

## **Diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refrescos de Granma**

**Mariana Milagros Rodríguez Santana**

Ingeniera Industrial. Universidad de Holguín, Cuba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6302-7057>

E-mail: [mariana.rs@uho.edu.cu](mailto:mariana.rs@uho.edu.cu)

**Roberto Ernesto Rodríguez Gámez**

Ingeniero Industrial. Universidad de Holguín, Cuba.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8387-7471>

E-mail: [rg949150@gmail.com](mailto:rg949150@gmail.com)

### **RESUMEN**

La ergonomía es una disciplina científico-técnica y de diseño que tiene como fin adaptar las tareas y procesos al trabajador para lograr un óptimo desempeño laboral y asegurar las mejores condiciones de salud, seguridad y bienestar en el trabajo. Dentro de esta ciencia existen dos ramas que permiten dar cumplimiento a dicho objetivo estas son: la antropometría y la iluminación. La presente investigación tiene como objetivo general: mejorar el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refrescos de Granma. Entre los principales resultados se encuentran: el análisis de las causas relacionadas con la iluminación y la antropometría y la generación de soluciones potenciales mediante la propuesta de un sistema de iluminación general utilizando el Método de los lúmenes de la Westinghouse y del diseño antropométrico del puesto de trabajo de etiquetado empleando el procedimiento para la aplicación de la información antropométrica. La investigación se sustenta en métodos teóricos como: análisis y síntesis, histórico-lógico e inductivo-deductivo, dentro del nivel empírico: la observación directa, encuestas, entrevistas y revisión documental, entre los métodos estadísticos: el análisis de conglomerado jerárquico y el análisis de centralidad.

**Palabras claves:** ergonomía, antropometría, iluminación, etiquetado y Método de los lúmenes.

## **Ergonomic design of the labeling workstation at the Granma Beverage and Soft Drink Company**

### **ABSTRACT:**

Ergonomics is a scientific-technical and design discipline that aims to adapt tasks and processes to the worker to achieve optimal work performance and ensure the best health, safety and well-being conditions at work. Within this science there are two branches that allow this objective to be fulfilled, these are: anthropometry and lighting. The general objective of this research is: to improve the ergonomic design of the labeling workplace at the Granma Beverages and Soft Drinks Company. Among the main results are: the analysis of the causes related to lighting and anthropometry and the generation

of potential solutions through the proposal of a General Lighting System using the Westinghouse Lumen Method and the anthropometric design of the work station. Labeling work using the procedure for the application of anthropometric information. The thesis is based on theoretical methods such as: analysis and synthesis, historical-logical and inductive-deductive and within the empirical level: direct observation, survey, interviews and documentary review, among the statistical methods, hierarchical cluster analysis and analysis of centrality.

**Key words:** Ergonomics, anthropometry, lighting, labeled and Lumen Method.

## INTRODUCCIÓN

La Ergonomía es una ciencia o disciplina científica, estudiada y aplicada a nivel global. Su principal objetivo, y por el cual surgió el 12 de julio de 1949, es adecuar la relación del ser humano con su entorno. En el ámbito laboral se orienta a diseñar y organizar la actividad laboral, los procesos, los productos y sistemas para que se ajusten de forma armónica con las capacidades y limitaciones psíquicas de las personas, y con ello, el mejoramiento de la efectividad, seguridad y bienestar de las personas en el trabajo y en la vida cotidiana.

Una rama de la ergonomía es el diseño antropométrico, este es el proceso de creación de productos, herramientas, o lugares de trabajo que sean cómodos y eficientes para las personas que los usan. Su objetivo es minimizar el estrés físico y mental en las personas que interactúan con el producto o lugar de trabajo. Se enfoca en el estudio de las medidas físicas y características humanas para diseñar productos y espacios que se adapten a los usuarios. Al aplicar el diseño antropométrico, se mejora la calidad de vida de las personas y contribuye a la inclusión social al considerar las necesidades de personas con discapacidades o limitaciones físicas (López et al., 2019).

