



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Artículo académico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

Título: Plan de manejo de los niveles de iluminación del área administrativa de una empresa se servicios metrológicos de Guayaquil.

Title: Management plan of the illumination levels in the administrative area of a metrology services company, of Guayaquil.

Autor: Cristina Andrea Villegas Carrasco

Director: Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez

Guayaquil, Septiembre de 2017

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL ARTICULO ACADEMICO

Yo, Cristina Andrea Villegas Carrasco, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado **“PLAN DE MANEJO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DE UNA EMPRESA SE SERVICIOS METROLÓGICOS DE GUAYAQUIL”**. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cristina Andrea Villegas Carrasco
CI: 0927562991

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

YO, CRISTINA ANDREA VILLEGAS CARRASCO, con documento de identificación N° 0927562991, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado **“PLAN DE MANEJO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DE UNA EMPRESA SE SERVICIOS METROLÓGICOS DE GUAYAQUIL”**, por medio de la presente, autorizo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR** a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

Cristina Andrea Villegas Carrasco
CI: 0927562991

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **ING.VIRGILIO ALONSO ORDOÑEZ RAMÍREZ**, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**PLAN DE MANEJO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DE UNA EMPRESA SE SERVICIOS METROLÓGICOS DE GUAYAQUIL**”, desarrollado por el estudiante **CRISTINA ANDREA VILLEGAS CARRASCO**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 25 días del mes de Septiembre del 2017

VIRGILIO ALONSO ORDOÑEZ RAMÍREZ
Docente Director del Artículo Académico

PLAN DE MANEJO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DE UNA EMPRESA SE SERVICIOS METROLÓGICOS DE GUAYAQUIL

MANAGEMENT PLAN OF THE ILLUMINATION LEVELS IN THE ADMINISTRATIVE AREA OF A METROLOGY SERVICES COMPANY, OF GUAYAQUIL

Villegas Cristina¹
cvillegasc@est.ups.edu.ec
Universidad Politécnica Salesiana

Resumen-

El presente estudio es de gran importancia tanto para colaboradores como para la empresa en cuestión, teniendo en cuenta que se propone implementar mejoras en corto plazo, para cumplir con lo establecido en las normativas vigente y disminuir los efectos de la deficiente iluminación en la salud de los trabajadores. Para esto, fue necesario aplicar la observación participante y medir a través del luxómetro el nivel de iluminación por cada puesto de trabajo realizándose tres tomas diferentes de medidas (posiciones) con un intervalo de dos minutos cada uno. A partir de la aplicación del instrumento se pudo determinar el mal estado de las luminarias existentes en la empresa y además, la existencia de 5 posiciones que no cumplen el mínimo permisible de iluminación como son el caso del vendedor 1 en la posición de medida 2, el vendedor 2 en las posiciones 1 y 3, por último, el vendedor 4 en las posiciones 1 y 3. Para los departamentos donde se encuentran dichos vendedores se propone un plan que contribuirá a incrementar los niveles de iluminación en los puestos de trabajo.

Palabras Claves- nivel de iluminación, luminarias, luz, luxómetro, lúmenes, plan

Abstract-

The present research aims to elaborate a management plan to adjust the lighting levels of the administrative area of the Metrology Services Company of the city of Guayaquil, to the levels established in Decree 2393. For this, it was necessary apply the participant observation and measure through the luxometer the level of illumination for each work place being made three different shots (positions) of measures with an interval of two minutes each one. From the application of the instrument it was possible to determine the poor state of the existing luminaries in the company and also, the existence of 5 positions that do not meet the minimum permissible illumination as are the case of the seller 1 in the measurement position 2, the seller 2 in positions 1 and 3, finally, the seller 4 in positions 1 and 3. For the departments where these sellers are proposed a plan that will contribute to increase the levels of illumination of workstations

Keywords - lighting level, luminaires, light, lux meter, lumens, plan.

¹ cvillegasc@est.ups.edu.ec

INTRODUCCIÓN

Los individuos para mantener un adecuado desempeño requieren “luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) las cuales deben complementarse debido a que el 50% de la información sensorial que las personas reciben es de tipo visual” [1], por ello “Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz, sino aquel que tiene la cantidad de luz adecuada a la actividad que allí se realiza” [2]. Es decir, si se enfoca a un adecuado tratamiento del ambiente visual, se estaría permitiendo una relación entre los aspectos de seguridad, confort y productividad, los cuales incidirían en aspectos como un trabajo seguro, cómodo y a la vez eficaz.

