

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN EL ÁREA DE CLASIFICADO ENVASADO DE LA FÁBRICA DE TABACOS PARA LA EXPORTACIÓN DE CAMAJUANÍ

Alexis Águila Espinosa

Resumen

En el presente trabajo se modifica el Sistema de Iluminación establecido en el área de Clasificado y Envasado de Tabaco perteneciente al Departamento de Terminado de la Fábrica de Tabaco Torcido a mano destinado a la Exportación de Camajuaní, debido a que en estudios realizados, como encuestas a los trabajadores y observaciones en el área, se determinó que existen dificultades en cuanto a la iluminación, lo que provoca afectaciones a la salud de los trabajadores y a la productividad; alcanzándose bajos niveles en el cumplimiento de las normas de producción. Esta modificación se hace aplicando el método de los **lúmenes** para determinar el alumbrado general y el método **punto por punto** para determinar la iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar el trabajo concreto, determinando de esa forma el alumbrado localizado. Fue necesario recurrir a ese método porque el nivel de iluminación requerido para la actividad es muy alto y el alumbrado general no es suficiente. Para cumplir el objetivo del presente trabajo y poder realizar el diseño, es necesario tener en cuenta otros aspectos dentro de los cuales tenemos: el efecto del nivel de iluminación con el efecto de color y la elección del color de suelos, paredes, techos y muebles para poder obtener una repercusión positiva en el estado de ánimo de los trabajadores y lograr un equilibrio entre la salud de los mismos y la eficiencia en el trabajo.

Introducción

El desempeño en el trabajo está relacionado con la mejora de los factores ambientales, aunque es difícil determinar la incidencia específica de un factor aislado, se ha podido demostrar que la iluminación industrial es uno de los principales factores ambientales que tiene como objetivo fundamental permitir realizar el trabajo en condiciones aceptables de comodidad y seguridad. La insuficiente iluminación puede ocasionar innumerables efectos negativos como son:

- fatiga visual o general,
- dolores de cabeza,
- disminución de la agudeza visual,
- pérdida paulatina de la visión.

Estos efectos repercuten tanto en los obreros como en la eficiencia de la actividad laboral provocando pérdidas de productividad y calidad del producto y aumentando el número de errores en las operaciones que se realizan. Es por eso que se puede afirmar que si se logran niveles de iluminación requeridos las consecuencias serían favorables para todos esos indicadores.

El presente trabajo se realiza en el área de Clasificado y Envasado de Tabaco Torcido para la Exportación del Departamento de Terminado de la U.E.B. Torcido Camajuaní, en el cual se comenzó el estudio aplicando técnicas como fueron observaciones en el área y encuestas a los trabajadores y jefes inmediatos que laboran en la misma; obteniéndose como resultado que el sistema de alumbrado que está diseñado no se ajusta al requerido, lo que trae como consecuencias problemas de salud de los trabajadores y deficiencias en la actividad laboral como son la baja productividad y calidad del trabajo. Debido a todas las deficiencias antes mencionadas se pudo decidir realizar la modificación del sistema de alumbrado, utilizando primeramente el método de los lúmenes para determinar el sistema de iluminación general y el método punto

por punto para realizar el rediseño del sistema de iluminación localizado en el área objeto de estudio. Por lo que se realiza un trabajo investigativo con el objetivo siguiente: Diseñar del sistema de iluminación en el área de Clasificado Envasado de Tabaco Torcido para la exportación.

Diagnóstico

Se procede a realizar los cálculos correspondientes al sistema de alumbrado existente con el objetivo de comprobar si cumple con las especificaciones propias de la tarea que se realiza. Para esto se determina iluminación requerida:

Nivel de Iluminación Requerido según Norma: 1000 Lux

Datos generales de la instalación

No de Lámparas = 17 lámparas de 20 watts con un flujo luminoso según el fabricante de 1050 lux

Largo del área: 12 m

Ancho: 11 m.

Altura: 2.45 m.