Otra rama de la ergonomía es el diseño de los sistemas de iluminación, que constituye un aspecto fundamental en el diseño de cualquier espacio. Este diseño implica una serie de consideraciones técnicas, estéticas y funcionales que consideran las necesidades específicas del espacio, así como también las preferencias y necesidades de los usuarios. Además, se debe tener en cuenta factores como el tipo de actividad que se llevará a cabo en el espacio, la cantidad y calidad de luz necesaria para esa actividad, la eficiencia energética y el impacto visual del sistema.

En el territorio holguinero se encuentra la Empresa de Bebidas y Refrescos de Granma, esta se dedica a la producción, distribución y comercialización de bebidas y refrescos de alta calidad para satisfacer las necesidades del mercado. En esta organización se han registrado dificultades en el puesto de trabajo de etiquetado como son:

- el aumento de las lesiones músculo-esqueléticas
- incremento del número de errores en la producción
- insatisfacción de los trabajadores con sus condiciones laborales

- incremento de afecciones en la vista como: dolor, fatiga en los ojos, visión borrosa, pesadez en los párpados y molestias
- en la revisión de un estudio de iluminación realizado en el mes de julio de 2023, se comprobó la falta de precisión en la confección del mismo y con respecto a la antropometría no se encontraron evidencia de estudios realizados anteriormente.

Debido a lo anterior es un interés de la empresa la realización de un estudio del diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado que contemple en específico el análisis de su sistema de iluminación y del diseño antropométrico y la propuesta de mejora de estos.

Lo anteriormente expuesto constituye la situación problemática que genera la presente investigación, por lo que se define como problema profesional: Insuficiencias en el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refresco de Granma en el mes de junio de 2023 limitan la mejora de las condiciones de trabajo.

Siendo el objetivo general de la investigación: mejorar el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refrescos Granma contribuye a la mejora de las condiciones de trabajo. Para dar cumplimiento al objetivo general se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Construir el marco teórico-práctico referencial sobre la Ergonomía y el diseño ergonómico del puesto de trabajo.
2. Aplicar parcialmente el Método General de Solución de Problemas para el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refrescos de Granma.

## MÉTODOLOGÍA

El Método General de Solución de problemas (MGSP), de acuerdo a León (2021) contiene las siguientes etapas:

*ETAPA 1. Identificación y selección del problema*

*ETAPA 2. Análisis del problema*

*ETAPA 3. Generación de soluciones potenciales*

*ETAPA 4. Selección y planificación de la solución*

*ETAPA 5. Implementación de la solución*

*ETAPA 6. Evaluación de la solución*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

**Problema principal:** Insuficiencias en el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refresco de Granma en el mes de junio de 2023 limitan la mejora de las condiciones de trabajo.

**Condición deseada:** Mejorar el diseño ergonómico del puesto de trabajo de etiquetado en la Empresa de Bebidas y Refresco Granma en períodos venideros.

**Causas del problema fundamental:**

Para la determinación de las causas potenciales se utilizaron como técnicas la tormenta de ideas, la observación directa, la revisión documental, las entrevistas y la lista de chequeo. Mediante un proceso de análisis se sintetizaron y definieron las causas siguientes:

1. Existencia de un nivel de iluminación por debajo del nivel de iluminación requerido
2. Instalación de luminarias con bajo flujo luminoso
3. Bajo nivel de reflexión de la luz
4. Inadecuado sistema de mantenimiento, limpieza y sustitución de las luminarias
5. Inadecuada distribución y emplazamiento de las luminarias
6. Limitada entrada de luz natural
7. Deficiente diseño antropométrico del puesto de trabajo de etiquetado (mesa y silla)

A continuación se procede a realizar la verificación de las causas:

➤ **Causa 1: Existencia de un nivel de iluminación por debajo del nivel de iluminación requerido**

Para la comprobación de esta causa se siguió el procedimiento específico siguiente:

a) Identificar las actividades y sus requerimientos visuales

En el área de producción, existen dos puestos de trabajo donde se realizan las actividades de revisado de vacío y mirador de llenado. En estas se encuentra instalado un sistema de iluminación suplementario y el nivel de iluminación requerido es de 1000 lux de acuerdo a la NC ISO 8995/CIE S 008:2003. En entrevista con directivos de la empresa estos mostraron los resultados de un estudio previo realizado en julio de 2023, donde se demuestra que se cumple con el valor normado que se requiere en estos puestos pues como resultado de la medición se obtuvo 1894 lux. Por lo tanto el análisis del estudio de iluminación en esta área, se limitó al resto de las actividades que contempla el sistema de alumbrado general.

