

Impacto del diseño de iluminación de una Cabina ergonómica: Un estudio evaluativo con la NOM 025-STPS-2008

Norma Elizabeth Rodríguez Bustos¹; Adrián Agustín Ríos Barreto²; Mónica
Mendoza Kohrs³

Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato

Resumen: El presente artículo analiza el impacto del diseño de una correcta iluminación de una cabina, en consideración a la normativa vigente NOM-025-STPS-2008 de la secretaría del trabajo y previsión social para evaluar el cumplimiento de los centros laborales con respecto al factor de iluminación y asegurar un correcto desempeño de las funciones de cada trabajador minimizando la fatiga ocular [1]. A través de un estudio metodológico que incluye evaluaciones cualitativas y cuantitativas, se demuestra que un diseño de iluminación adecuado mejora significativamente el bienestar del usuario y reduce el riesgo de daño ocular [2]. Los resultados sugieren que la implementación de principios ergonómicos en el diseño de iluminación es crucial para optimizar el ambiente de trabajo en cabinas para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable, es esencial determinar los requisitos de iluminación adecuados en las distintas áreas de los centros de trabajo. Cada actividad visual necesita una cantidad específica de luz, por lo que es crucial ajustar la iluminación a estas demandas. Uno de los riesgos que se podrían presentar es una condición crítica de iluminación la cual se presenta cuando la iluminación es insuficiente o excesiva, lo que puede provocar un esfuerzo visual adicional o causar deslumbramientos en los trabajadores. El estudio fue realizado en una cabina diseñada para mejorar la ergonomía de los trabajadores. La metodología utilizada es el círculo PDCA. La importancia de esta evaluación radica en demostrar que el cumplimiento de los parámetros de la norma ayuda a mejorar la concentración y disminuir la fatiga ocular del colaborador.

Palabras clave: Ergonomía, Diseño de Iluminación, Cabina, Confort Visual, Salud Ocupacional.

I. INTRODUCCION

La iluminación es un factor muy importante dentro de la ergonomía, puesto que es un factor de riesgo
REVISTAINCAING ISSN24489131 (Septiembre - Octubre 2024) pp 89-95

latente en las enfermedades laborales relacionadas con la vista, la iluminación general y la iluminación específica (como lámparas de trabajo) deben proporcionar niveles adecuados de iluminación y mantener una relación equilibrada de luminancias entre el plano de trabajo y su entorno. Esto debe tener en cuenta la naturaleza del trabajo, y las necesidades visuales del usuario. Además, el acondicionamiento del espacio de trabajo, junto con la ubicación y las características técnicas de las fuentes de luz artificial, deben estar coordinados de manera que se eviten deslumbramientos y reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo. [3]

En el artículo se deben conocer 2 conceptos en específico, los cuales son, la reflexión, esto se refiere al fenómeno en el cual la luz que incide sobre un objeto es proyectada o reflejada desde su superficie en el mismo ángulo de incidencia; el otro concepto es la tarea visual, es aquella actividad que se lleva a cabo bajo ciertas condiciones de iluminación específicas. [1]

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo es tipo descriptivo y cualitativo[4], se desarrolló en cuatro etapas desarrolladas con la metodología PDCA por sus siglas en inglés *Plan (Planificar), Do (Hacer), Check (Verificar) y Act (Actuar)*. Los pasos a seguir para medir y determinar los niveles de iluminación se muestran en la figura 1.

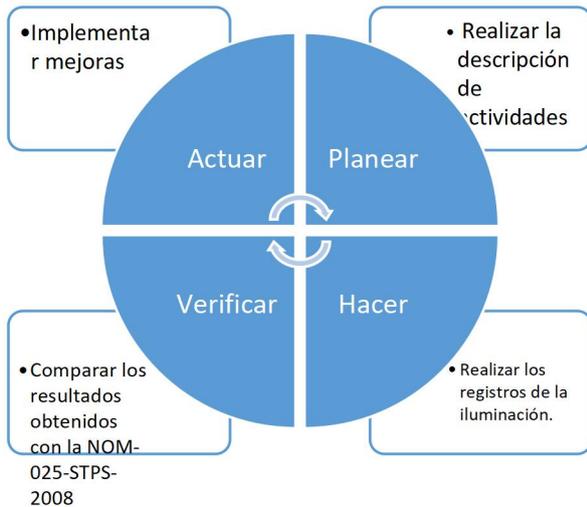


Fig. 1. Metodología PDCA

A. Fase de planeación

En la tabla 1, se identificaron los procedimientos de las actividades que se desempeñan en el centro de trabajo (cabina) para determinar las condiciones del estudio. Se diseñó la cabina en base a la NOM-025-STPS-2008.