Techo pintado de color blanco: Coeficiente de reflexión 70%

Paredes pintadas de verde claro: Coeficiente de reflexión 50%

$hpt = 0.65 \text{ m}$

$$\text{No. de Lámparas} = \frac{NI * S}{FL * CU * FM}$$

Utilizando el método de los Lúmenes:

$$NI = \frac{\text{No.deLámp} * FL * Cu * FM}{S}$$

Donde: **NI**: Nivel de iluminación requerido o calculado.

S: Superficie que se debe iluminar m^2 .

FL: Flujo luminoso de la lámpara seleccionada.

CU: Coeficiente de utilización.

FC: Factor de conservación o mantenimiento:

Para determinar **CU** se necesita conocer la relación del local **RL**.

Donde: **hm**: Altura del plano de trabajo al techo.

$hm = hl - hpt$ **hl**: altura de la lámpara.

hpt: altura del puesto de trabajo. $hm = hl - hpt$

$hm = 2.45 - .65$

$hm = 1.8$

$$Rl = \frac{l * a}{hm * (l + a)}$$

$$Rl = \frac{12 * 11}{1.8 * (12 + 11)} = \frac{132}{41.4} = 3.1888$$

Con la relación del local de 3.188 se obtiene el Índice del local $IL = c$. Con el $IL = C$, conociendo los coeficientes de reflexión del techo y paredes y el tipo de luminaria

empleada se determina el coeficiente de utilización, teniendo un valor de 0.6. Posteriormente se determina el factor de mantenimiento (FM), en este caso es regular: FM= 0.70 y la distancia máxima entre las luminarias inferior a $1.4 * hm$. Determinándose todos los factores de la ecuación se puede proceder a realizar el cálculo del nivel de iluminación existente actualmente en el puesto de trabajo.

$$NI = \frac{1050 \text{Lux} / \text{lamp} * 0.6 * 0.7}{12m * 11m} = 56.795 \text{lux} / m^2$$

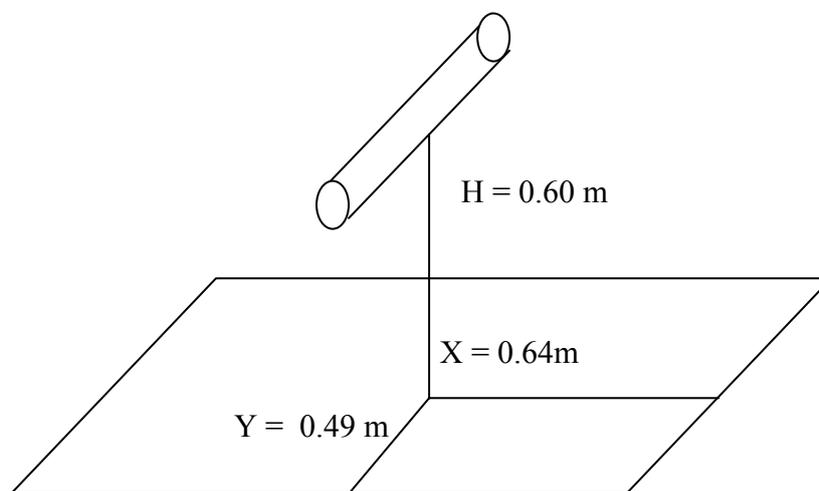
El sistema de iluminación general garantiza $56.745 \text{ lux} / m^2$, lo cual no es correcto ya que según la NC: para tareas que requieran más de 750 lux, el sistema de iluminación general debe aportar como mínimo 500 lux

Se procederá a realizar el cálculo de la iluminación que aporta el sistema de iluminación suplementario a la tarea.

Se conoce: Lámparas = 1.20 m

hm = 0.6

Lámparas de 40 watts con un flujo luminoso según fabricante de 2500 lux.



Para determinar el nivel de iluminación existente en la tarea o puesto de trabajo se aplicará el método punto por punto, como en este caso no se conoce la curva de distribución se determina el nivel de iluminación mediante el empleo de tablas estadísticas al respecto.