En el Ecuador como a nivel mundial los riesgos laborales son manejados por un ente regulador, en este caso para el Ecuador es el Ministerio del Trabajo el cual se encarga de dar las pautas y criterios necesarios para que las empresas cumplan y logren mitigar los riesgos asociados al trabajo en cualquier área, todo esto a través de reglamento estipulados, para este caso de investigación sobre niveles de iluminación el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo dice “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” [3]- [4]. Por ende, la iluminación en cualquier lugar de trabajo es fundamental, para evitar el deterioro de la vista de los trabajadores ya sea a corto o largo plazo, lo cual podría conllevar a una disminución del desenvolvimiento laboral del trabajador, para ser una más específicos “una iluminación correcta, permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, para que asegure el confort visual permanentemente” [5].

La correcta iluminación garantiza la visualización, para que las actividades se puedan efectuar en contextos aceptables de comodidad, eficacia y seguridad.

Cuando se tiene una insuficiente iluminación, se pueden provocar efectos negativos en los trabajadores, entre ellos:

- Fatiga visual o general.
- Dolores de cabeza.
- Disminución de la agudeza visual.
- Pérdida paulatina de la visión.

Estos efectos no solo inciden en la salud de los trabajadores, sino también en la productividad y eficiencia de las organizaciones al incrementarse la probabilidad de ocurrencia de errores e incluso de accidentes laborales.

Por ello “la iluminación en cualquier lugar es fundamental, no sólo por el aspecto económico cuando se habla de un ambiente de trabajo confortable, sino por su influencia directa en la salud visual” [6]. Sin embargo, tanto empleado como empleador mantienen poca importancia a estos riesgos, muchas veces incluso hasta por falta de conocimiento, ya que por ser puestos administrativos solo asocian dichas enfermedades por el uso de aparatos electrónicos, cuando se sabe que un trabajo en estos puestos también posee otras responsabilidades, en las cuales se necesita de una buena iluminación.

De aquí el control necesario que se debe llevar de la iluminación periódicamente, midiendo al nivel de iluminación también conocido como iluminancia que “Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento” [7], medida a través de un luxómetro “aparato electrónico que se utiliza para la medición precisa de los acontecimientos luminosos en el sector de la industria, el comercio, la agricultura y la investigación puede utilizarse además para comprobar la iluminación del ordenador, del puesto de trabajo, en la decoración de escaparates y para el mundo del diseño” [8] y comparándola con las medidas

reguladoras de los puestos de trabajo, determinar si estas cumplen o no con lo estipulado por la ley.

En la empresa de Servicios Metrológicos de Guayaquil se han presentado varias quejas por parte de los trabajadores administrativos, relacionadas con la falta de iluminación en sus instalaciones, manifestando que les provocan dificultades en la visión.

El objetivo del presente estudio es elaborar un plan de manejo para adecuar los niveles de iluminación del área administrativa de una empresa de servicios metrológicos de la ciudad de Guayaquil, a los niveles establecidos en el decreto 2393.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de estudio realizado es de carácter descriptivo puesto que se describen las particularidades del nivel de iluminación de las áreas administrativas, lo cual permitirá proponer las medidas adecuadas para eliminar las falencias detectadas.

La población estudiada está compuesta por las seis puestos de trabajo de la empresa de Servicios Metrológicos de Guayaquil, las cuales serán objeto de evaluación del nivel de iluminación que ofrecen. Teniendo en cuenta que la cantidad de elementos es inferior a los 100 es posible el estudio del 100 % de la población en general.

Para realizar la evaluación de aplicación del participante se lo hará mediante la observación de estado de las luminarias, su tipo, la suficiencia, la localización y los colores de las superficies de los interiores.

Para recoger la percepción de la iluminación y del mantenimiento de las luminarias se lo hará mediante encuestas al personal del área.

A continuación se presenta el procedimiento seguido para la determinación del cumplimiento del índice de iluminación de un puesto de trabajo.

En primer lugar se define el área que se va a analizar, para la presente investigación se tomó al área de ventas, la cual posee en su totalidad 6 puestos de trabajo, y definen las características o datos generales de la investigación los cuales son:

- Tipo de medición: puesto de trabajo
- Tipo de iluminación: general
- Fuente de iluminación: artificial

Una vez definida el área que va a ser monitoreada se toma en cuenta los mínimos permisibles por la ley en este caso proporcionados por el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo encontrado en el Decreto No. 2393 Registro oficial No. 249, según el artículo 56 de ILUMINACIÓN Y NIVELES MÍNIMOS, que se muestran en la Tabla I.