Tabla 1. Características y condiciones de trabajo

Características por identificar.	Condiciones actuales.
Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo.	Área de trabajo (empaquetamiento y registro en computadora), en la cual, la iluminación es proporcionada por una lámpara led (56.5 x 2.5).
Potencia de las lámparas.	9 watts
Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.	En el entorno de trabajo, la iluminación es adecuada para llevar a cabo el proceso, lo cual se ve favorecido por el uso de una superficie blanca que evita la pérdida de piezas. Las superficies del edificio presentan características notables, siendo estas de textura lisa.
Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar bolsa de plástico. 2. Tomar bicicleta. 3. Embolsar bicicleta. 4. Tomar base de la caja. 5. Armar base de la caja. 6. Tomar tapa de la caja. 7. Armar tapa de la caja.
	<ol style="list-style-type: none"> 8. Empaquetar bicicleta en bolsa. 9. Colocar etiqueta. 10. Registrar datos de etiqueta en la base de datos. 11. Colocar en la banda transportadora producto empaquetado.
Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada.	Iluminación sobre la mesa de trabajo (área de empaquetamiento y localización de sistema de cómputo)
Información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.	El número de colaboradores expuestos solo es de uno, las condiciones en las que se encuentra son las adecuadas para desempeñar el trabajo, sin embargo, existen áreas de oportunidad las cuales pueden ser implementadas o mejoradas dentro de la estación.

Se establecieron los criterios para medir el área de trabajo tales como:

- 1.- Instrumento de medición: Luxometro
- 2.- Áreas de medición

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente: [1].

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \tag{Ec. (1)}$$

El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:

$$k = \frac{E1}{E2} (100) \tag{Ec. (2)}$$

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

$$Ep = \frac{1}{N} (\sum Ei) \tag{Ec. (3)}$$

El informe descriptivo de las condiciones normales de operación, descripciones del proceso, instalaciones, puestos de trabajo.

Reconocimiento de las condiciones de iluminación. Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo [1].

B. Fase de hacer

Se sigue la metodología de la NOM-025-STPS-2008 como se observa en la figura 2 considerando que la evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación, se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación de los mismos.

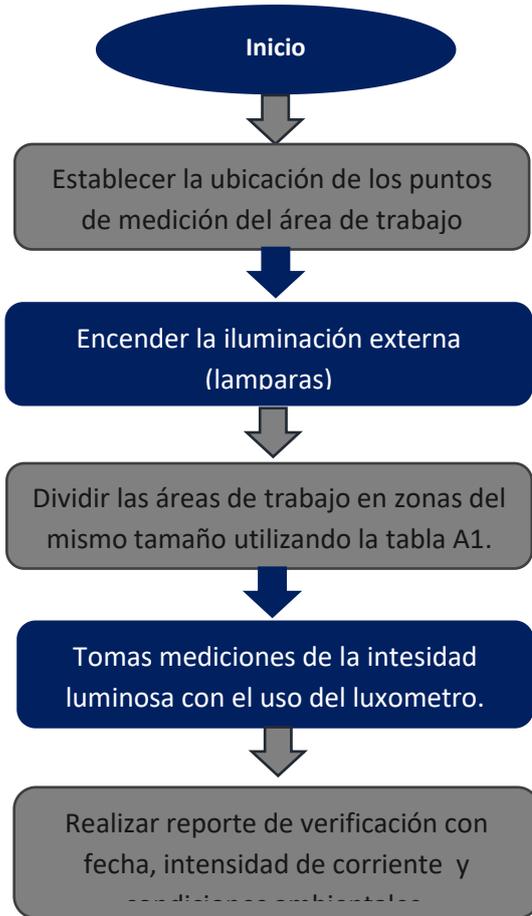


Fig. 2. Metodología para realizar estudios de iluminación

C. Fase de verificar

Se compararon los resultados obtenidos de la evaluación con los parámetros que la NOM-025-STPS-2008 menciona.