Para identificar los requerimientos visuales de las actividades que se realizan en el área productiva, se aplicó una lista de chequeo. Como resultado se obtuvo: la difusión de la luz y el confort psico-fisiológico (asociado a la apariencia de la luz).

b) Identificar los niveles de iluminación recomendados para las actividades analizadas

En la identificación de la iluminación requerida en las actividades analizadas en el área productiva se utilizó la NC ISO 8995: 2003 "Iluminación de puesto de trabajo en interiores". Los valores normados para las actividades que allí se realizan se muestran en la tabla 1:

Tabla 1.

Valores normados para las actividades del área productiva

Actividades	Nivel de iluminación requerido (lux)
Lavado	300
Llenado	300
Tapado	300
Etiquetado	300

Nota: Desarrollo propio

c) Identificar el sistema de iluminación empleado

De acuerdo a las actividades que se desarrollan en el área productiva se determinó que el sistema de iluminación general instalado de luminarias semidirectas con 2 lámparas fluorescentes de reflector de luz ancho adosado al techo, no es el idóneo, pues el sistema iluminación con lámparas LED garantiza en todo el local un nivel de iluminación homogéneo con menos consumo de energía eléctrica.

d) Medir el nivel de iluminación medio en el local y(o) puestos de trabajo

Para realizar las mediciones se contó con lo siguiente:

- cinta métrica para medir las distancias
- luxómetro para medir la iluminancia el cual estaba debidamente calibrado, apto para usarse y permitía un rango de lectura amplio
- croquis para ubicar los puntos de medición y las respectivas lecturas
- dos personas una para realizar las mediciones y otra para registrar los datos (investigador y Tecnólogo A )

Para realizar las mediciones se siguieron las consideraciones descritas en la NC 19-01-12, expuestas en el Capítulo I. El local fue subdividido en 2 áreas. Se utilizó un luxómetro marca uni-trend con una precisión de  $\pm 3\%$ .

e) Comparar y evaluar si se cumple con los niveles de iluminación requeridos

$$\bar{E} = 69,33lux < E_{req} = 300lux$$

El sistema de alumbrado general instalado no garantiza los requerimientos visuales de la actividad ni la uniformidad de la luz en el campo visual de acuerdo a la NC ISO 8995/CIE 008: 2003, por tanto los trabajadores se encuentran expuestos a daños a su salud como: dolor de cabeza, fatiga visual, desgaste visual, irritabilidad y enrojecimiento de los ojos.

➤ **Causa 2: Instalación de luminarias con un bajo flujo luminoso**

Mediante la observación directa se comprobó que las lámparas que se encuentran instaladas por sus años de vida útil, ha depreciado el flujo luminoso que llega al puesto de trabajo, lo que conlleva a que el nivel de iluminación sea bajo como consecuencia del envejecimiento de la misma.

➤ **Causa 3: Bajo nivel de reflexión de la luz**

Después de realizar una observación directa se constató que en el área de producción no se realiza mantenimiento a los medios de trabajo ya que existen superficies muy sucias y en mal estado. En

cuanto al techo aunque este se encuentra pintado de blanco se comprobó la presencia de acumulación de polvo y manchas en el mismo, lo que evidencia que no se realiza una limpieza periódicamente. En el caso de las paredes, a pesar de estar pintadas de blanco se pueden observar manchas y suciedad acumulada a lo largo del tiempo. En relación a las mesas, en el área existen dos de diferente tamaño, una más baja de color oscuro y otra más alta de color metálico, esta última presenta zonas oxidadas, mucha suciedad, manchas y no se limpia regularmente. En cuanto al piso, es color mate, también presenta mucha suciedad, manchas, zonas en las que no posee losas y está roto en varias partes.