Punto central (0.0) Luminaria de 1.20 m H (m) = 0.60 m = 2120 Lux

Ahora se hace necesario interpolar :

Punto (0.64;0) Luminaria de 1.20 m H (m) = 0.60 m

Interpolación Para el Eje X (0.64; 0)

Tomando los datos de la tabla Anexo 5.12

0.60	0.64	1.2
1270	Zx	220

$$\frac{0.60 - 1.20}{1270 - 220} = \frac{0.64 - 1.20}{Zx - 220} \quad Zx = \frac{(1270 - 220) * (0.64 - 1.20)}{(0.60 - 1.20)} + 220$$

$$Zx = \frac{1050 * (-0.56)}{-0.60} + 220 = 1200 \text{Lux}$$

Interpolando Para el eje Y (0; 0.49)

0	0.49	0.60
---	------	------

$$2120 \quad Z_y \quad 630$$

$$\frac{0 - 0.60}{2120 - 630} = \frac{0.49 - 0.60}{Z_y - 630}$$

$$Z_y = \frac{(2120 - 630) * (0.49 - 0.60)}{0 - 0.6} + 630$$

$$Z_y = \frac{1490 * (-0.11)}{-0.60} + 630 = 903.167 \text{ Lux}$$

Para determinar la iluminación el punto más lejano (Esquina) se aplica una regla de 3

$$\frac{2120}{1200} = \frac{903.163}{Z_k} \quad Z_k = \frac{1200 * 903.163}{2120} = 511.23$$

Teniendo el aporte del sistema de alumbrado general (NI = 56.795) se hace la comparación entre el nivel de iluminación requerido y el existente, recordando que el nivel de iluminación de la tarea es la suma del nivel de iluminación que aporta el sistema general y el localizado. Es importante recordar que para la actividad que se realiza el nivel de iluminación (NI) requerido según norma es de 1000 lux.

Nivel de iluminación de la tarea

NI = NI_g + NI_s NI_g → Nivel de iluminación del alumbrado General.

NI_s → Nivel de iluminación del alumbrado Suplementario

Cálculo

Comparación NI_{req} & NI_{cal}

<u>Punto</u>	<u>Cálculo</u>	<u>NI_{req}</u>	<u>NI_{cal}</u>
Punto (0; 0) ;	NI = 56.795 + 2120 = 2176.795 lux ;	1000 lux	≤ 2176.795 lux
Punto (.64; 0) ;	NI = 56.795 + 1200 = 1256.795 lux ;	1000 lux	≤ 1256.795 lux
Punto (0; 0.49) ;	NI = 56.795 + 903.176 = 959.962 lux ;	1000 lux	≥ 959.962 lux
Punto (Esquina)	NI = 56.795 + 511.23 = 568.025 lux ;	1000 lux	≥ 568.025 lux

<u>Cálculo</u>		<u>Comparación NI_{req} & NI_{cal}</u>		
		<u>NI_{req}</u>		<u>NI_{cal}</u>
Punto (0; 0)	NI = 56.795 + 2120 = 2176.795 lux	1000 lux	≤	2176.795 lux
Punto (0.64; 0)	NI = 56.795 + 1200 = 1256.795 lux	1000 lux	≤	1256.795 lux
Punto (0; 0.49)	NI = 56.795 + 903.176 = 959.962 lux	1000 lux	≥	959.962 lux
Punto (Esquina)	NI = 56.795 + 511.23 = 568.025 lux	1000 lux	≥	568.025 lux

Como se puede observar en la comparación anterior existen dos puntos sobre la superficie de trabajo que no cumplen las condiciones mínimas de iluminación de acuerdo a la tarea que se realiza por lo que es necesario diseñar un sistema de iluminación que garantice un nivel de iluminación superior a los 1000 lux.

Diseño del sistema de iluminación General.