En la tabla 2 se presenta los niveles de iluminación requerido para diversas tareas, considerando el tipo de actividad y el área de trabajo. El nivel mínimo recomendado es de 20 lux, aplicable a espacios exteriores que disponen de suficiente luz natural. En contraste, el nivel máximo alcanza los 2000 lux, necesario para actividades específicas, prolongadas y de bajo contraste [1].

Tabla 2. Niveles de iluminación

Tarea Visual del puesto de trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
------------------------------------	-----------------	--

En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En Interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

D. Fase de actuar

Se proponen mejoras al área de trabajo para lograr los requerimientos de la NOM considerando si en el resultado de la evaluación de los niveles de iluminación se detectaron áreas o puestos de trabajo que deslumbren al trabajador, se deben aplicar medidas de control para evitar que el deslumbramiento lo afecte. [1].

Si en el resultado de la medición se observa que los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o las tareas visuales están por debajo de los niveles indicados o que los niveles de reflexión estén por encima de lo establecido en la tabla 7, se deben adoptar las medidas de control necesarias, entre otras, dar mantenimiento a las luminarias, modificar el sistema de iluminación o su distribución y/o instalar iluminación complementaria o localizada. Para esta última medida de control, en donde se requiera una

mayor iluminación, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
- b) Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
- c) Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y
- d) Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

III. RESULTADOS

Se calculó el valor índice del área para definir las zonas a evaluar, para determinar las dimensiones se utilizó un flexometro y se consideró el dibujo del diseño de la cabina realizado en AutoCAD como se muestra en la figura 3.

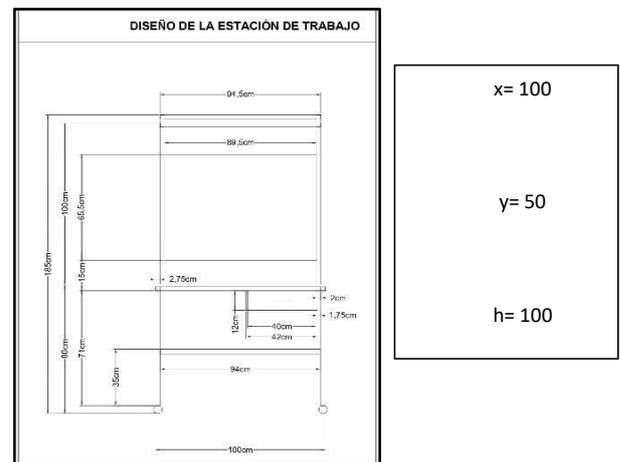


Fig. 3. Procedimiento para obtener IC

Dado que .33 es menor que 1 utilizaremos solo 4 zonas en nuestra área de trabajo con respecto a la tabla 3. Apedice A para determinar el número mínimo de zonas a evaluar.

Tabla 3. Apedice A

a) Apéndice A		
Relación entre el índice de Área y el número de Zonas de Medición		
Índices de área.	A) Número mínimo de zonas a evaluar.	B) Número de zonas a considerar por la limitación.
IC < 1	4	6
1 < IC < 2	9	12
2 < IC < 3	16	20
3 < IC	25	30

El siguiente paso fue dividir en 4 áreas iguales la zona de trabajo de la cabina como se observa en la figura 4a y b.