Tabla 1: Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares

Iluminación Mínima	Actividades
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
50 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, ascensores.
100 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
200 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
300 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	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 precisión electrónicos, relojería.
1000 luxes	

Fuente: [4]

Para medir el nivel de iluminación se emplea el luxómetro, como se muestra en la figura 1, el cual convierte la energía luminosa en una señal eléctrica. La unidad de medida que emplea es el lux, la cual está contemplada en el Sistema Internacional de Unidades para evaluar el nivel de iluminación o iluminancia.



Figura 1: Luxómetro utilizado en la medición

La descripción del luxómetro tiene el Código: 840022 con Marca Sper scientific, Calibrado a la fecha 2015-10-08 y Vigente hasta el mes de Octubre del 2017.

Se utilizará el método de los lúmenes para determinar el valor medio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general [16].

Los principales cálculos a realizar serán:

El índice del local (k) para iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa se puede determinar a partir de la siguiente expresión:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad [1]$$

Donde a : ancho de los locales, b : largo de los locales, h : altura desde la luminaria hasta la superficie de trabajo.

Los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo se determinan a partir de la tabla #2.

Tabla 2: Factor de reflexión

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3

	Oscuro	0,1
--	--------	-----

Fuente: [17]

El factor de utilización se puede determinar a partir del índice del local, factor de reflexión de techo y paredes.

Tabla 3: Factor de utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización																			
		Factor de reflexión del techo																			
		0.8				0.7				0.5				0.3				0			
		Factor de reflexión de las paredes																			
		0.5		0.3		0.1		0.5		0.3		0.1		0.5		0.3		0.1		0	
	0.6	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.23	0.21	0.19	0.2	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	0.8	0.29	0.26	0.24	0.29	0.26	0.24	0.28	0.26	0.24	0.26	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
	1.0	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.29	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
	1.25	0.36	0.32	0.31	0.35	0.32	0.31	0.34	0.32	0.3	0.32	0.3	0.3	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	1.5	0.38	0.35	0.33	0.38	0.35	0.33	0.37	0.34	0.32	0.34	0.32	0.34	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
	2.0	0.41	0.38	0.37	0.4	0.38	0.36	0.39	0.38	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.35
	2.5	0.43	0.4	0.38	0.42	0.4	0.38	0.41	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	0.38	0.37
3.0	0.44	0.42	0.4	0.43	0.42	0.4	0.42	0.41	0.39	0.4	0.39	0.4	0.39	0.4	0.39	0.4	0.39	0.4	0.39	0.38	
$D_{max} = 0.6H_m$	4.0	0.45	0.44	0.42	0.45	0.43	0.42	0.44	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41	0.4	0.4	0.4	0.41	0.4	0.4	0.4	
$f_m 0,65 0,70 0,75$	5.0	0.47	0.45	0.44	0.46	0.45	0.44	0.45	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	

Hm: Altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: [21]

El factor de mantenimiento o conservación (f_m) se determina a partir del grado de suciedad del ambiente de trabajo.

Tabla 4: Factor de mantenimiento o conservación

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: [17]

El flujo luminoso total requerido en los locales se determina a través de ecuación 2.

$$\Phi_r = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} \quad [2]$$

Donde: Φ_r : flujo luminoso total, E : iluminancia media deseada, S : superficie del plano de trabajo, η : factor de utilización, f_m : factor de mantenimiento

Posteriormente se determina el número de luminarias (N) a través de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_r}{n \cdot \Phi_l} \quad [3]$$

Donde: N : número de luminarias, Φ_r : flujo luminoso total, Φ_l : es el flujo luminoso de una lámpara, n : número de lámparas por luminaria

Por último, se puede determinar el emplazamiento de las luminarias en el local con el propósito de conocer su distribución en las áreas de los departamentos.

Al tratarse de locales de áreas rectangulares, las luminarias se instalarán de forma equidistante con el fin de obtener una distribución luminosa uniforme, siguiendo para esto el uso de las siguientes fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{largo} \times ancho} \quad [6]$$

$$N_{largo} = N_{ancho} \times \frac{largo}{ancho} \quad [7]$$

Donde: N : número de luminarias a instalar en un eje.