Como está diseñado un sistema de iluminación suplementario que garantiza un nivel de iluminación el punto más alejado de la fuente de 511.23 lux el sistema de iluminación general debe garantizar como mínimo la diferencia entre el nivel de iluminación requerido y el punto nivel de iluminación en el punto antes mencionado.

NI_g = NI_{req} - NI_{cal} **Donde:**

NI_g Nivel de iluminación requerido para el sistema general

NI_{req} Nivel de iluminación requerido para la tarea

NI_{cal} Nivel de iluminación del punto más lejano.

$$NIg = 1000 - 511.23 = 488.77 \text{ lux}$$

Según norma para tareas que requieran un nivel de iluminación mayor a 750 lux el sistema de iluminación general debe aportar un mínimo de 500 lux para evitar problemas con la visión por lo tanto se toma este valor para realizar el cálculo del número de luminarias para el sistema de iluminación general.

Aplicando método de los lúmenes:

Se procede a realizar el cálculo del número de lámparas necesarias para el alumbrado general sin variar el tipo de luminaria existente.

$$N^{\circ} \text{ lam} = \frac{NIreq * S}{Fm * Cu * Fl}$$

Se debe recordar que el coeficiente de utilización (Cu) para este tipo de luminaria y el factor de mantenimiento (Fm) fueron determinados anteriormente.

$$N^{\circ} \text{ lam} = \frac{500 \text{ lux} / \text{lam} * 12 \text{ m} * 11 \text{ m}}{0.70 * 0.60 * 1050 \text{ luzm}^2} = 149.6 \text{ lamp} \approx 150 \text{ lamp}$$

Variando el tipo de luminaria:

Se propone la utilización de luminarias con 2 lámparas fluorescentes de 40 Watts de 1.20 m de largo y flujo luminoso de 2500 lux.

$$N^{\circ} \text{ lam} = \frac{NIreq * S}{Fm * Cu * Fl}$$

Conociendo la relación del local (RI = 3.188), y el índice del local (IL=C) se busca en la tabla Anexo 5.7 el tipo de luminaria propuesto (Luminaria N° 9) de donde se toma:

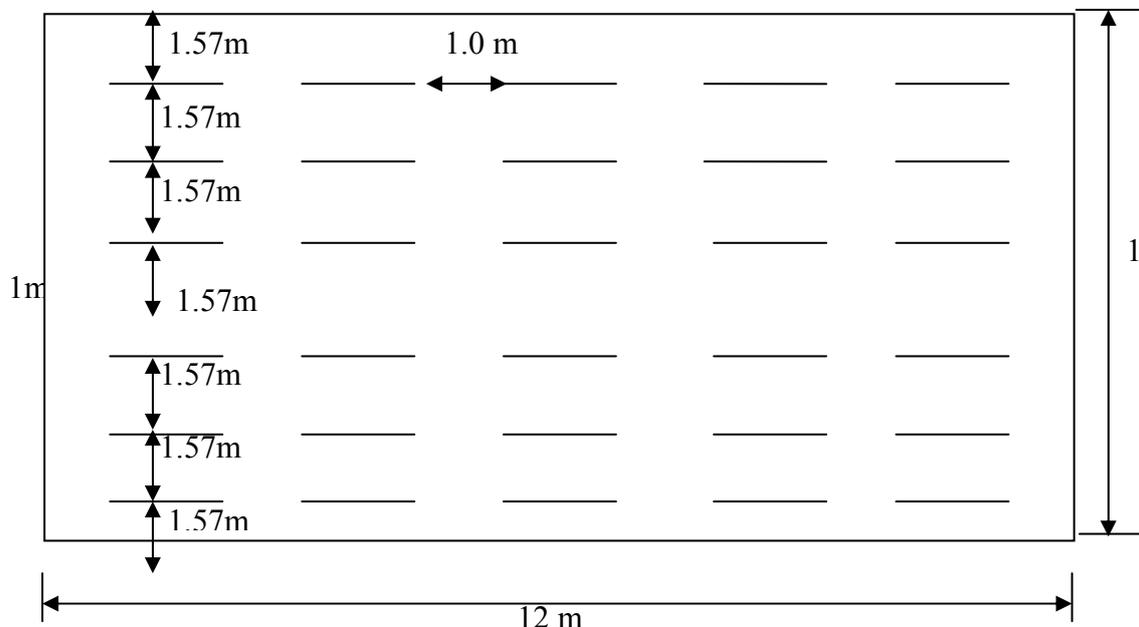
Cu = 0.71, Fm = 0.63, Distancia e/ luminarias = 1.4 * hm