➤ **Causa 4: Inadecuado sistema de mantenimiento, limpieza y sustitución de las luminarias**

En entrevista al “jefe de Brigada”, se verificó que no existe un programa de mantenimiento planificado, pues no se procede a arreglar o a sustituir alguno de los componentes de la luminaria (armadura o carcasa, equipo eléctrico, reflectores, difusores y filtros) una vez que están rotos. A través de la observación directa se comprobó la existencia de reflectores sucios, deteriorados y oxidados, luminarias sin reflectores, y no se limpian ni sustituyen las lámparas una vez fundidas, prueba de ello es que, de las 14 luminarias instaladas, solo siete de ellas tienen lámparas, y de estas funcionan seis. Como consecuencia de lo anterior en el área existe un factor de conservación malo.

➤ **Causa 5: Inadecuada distribución y emplazamiento de las luminarias**

En la verificación de esta causa se utilizaron los cálculos para determinar la distancia entre las luminarias y la pared y entre luminarias. Los resultados obtenidos se compararon con la distancia máxima de ubicación de la luminaria. Debiéndose cumplir la condición necesaria:

$$D_n \leq D_{m\acute{a}x} = f_e * h_m \text{ donde:}$$

$D_n$  : distancia de ubicación de la luminaria

$D_{m\acute{a}x}$  : distancia máxima de ubicación de la luminaria

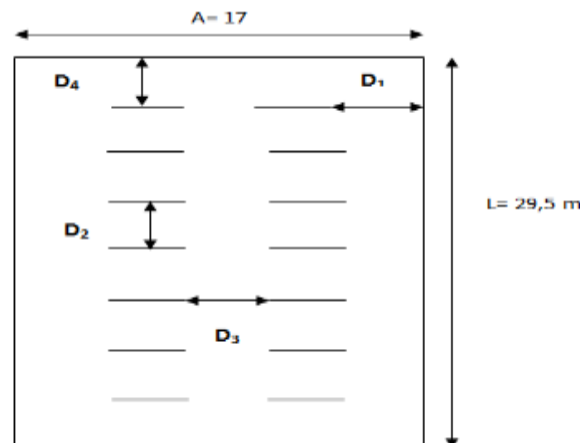
$f_e$  : factor de espaciado del tipo de sistema de iluminación que se encuentra en el Folleto de Tablas y Nomogramas de Ergonomía y Salud e Higiene Ocupacional en la tabla de la página 17. El sistema de iluminación instalado en el área productiva corresponde al sistema de alumbrado general constituido por luminarias semidirectas con dos lámparas fluorescentes adosadas al techo, por lo tanto  $f_e = 1,20$

$h_m = h_L - h_{PT}$  : altura de montaje donde  $h_L$  es la altura del local y  $h_{PT}$  la altura del puesto de trabajo.

Si se incumple en alguna de las distancias con la condición necesaria significa que no existe un correcto emplazamiento de las luminarias. Las dimensiones del área productiva son de (29,5x17x3,7) m. La distribución actual de las luminarias es 7 filas y 2 columnas como se muestra en la figura 1

Figura 1.

Distribución actual de las luminarias



Nota: Desarrollo propio

Sustituyendo se obtuvo:

$$h_m = h_L - h_{PT} = (3,7 - 0,8)m = 2,9 \text{ m}$$

$$D_{\text{máx}} = f_e * h_m = 1,20 * 2,9 \text{ m} = 3,48 \text{ m}$$

$$D1 = \frac{A}{2c} = \frac{17m}{2*2} = 4,25 \text{ m} > 3,48m$$

$$D2 = \frac{L}{F} = \frac{29,5}{7} = 4,21 \text{ m} > 3,48 \text{ m}$$

$$D3 = \frac{A}{C} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ m} > 3,48 \text{ m}$$

$$D4 = \frac{L}{2F} = \frac{29,5}{2*7} = 2,11 \text{ m} < 3,48 \text{ m}$$

Se puede decir que no existe una correcta distribución ni un adecuado emplazamiento de las luminarias en el área analizada, por lo tanto la ubicación actual de las luminarias no garantiza una distribución homogénea del flujo luminoso en el campo visual.