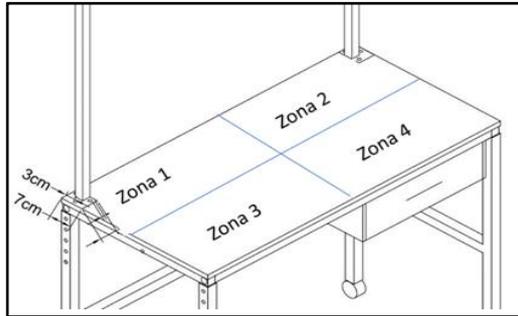


Fig. 4a. Cabina dividida en las cuatro zonas correspondientes

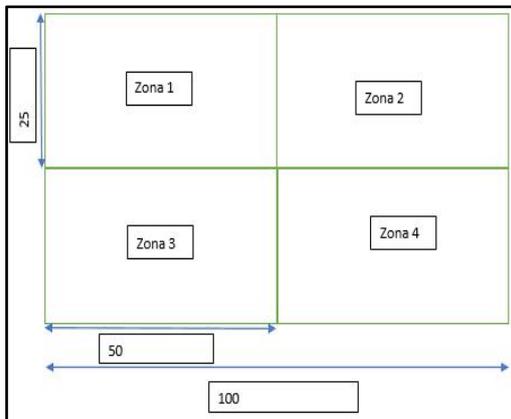


Fig. 4b. Vista frontal de las cuatro zonas de medición

Se realizaron las cuatro muestras una en cada zona marcada y se obtuvieron los siguientes resultados:



Fig. 5. Resultados de luxes de cada zona de medición

La actividad que se desempeña en la cabina es empaquetado y la norma exige un nivel mínimo de 300 luxes dentro de la estación donde se esté laborando puesto que es un ensamble simple con inspección simple.

Por tanto, con los valores obtenidos de las mediciones de luxes se calcula el promedio como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de luxes promedio

Calculo de luxes promedio	
Zona	Luxes
1	354 N=numero de datos
2	281 N=4
3	354
4	281
Sumatoria	1270
Promedio	317,5

El promedio fue de 317 luxes y lo comparamos con la tabla de la NOM que indica 300 luxes, por tanto como se observa en la tabla 5 estamos dentro de las especificaciones requeridas.

Tabla 5. Luxes requeridos en área de empaque

Distinción moderada de detalles; ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
---	--	-----

El siguiente analisis evaluativo corresponde al factor de reflexión (Kf), el cual se realizo con el procedimiento que se muestra en la figura 6. [5]

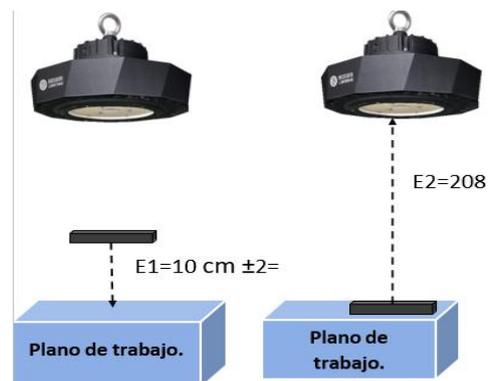


Fig. 6. Procedimiento para obtener E1 y E2

Se evaluaron las cuatro zonas y los resultados de las mediciones en luxes se encuentran en la figura 7.



Fig. 7. Medición de Luxes de cada zona para E1

Se calcula el valor de reflexion con la ecuación 3 considerando los valores obtenidos en el paso anterior (E1) y los registrados en la figura 5 (E2) y los resultados se observan en la tabla 6.

Tabla 6. Cálculo del valor de reflexión

Calculo del valor de reflexion				
Zona	E1	E2	Kf	Incertidumbre
1	111	354	31,36%	,+ - 5
2	68	281	24,20%	,+ - 5
3	111	354	31,36%	,+ - 5
4	87	281	30,96%	,+ - 5

Como se puede observar en la tabla 6, la zona 1 tiene un valor de reflexión de 31%, la zona 2 de 24%, la zona 3 de 31% y la zona 4 de 31%, comparado con la figura podemos observar que las cuatro zonas estan por debajo del 50% de los que nos marca la NOM-025-STPS-2008.

Para finalizar comparamos el resultado de cada zona con el apendice B de la norma para determinar si el valor de reflexión esta dentro de los niveles aceptados, pues con ella evaluaremos que los

porcentajes no rebasen del 50% ni de los 300 luxes ya que así dicta la NOM.

