproducciones e impresiones a color	1500	A – B
Grabados en acero y cobre	2000	A – B
Industrias textiles		
Área de desembalaje	200	D – E
Diseño	300	D – E
Hilados, cardados, teñidos	500	C – D
Hilados finos, entrelazados	750	A – B
Cosido, inspección	1000	A – B
Industrias en madera		
Aserradero	200	D – E
Ensamble en tornillo de banco	300	C – D
Trabajo con máquinas	500	B – C
Acabados	750	A – B
Inspección control calidad	1000	A – B
Oficinas		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
Centros de enseñanza		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B

**TABLA DE ILUMINANCIAS
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Tiendas		
Tiendas convencionales	300	B – C
Tiendas de autoservicio	500	B – C
Tiendas de exhibición	750	B – C
Edificios Públicos		
Salas de cine	150	B – C
Salas de conciertos y teatros	200	B – C
Museos y galerías de arte	300	B – C
Iglesias		
- nave central	100	B – C
- altar y púlpito	300	B – C
Viviendas		
Dormitorios		
- general	50	B – C
- cabecera de cama	200	B – C
Baños		
- general	100	B – C
- área de espejo	500	B – C
Salas		
- general	100	B – C
- área de lectura	500	B – C
Salas de estar	100	B – C
Cocinas		
- general	300	B – C
- áreas de trabajo	500	B – C
Área de trabajo doméstico	300	B – C
Dormitorio de niños	100	B – C
Hoteles y restaurantes		
Comedores	200	B – C
Habitaciones y baños		
- general	100	B – C
- local	300	B – C
Áreas de recepción, salas de conferencia	300	B – C
Cocinas	500	B – C
Subestaciones eléctricas al interior		
Alumbrado general	200	
Alumbrado local	500	B – C
Alumbrado de emergencia	50	A – B B – C

**TABLA DE ILUMINANCIAS
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Hospitales – Centros Médicos		
Corredores o pasillos		
- durante la noche	50	A – B
- durante el día	200	A – B
Salas de pacientes		
- circulación nocturna	1	A – B
- observación nocturna	5	A – B
- alumbrado general	150	A – B
- exámenes en cama	300	A – B
Salas de exámenes		
- alumbrado general	500	A – B
- iluminación local	1000	A – B
Salas de cuidados intensivos		
- cabecera de cama	50	A – B
- observación local	750	A – B
Sala de enfermeras	300	A – B
Salas de operaciones		
- sala de preparación	500	A – B
- alumbrado general	1000	A – B
- mesa de operaciones	100000	A – B
Salas de autopsias		
- alumbrado general	750	A – B
- alumbrado local	5000	A – B
Laboratorios y farmacias		
- alumbrado general	750	A – B
- alumbrado local	1000	A – B
Consultorios		
- alumbrado general	500	A – B
- alumbrado local	750	A – B

CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN POR TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD

CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD
A	Tareas visuales muy exactas
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador.
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

- 11.2.4.- Los niveles de iluminación indicados en la tabla N° 11.24 son valores adoptados, considerando las tareas visuales más frecuentes y representativas. Para tareas no consideradas y que puedan asimilarse a las indicadas en esa tabla, se adoptará aquel valor correspondiente a la tarea más semejante. En caso de tareas visuales que requieran de gran concentración visual, discriminación de detalles finos, selección de colores, etc., deberán adoptarse niveles de iluminación superiores, justificando la solución dada en estos casos mediante un cálculo de iluminación.
- 11.2.5.- En el Apéndice 2 se muestran valores de potencia por unidad de superficie necesarias para obtener iluminancias dadas. La finalidad de esa tabla de valores es solo tener una referencia para una estimación primaria de potencia eléctrica de una instalación destinada a iluminación; en ningún caso esa tabla puede considerarse alternativa a un cálculo de iluminación.
- 11.2.6.- Para el alumbrado de vitrinas comerciales de locales ubicados en calles céntricas, se considerará una potencia de 400 W por metro lineal de vitrina; para locales ubicados en calles comerciales secundarias, una potencia de 200 W por metro lineal de vitrina. Para otros casos, como por ejemplo locales comerciales en barrios, se considerarán 100 W por metro lineal de vitrina.
- Las longitudes referidas se medirán horizontalmente a lo largo del zócalo de la vitrina.
- 11.2.7.- En los locales comerciales se instalará a lo menos un enchufe hembra por cada 20 m² o fracción de local, con un mínimo de (3) tres enchufes.
- 11.2.8.- En oficinas de superficie inferior a 40 m² se instalará a lo menos un enchufe por cada 8 m o fracción de perímetro de oficina.