#### ➤ **Causa 6: Limitada entrada de luz natural**

A través de una observación directa se pudo constatar que en el área existe una limitada entrada de luz natural ya que la única vía es una puerta, la cual está situada a 3m de los puestos de trabajo y las ventanas que posee el área, están clausuradas con cinta, presentan suciedad y están pintadas de color mate. En el área de producción se encuentra además un área de almacén donde se colocan botellas limpias durante la jornada laboral, en esta área almacenan productos y la altura de las estibas de cajas obstruyen el paso de la luz natural que entra por las ventanas.

#### ➤ **Causa 7: Deficiente diseño antropométrico del puesto de trabajo de etiquetado (mesa y silla)**

A través de la aplicación de una lista de chequeo se analizaron las sillas y mesas existentes en el puesto. Se identificó que las sillas que actualmente se utilizan en este puesto no permiten una posición estable (exenta de desplazamientos involuntarios, balanceos y riesgo de caídas), no poseen un diseño adecuado para permitirle al trabajador una libertad de movimientos y una postura confortable, no es posible apoyar la espalda completamente en el respaldo sin que el borde del asiento le presione la

parte posterior de las piernas, el asiento no tiene el borde anterior adecuadamente redondeado lo cual causa molestias, la inclinación de la base del asiento resulta incómoda pues produce una sensación de deslizamiento por el asiento, debido a la altura del asiento (superior a la altura poplítea de los trabajadores) se necesita un reposapiés para apoyar totalmente los pies sobre el suelo y no se dispone del mismo y la altura del asiento no es regulable.

En el caso de las mesas las dos son de diferentes dimensiones una más alta y otra más baja y no es posible ajustar la altura de estas con arreglo a las necesidades de los trabajadores, no soportan sin moverse el peso de los medios de trabajo y el de cualquier persona que eventualmente se apoye en alguno de sus bordes, las superficies de trabajo no son de acabado mate, para evitar los reflejos o deslumbramientos y estas poseen manchas de óxido, no se dispone de espacio para ubicar cómodamente los brazos durante la manipulación de los medios de trabajo. Lo anterior permitió corroborar el deficiente diseño antropométrico que presentan las sillas y mesas en el puesto de trabajo de etiquetado.

### **Propuesta de soluciones potenciales**

En la etapa 3 se procedió a proyectar las soluciones en elaboración conjunta con el equipo de trabajo. Las técnicas empleadas fueron el trabajo en grupo y la tormenta de ideas. A continuación se muestran las mismas:

1. Diseñar el puesto de trabajo de etiquetado (mesa y silla) de acuerdo a las dimensiones antropométricas de los trabajadores.

Para el diseño del puesto de trabajo, teniendo en cuenta las dimensiones humanas de la población, se aplicó el procedimiento de McCormick, E. (1980), adaptado por Alonso Becerra et al., (2006). El mismo se expone a continuación:

### **Procedimiento para la aplicación de la información antropométrica:**

1. Definir las dimensiones relevantes del diseño:

El puesto de trabajo de etiquetado está constituido por una mesa donde se colocan las botellas para ser etiquetadas y una silla donde se sientan los trabajadores que realizan dicha actividad. La postura asumida por los trabajadores es sentada o sedente; ya que las actividades que se realizan como el etiquetado de las botellas de los diferentes productos que se elaboran, son manuales. El análisis preliminar permitirá realizar una adecuada interrelación entre las dimensiones humanas de los trabajadores y las dimensiones físicas del puesto de trabajo a diseñar. Se analizaron como dimensiones relevantes del diseño en cada caso las siguientes:

Silla: ancho del espaldar ( $A_e$ ), altura superior del espaldar ( $h_{superior}$ ), altura inferior del espaldar ( $h_{inferior}$ ), altura del asiento ( $h_a$ ), ancho del asiento ( $L_a$ ) y profundidad del asiento ( $P_a$ )

Mesa: altura de la mesa ( $h_m$ ), profundidad o ancho de la mesa ( $P_m$ ) y largo de la mesa ( $L_m$ ) .