Tabla 7. Cálculo de luxes promedio

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, Kf
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Se propone llevar un seguimiento al mantenimiento de lamparas considerando el check list de iluminacion que se muestra en la figura 8.

	CHECKLIST DEL MANTENIMIENTO DE ILUMINACIÓN		Código CL-MDI01	
			Revisión 0	
			Pág. 1 de 1	
Fecha:		Próxima fecha revisión:		
Inspeccionado por:				
Fuente de iluminación:				
Indicar con una X lo que corresponda.				
Factores de mantenimiento	Si	No	N/A	Observaciones
1. Es necesario realizar limpieza a la lámpara luminaria.				
2. Se realizó un control de estado de los soportes de la luminaria.				
3. Existe un correcto funcionamiento del sistema de encendido y apagado.				
4. Existe un daño en el sistema eléctrico. <i>*Describe en el apartado de "Observaciones" cuál es el daño.</i>				
5. Es necesario el remplazo de la lámpara. <i>*Consideraciones para tomar en cuenta:</i> <ul style="list-style-type: none"> La lámpara ya ha pasado su vida útil. La lámpara tiene un color amarillento. Si el flujo luminoso de la lámpara es la misma cantidad aún si se encuentra en su vida útil. <i>*En el apartado de "Observaciones" indique el por qué según las consideraciones y si es diferente a las consideraciones presentadas, describa el por qué.</i>				
6. Existe una incorrecta disipación del calor.				
7. Es necesario la renovación de la pintura de la estación de trabajo.				
Fecha de inicio de uso de lámpara:			Tiempo de vida útil de lámpara:	

Fig. 8. Checklist del mantenimiento de iluminación

IV. CONCLUSIONES

Este estudio evaluativo demuestra que cuando se diseñan centros de trabajo considerando los factores ergonómicos se logra cumplir con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 y se demuestra cómo es que ninguna de las zonas evaluadas dentro de la cabina rebasa el 50%, por tanto, se concluye que el prototipo se encuentre dentro de lo establecido y aun con la incertidumbre este cumple por completo en base a la tabla de niveles máximos de reflexión.

Cuando se realizan mediciones con el propósito de verificar los valores correspondientes a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las evaluaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

Una vez realizada la división el resultado fue ya el promedio del área evaluada la cual fue de 317 luxes por lo que podemos concluir que cumple en su totalidad con el capítulo 7 de la presente NOM.

Cuando un centro de trabajo cumple con las condiciones de iluminación se logra disminuir el riesgo de daño ocular en los trabajadores [6].

REFERENCIAS

- [1] Secretaría del Trabajo y Previsión Social,(2008). "NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo", Diario Oficial de la Federación, México, 30 de diciembre de 2008. [En línea]. Disponible: <https://www.dof.gob.mx>. [Accedido: sept. 5, 2024].
- [2] S. González, (2019) "Evaluación ergonómica y de iluminación en cabinas de trabajo según NOM-025-STPS-2008", Revista Mexicana de Ergonomía, vol. 18, no. 2, pp. 35-47.
- [3] J. Martínez y P. Hernández, (2020). "Impacto de la iluminación en la ergonomía laboral: Un análisis conforme a la NOM-025-STPS-2008", Journal of Occupational Health, vol. 21, no. 1, pp. 101-113.
- [4] J. Ramírez y L. Ortega, (2022). "Mediciones ergonómicas en cabinas de control: Un enfoque conforme a la NOM-025-STPS-2008", Revista Internacional de Seguridad y Salud Ocupacional, vol. 25, no. 2, pp. 33-46.
- [5] H. Castro, (2023). "Evaluación del factor de reflexión en cabinas de trabajo según la NOM-025-STPS-2008", Ergonomía Aplicada, vol. 14, no. 2, pp. 45-58.
- [6] C. López, (2020). "Implementación de la NOM-025-STPS-2008 en cabinas ergonómicas: Eficiencia y productividad", Boletín de Seguridad e Higiene en el Trabajo, vol. 32, no. 5, pp. 75-8.