RESULTADOS

En este apartado se muestra los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de observación participante, los resultados de la encuesta de percepción de la iluminación del área y su mantenimiento y la evaluación de las mediciones efectuadas a través del luxómetro.

3.1. Resultados a partir de la aplicación de observación participante

Se pudo determinar que las luminarias de los locales son de tipo fluorescentes con disponibilidad de rejillas para la instalación de dos lámparas por cada una. Las mismas se encontraban en mal estado dado a la falta de mantenimiento, por lo cual la intensidad de la iluminación es tenue, además, no poseen rejillas protectoras para impedir efectos dañinos en la salud de los colaboradores.

Con respecto a la cantidad de luminarias de los locales se pudo apreciar que son insuficientes y que no inciden directamente en los puestos de

trabajo por lo que se considera que el diseño de interiores no es el adecuado.

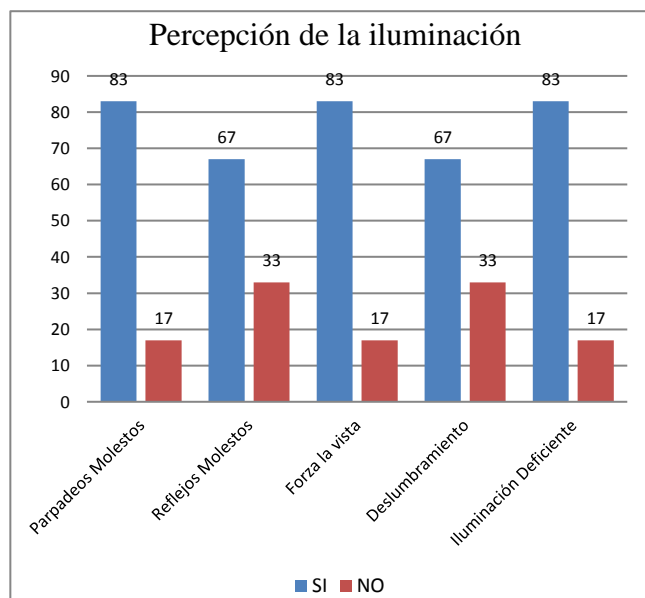
Los colores de los locales son oscuros por lo que no contribuye a la reflexión de la luz artificial. Además, se pudo apreciar que los locales no están diseñados para la entrada de la iluminación natural a través de ventanales de cristal.

Todo lo anteriormente plasmado es el resultado de aplicar la guía de observación participante, y por estos motivos, fue necesaria la medición de los niveles de iluminación en los locales a través del luxómetro, que permitiera comparar los resultados obtenidos con los establecidos en el Decreto 2393.

3.2 Resultados de la percepción de la iluminación y de su mantenimiento.

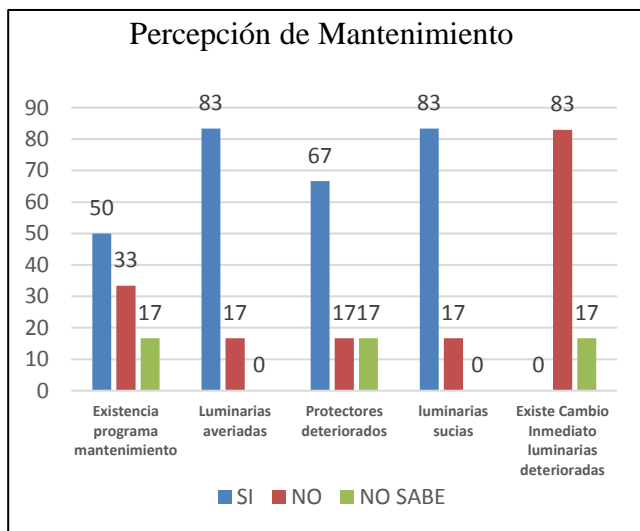
En las encuestas realizadas al personal, se evaluó los criterios tanto para la percepción de iluminación y su mantenimiento donde se determinó falencias en el área, en el gráfico 1 detallamos ciertos aspectos de la percepción que tienen los trabajadores en su área de trabajo como son parpadeo molesto, necesidad de forzar la vista, reflejos etc.

Gráfico 1: Percepción de Iluminación



En el siguiente gráfico 2, se muestra diferentes criterios a tomar en cuenta de la percepción del mantenimiento por parte de los trabajadores como son: la existencia de programa de mantenimiento, luminarias averiadas, protectores deteriorados, luminarias sucias y un cambio de luminarias deterioradas.