Tabla N° 11.24
Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales

Tipo de Local	Iluminancia [Lux]
Auditorios	300
Bancos	500
Bodegas	150
Bibliotecas públicas	400
Casinos, Restaurantes, Cocina	300
Comedores	150
Fábricas en general	300
Imprentas	500
Laboratorios	500
Laboratorios de instrumentación	700
Naves de máquinas herramientas	300
Oficinas en general	400
Pasillos	50
Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto	150
Salas de dibujo profesional	500
Salas de tableros eléctricos	300
Subestaciones	300
Salas de venta	300
Talleres de servicio, reparaciones	200
Vestuarios industriales	100

- 11.2.9.- En oficinas de superficie superior a los 40 m², se instalarán 5 enchufes por los primeros 40 m², más 3 enchufes por cada 40 m² adicionales o fracción.

- 11.2.10.- En locales Industriales la cantidad de enchufes conectados a circuitos de alumbrado se determinará de acuerdo a las necesidades.
- 11.2.11.- En locales comerciales deberán proyectarse circuitos exclusivos de enchufes y circuitos exclusivos de portalámparas. Se exceptúan de esta exigencia aquellos locales que por su área reducida necesitan sólo un circuito para su iluminación.
- 11.2.12.- Todos los circuitos de enchufes en locales comerciales y oficinas deberán ser protegidos mediante protectores diferenciales y sus enchufes serán del tipo de alvéolos protegidos.
- 11.3.- **ALUMBRADO EN RECINTOS ASISTENCIALES Y EDUCACIONALES**
- 11.3.1.- Para determinar la potencia eléctrica necesaria a instalar para alumbrado de recintos asistenciales y educacionales, se deberá tener en cuenta el nivel de iluminación requerido, el tipo de fuente luminosa y el área del recinto por iluminar.
- 11.3.2.- El nivel de iluminación mínimo según el tipo de local y tarea que en él se desarrolle, se determinará de acuerdo a lo señalado en la tabla N° 11.25.
- 11.3.3.- Para estos casos son válidas las disposiciones señaladas en 11.2.3, 11.2.5 y las de 11.2.4 aplicadas a los valores de la tabla N° 11.25.
- 11.3.4.- La cantidad de enchufes a instalar en recintos de locales asistenciales se determinará de acuerdo a las necesidades de cada recinto, debiendo haber, en todo caso, un mínimo de dos enchufes por recinto.

Tabla N° 11.25
Iluminancias Mínimas para Locales Educativos y Asistenciales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

(*) Corresponde a la iluminación general del recinto, no considera el aporte de la lámpara quirúrgica.

- 11.3.5.- En cada sala de clases, en locales educacionales de enseñanza media, habrá instalado un mínimo de 3 enchufes. En salas de párvulos y de enseñanza básica sólo se exigirá 2 enchufes.

Bibliografía

- Comisión Europea. (19 de Marzo de 2012). *Comisión Europea Comité Científico*. Obtenido de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/es/index.htm
- Definición. (2008). *Definición.DE*. Obtenido de <https://definicion.de/nanometro/>
- INSST. (1989). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_211.pdf/e12d5914-642c-4f07-8938-6029c4fff94e
- INSST. (Marzo de 2015). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relativos+a+la+utilizaci%C3%B3n+de+lugares+de+trabajo/deac8eb9-e242-48c4-a634-4cf88927fff7>
- INSST. (Diciembre de 2015). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Iluminacion+en+el+puesto+de+trabajo/9f9299b8-ec3c-449e-81af-2f178848fd0a>
- INSST. (s.f.). *INSST*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/518403/Normativa+t%C3%A9cnica+iluminaci%C3%B3n/ff4e4131-d254-4536-ad97-d0e10e87e2bc>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Diciembre de 2015). *www.insst.es*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Iluminacion+en+el+puesto+de+trabajo/9f9299b8-ec3c-449e-81af-2f178848fd0a>
- OLIVA ILUMINACION. (2008). *www.olvailuminacion.com*. Obtenido de <https://olvailuminacion.com/media/pdf/descargas/Manual-de-iluminacion-2018.pdf>
- Prado, J. d. (06 de Maro de 2017). *IMF Business School*. Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/uso-luxometro-prl/>
- Robledo, F. H. (2007). *Riesgos Físicos II Iluminación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.