$$N^{\circ} \text{ lam} = \frac{500 \text{ lux} * 11 \text{ m} * 12 \text{ m}}{0.65 * 0.71 * 2500} = 57.2 \approx 58 \text{ lamparas}$$

$$N^{\circ} \text{ lum} = \frac{N^{\circ} \text{ lamp}}{\text{Lamp} / \text{lum}}$$

$$N^{\circ} \text{ lum} = \frac{58}{2} = 29 \text{ Lum}$$

Emplazamiento:



Distancia e/ luminarias = 4 * hm = 1.4 * 1.8 = 2.52 m por lo tanto el emplazamiento diseñado es correcto pues las luminarias se han colocado a una distancia inferior a la distancia máxima recomendada. A partir de este momento es necesario tomar la decisión de cuál será la luminaria a emplear, realizados los cálculos para cada tipo de luminaria de la que se dispone se decidirá haciendo una evaluación de costos de las luminarias en el mercado:

Costo Unitario Costo Total

Luminaria Fluorescente de 20 Watts	1.00 CUC	150 CUC
Luminaria Fluorescente de 40 Watts	1.25 CUC	72.5 CUC

Tomando esto en cuenta se decide emplear la luminaria fluorescente de 40 watts ya que resulta más económica, además la eficiencia luminosa por watts consumido es mayor que la luminaria de 20 watts.

CONCLUSIONES

- *Con el presente trabajo se logra un diseño adecuado del sistema de iluminación proporcionando una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada y una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto.*
- Con este nuevo diseño se logra una repercusión positiva en el estado de ánimo de los trabajadores, logrando un equilibrio entre la salud de los mismos y la eficiencia en el trabajo.
- *Con el nuevo diseño se obtiene mayor productividad debido al confort del área de trabajo ,ya que este indicador está relacionado directamente con la mejora de las condiciones laborales.*
- *Las condiciones de trabajo de los operarios mejoran de forma general con este proyecto ya que la iluminación es un factor imprescindible en el micro clima laboral.*
- *Se disminuye el pago de subsidios por concepto de enfermedades visuales.*

RECOMENDACIONES

- Que sea analizado por parte de la Empresa Tabaco Torcido Villa Clara la posibilidad de incluir en el presupuesto a planificar para el próximo año, el lo que se refiere a la Seguridad y Salud del trabajo, la adquisición de todos los recursos necesarios para la generalización de esta investigación en todas las UEB.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, Becerra Alicia & Colectivo de autores. Ergonomía.
2. Calderón Milián, Liliam (1985). La Comunicación Social en el Trabajo del Dirigente. Impresión Ligera; ISDE. La Habana.
3. Davis, Keith; Newstrom, John W. (1985). El Comportamiento Humano en el Trabajo: Comportamiento Organizacional. Versión de la VII Edición.
4. Farrer, Velásquez, F. Minaya, Lozano, G. Niño Escalante, J. Ruíz, Ripollés, M. Manual de Ergonomía. Partes I y II. Fundación MAPFRE. Editorial Félix Varela. La Habana, 06 NC-99-03:1982 Computación. Ergonomía y estética técnica.
5. Robbins, Stephen, P. (1996). Comportamiento Organizacional. 7ma. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana; México.
6. Texto de Seguridad y Salud en el Trabajo. IEIT. 2005.
7. Texto de Organización del Trabajo. IEIT. 2005.