Grafico 2: Percepción de mantenimiento



De la información obtenida en los gráficos 1 y 2, su percepción de iluminación dio como resultado que el 79.8% de la iluminación con la que realizan sus actividades es inadecuada, y en la percepción de su mantenimiento se determina que el 96.8% es insuficiente.

3.3 Resultados a partir de las mediciones del nivel de iluminación en los locales administrativos

En cada puesto de trabajo se efectuaron tres tomas diferentes (posiciones) de medidas con un intervalo de dos minutos cada uno, como se muestra en la Tabla 5.

Cabe recalcar las distancias entre las posiciones se midieron aleatoriamente en los puntos más relevante del puesto de trabajo.

Una vez obtenido estos datos se procede a realizar una comparación con el mínimo de lux permitido por la ley, en el caso por ser un área de ventas se toma como referencia 300 lux, lo cual

indica que es el mínimo permisible para “Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.” Como se indicó en la Tabla 1, ya definido el mínimo permisible se procede a estipular si cumple o no con el estándar legal como lo indica la Tabla 5.

Tabla 5 : Evaluación de cumplimiento de estándar legal

Punto	Lugar	Tiempo	Valor medido (lux)	Mínimo Permisible	Evaluación
1.	Posición 1	2 min	468	300	Cumple
	Posición 2	2 min	261	300	No cumple
	Posición 3	2 min	317	300	Cumple
2.	Posición 1	2 min	265	300	No cumple
	Posición 2	2 min	331	300	Cumple
	Posición 3	2 min	208	300	No cumple
3.	Posición 1	2 min	444	300	Cumple
	Posición 2	2 min	471	300	Cumple
	Posición 3	2 min	443	300	Cumple
4.	Posición 1	2 min	255	300	No cumple
	Posición 2	2 min	300	300	Cumple
	Posición 3	2 min	268	300	No cumple
5.	Posición 1	2 min	671	300	Cumple
	Posición 2	2 min	669	300	Cumple
	Posición 3	2 min	659	300	Cumple
6.	Posición 1	2 min	310	300	Cumple
	Posición 2	2 min	304	300	Cumple
	Posición 3	2 min	301	300	Cumple

Se observan 5 posiciones que no cumplen el mínimo permisible de iluminación como en el caso del vendedor 1 en la posición de medida 2, el vendedor 2 en las posiciones 1 y 3, por último, el vendedor 4 en las posiciones 1 y 3.

3.4 Plan de manejo para adecuar los niveles de iluminación en los locales

De acuerdo a lo expuesto en el decreto 2393, todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el colaborador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño en la visión [4].

En tal sentido, en el presente apartado se establece un plan de gran utilidad para la empresa objeto de estudio que le permita minimizar las falencias detectadas con la investigación.

Las luminarias a instalar serán fluorescentes, con una tensión nominal de 230V, potencia nominal de 54 W, un flujo luminoso a 25°C de 4450 lm y

Villegas / Plan de manejo de los niveles de iluminación del área administrativa de la empresa de Servicios Metrológicos de Guayaquil

contarán con 2 lámparas cada una. Dichas características serán empleadas como información para determinar la cantidad de luminarias.

Se determina entonces, la cantidad de lámparas requeridas en los departamentos de los vendedores 1, 2 y 4 a través del método de los lúmenes, donde se calcula el índice de local, factor de utilización, factor de mantenimiento, factor de reflexión y flujo luminoso, a continuación los resultados se pueden apreciar en la tabla 6.

Tabla 6: Cálculo de la cantidad de luminarias

Nomenclatura	Símbolo	Método de los Lúmenes		
		Departamento Vendedor 1	Departamento Vendedor 2	Departamento Vendedor 4
Ancho (m)	a	3	3	4
Largo (m)	b	4	3	5
Altura del local (m)	h'	2,85	2,85	2,85
Altura del puesto de trabajo con respecto a las luminarias(m)	h	2	2	2
Índice del local	k	0,86	0,75	1,11
Factor de reflexión Techo	P Techo	0,5	0,5	0,5
Factor de reflexión Techo	P Paredes	0,5	0,5	0,5
Factor de utilización	η	0,28	0,23	0,32
Factor de mantenimiento	fm	0,8	0,8	0,8
Iluminancia media deseada	E	300	300	300
Superficie del plano de trabajo	S	12	9	20
Flujo luminoso total (lm)	Φ_{τ}	16071,42	14673,91	23437,50
Número de lámparas por luminaria (u)	N	2	2	2
Flujo luminoso de una lámpara (lm)	Φ_{λ}	4450	4450	4450
Número de luminarias	Ntotal	2	2	3

Como se muestra en la tabla 6, se deben instalar 4 lámparas en el departamento 1, 4 en el departamento 2, mientras que en el departamento 4 se deben instalar 6 luminarias.

La distancia de instalación entre las luminarias debe ser inferior a 3.2 m de acuerdo a

la altura del local. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran la ubicación propuesta para las luminarias en los departamentos del vendedor 1, 2 y 4 Respectivamente para lograr una iluminación óptima en los locales.

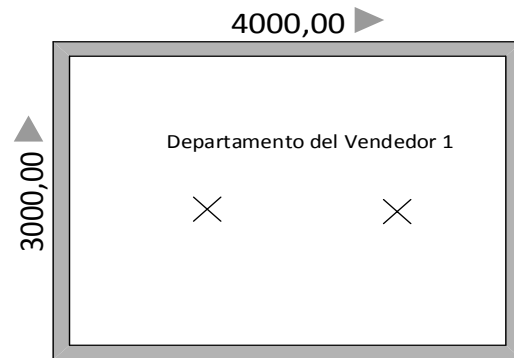


Figura 2: Distribución espacial de las luminarias en el departamento del vendedor 1

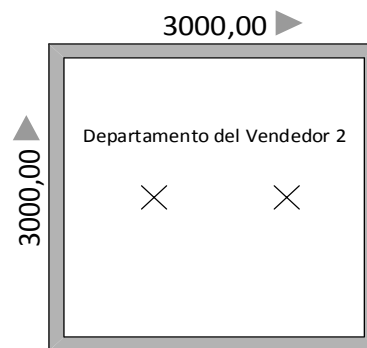


Figura 3: Distribución espacial de las luminarias en el departamento del vendedor 2

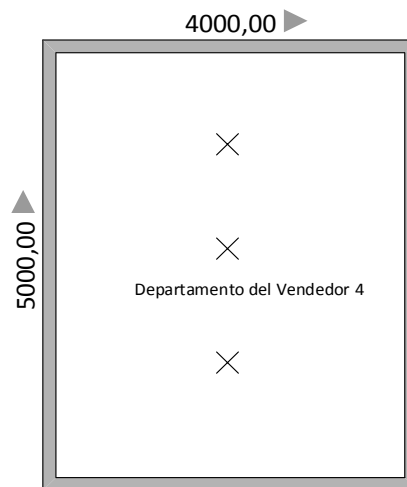


Figura 4: Distribución espacial de las luminarias en el departamento del vendedor 4

A continuación, se muestra el plan propuesto para adecuar los niveles de iluminación en las áreas donde no se cumple con lo establecido en el decreto 2393.

Tabla 7: Plan para adecuar los niveles de iluminación en las áreas

Actividad	Recursos	Frecuencia	Responsable
Pintar los departamentos con colores claros	Pintura, instrumentos y mano de obra	Trimestralmente	Jefe de mantenimiento
Instalar las luminarias de acuerdo al diseño propuesto	Luminarias, herramientas y mano de obra	Semestralmente	Jefe de mantenimiento
Diseñar y colocar rejillas para las luminarias	Rejillas y mano de obra	Anualmente	Jefe de mantenimiento
Realizar periódicamente el mantenimiento de luminarias para eliminar el polvo	Mano de obra e instrumentos	Semestralmente	Jefe de mantenimiento

La implementación de la propuesta permitirá mejorar el confort de las instalaciones, evitar perjuicios en la salud de los colaboradores y con ello, incrementar la productividad de los vendedores.

CONCLUSIONES

En las áreas administrativas de la empresa de Servicios Metrológicos de Guayaquil existen tres puestos de trabajo, que pueden producir fatiga laboral o trastornos visuales produciendo daños a corto o largo plazo.

Con la aplicación de la observación en las áreas administrativas de la empresa se pudo detectar los principales problemas que afectaban la adecuada iluminación, como la falta de mantenimiento y el déficit de luminarias.

La percepción de la iluminación se considera deficiente por un 79.8 % de los encuestados y la percepción del mantenimiento es considerado insuficiente por un 73.2 % de los encuestados.

El plan propuesto consta de cuatro actividades a implementar para incrementar los niveles de iluminación en los puestos de trabajo, así como los recursos, frecuencia y responsable de las tareas a implementar.

Se recomienda con énfasis, colocar protectores o rejillas transparentes a todas las luminarias (nuevas y existentes) con el propósito de que emitan una luz lo más uniforme posible y cumplir con un plan de mantenimiento preventivo periódico para las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. J. Llana, «Ergonomía y Psicología aplicada: manual para la formación de especialistas,» Lex Nova, S.A., España, 2009.
- [2] Ledbox, «ledbox.es,» Niveles recomendados de iluminación por zonas, 16 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://blog.ledbox.es/informacion-led/niveles-recomendados-lux>. [Último acceso: 3 junio 2017].
- [3] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, «Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo,» Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Quito, Ecuador, 2012.
- [4] Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, «Higiene Industrial y Ambiente,» Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. Decreto No. 2393 Registro Oficial No. 249 Febrero 3/98 , 3 Febrero 1998. [En línea]. Available: <http://www.higieneindustrialyambiente.com/analisis-medicion-monitoreo-luz-iluminacion-laboral-quito-guayaquil-cuenca-ecuador.php?tablajb=iluminacion&p=19&t=Legislacion->. [Último acceso: 3 Junio 2017].

- [5] R. Chavarría, NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo, 1988. [En línea]. Available: <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/ntp-211.pdf>. [Último acceso: 03 junio 2017].
- [6] J. J. ,. M. C. E. Beltrán, «Niveles de iluminación y su relación con los posibles efectos visuales en los empleados de una ips de Bogotá,» *Movimiento Científico*, vol. 7, n° 1, pp. 6-25, 2013.
- [7] T. Álvarez, «Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid, 2015.
- [8] Ecured, «¿Qué es luxómetro?,» Ecured, 12 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.ecured.cu/Lux%C3%B3metro>. [Último acceso: 3 Junio 2017].
- [9] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), «Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT),» Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos, 21 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf>. [Último acceso: 3 Junio 2017].
- [10] M. García, «Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España, 2004.
- [11] L. Méndez, «Capítulo II. Iluminación, contraste, tamaño y color en el medio ambiente,» fomento.gobex, 25 abril 2016. [En línea]. Available: <http://fomento.gobex.es/fomento/live/informacion-ciudadano/accesibilidad/planes-ayudas-guias/AccesibilidadVisual04CapituloII.pdf>. [Último acceso: 03 junio 2017].
- [12] J. Calvo, «La iluminación en los lugares de trabajo. Cantabria: Instituto Cántabro de Seguridad y Salud en el Trabajo,» Depósito legal: SA-427-, Madrid, España, 2010.
- [13] C. Badena y J. Hernández, «Ondas, sonido y luz (3° de ESO),» Universidad de Valencia, España, 2012.
- [14] Fundación española para la ciencia y la tecnología (FECYT), «Ciencia con luz propia. aplicaciones tecnológicas de la luz,» Fundación española para la ciencia y la tecnología (FECYT), España, 2015.
- [15] J. Cosco, «Alumbrado en Oficinas,» Universidad nacional de Ingeniería, Lima Perú, 2016.
- [16] N. Castilla, V. Blanca, A. Martinez y R. Pastor, *Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes*, Sevilla, España: E.T.S. Arquitectura, 2015.
- [17] J. Fernández, «citcea.upc,» Ministerio de Educación, 15 mayo 2016. [En línea]. Available: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iuint2.html#calculo>. [Último acceso: 31 julio 2017].
- [18] Saavedra Guajrdo, F.; Castro R., A., «La investigación cualitativa, una discusión presente,» 2007. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1729-48272007000100008&lng=es&tlng=es.
- [19] Morales, F., «Tipos de Investigacion,» 07 Octubre 2011. [En línea]. Available: <http://www.creadess.org/index.php/informate/de-interes/temas-de-interes/17300-conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa>.
- [20] Gomez, M., *Introduccion a la metodologia de la investigacion cientifica*, Argentina: Publicacione de Editorial Brujas de Cordova-Argentina, 2006.
- [21] J. Fernández, «citcea.upc,» Ministerio de Educación, 15 mayo 2016. [En línea]. Available: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iuint3.html>. [Último acceso: 31 julio 2017]

Villegas / Plan de manejo de los niveles de iluminación del área administrativa de la empresa de Servicios Metrológicos de Guayaquil