2. Definir las dimensiones humanas que se corresponden con las dimensiones relevantes del diseño: Se identificaron las dimensiones antropométricas que permitieron calcular cuáles debían ser las medidas del diseño, para garantizar un uso correcto y cómodo (tabla 2). Para determinar las

dimensiones humanas se consultó en el Folleto de Tablas y Nomogramas de Ergonomía y Seguridad e Higiene Ocupacional (SHO), las “Tablas antropométricas”.

Tabla 2.

Dimensiones humanas que se corresponden con las dimensiones relevantes del diseño

Dimensiones relevantes para el diseño	Dimensiones humanas que se corresponden con las dimensiones relevantes del diseño
<b>Silla</b>	
ancho del espaldar	ancho biacromial
altura superior del espaldar	longitud subescapular
altura inferior del espaldar	altura iliocrestal
altura del asiento	altura poplítea+ holgura (calzado)
ancho del asiento	ancho de caderas sentado
profundidad del asiento	longitud sacro-poplítea
<b>Mesa</b>	
altura de la mesa	altura poplítea + altura de los codos sentados
profundidad o ancho de la mesa	alcance máximo del brazo- alcance mínimo del brazo
largo de la mesa	ancho de codo a codo + holgura (ropa)

Nota: Desarrollo propio

### 3. Definir la población:

La población objeto de estudio está constituida por los trabajadores del puesto de trabajo de etiquetado de la Empresa de Bebidas y Refrescos de Granma que asisten asiduamente y hacen uso de los medios de trabajo.

### 4. Seleccionar el principio de aplicación de la información antropométrica a utilizar:

El principio seleccionado fue Diseño para individuos extremos. El mismo plantea que si la dimensión relevante del diseño es adecuada para el caso extremo servirá también para el resto de la población.

### 5. Seleccionar el valor percentil o el porciento de la población

En este diseño se seleccionó un valor percentil del 90%.

### 6. Buscar la información en tablas y (o) estudio antropométrico:

Debido a la inexistencia de la información antropométrica de la población objeto de estudio. Se realizó un estudio antropométrico y para ello se siguió el procedimiento específico siguiente:

#### a) Calcular o seleccionar el tamaño de la muestra (n) de la población:

Se calculó el tamaño de la muestra (representación estadística de la población), y a partir de ella, se infiere estadísticamente las características de la población. El tamaño de muestra, siendo esta probabilística, se calcula utilizando las expresiones 1 y 4:

Expresión 1. Cálculo del tamaño provisional de la muestra

$$n' = \frac{s^2}{V^2}, \quad (1) \quad \text{donde:}$$

$$s^2 = p * (1 - p) \quad (2)$$

p: probabilidad de éxito (0.9) y q: probabilidad de fallo que es  $1 - p$  (0,1)

$$V^2 = s_e^2: \quad (3)$$

$s_e^2$ : error estándar al cuadrado

Sustituyendo se obtuvo:

$$n' = \frac{0,9*(1-0,9)}{0,003} = 30$$

Expresión 2. Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{n'}{1+n'/N}, \quad (4) \quad \text{donde:}$$

$n'$ : tamaño provisional de la muestra

$N$ : tamaño de la población (se escogió 30 como tamaño de la población ya que en este puesto de trabajo laboran esa cantidad de trabajadores)

Sustituyendo se obtuvo:

$$n = \frac{n'}{1+n'/N} = \frac{30}{1+30/30} = 15$$

Se deben realizar mediciones a 15 trabajadores del puesto de trabajo de etiquetado de la Empresa de Bebidas Refrescos de Granma.

#### b) Realizar las mediciones de las dimensiones humanas relevantes

Se realizaron las mediciones de las dimensiones antropométricas relevantes de la muestra calculada de trabajadores. La posición asumida por los trabajadores para realizar las mediciones fue la posición antropométrica modificada (PAM). Esta se realiza con el individuo sentado, donde se debe cumplir ambos pies quedando apoyados sobre el piso, el asiento no ejerza presión en el muslo (figura 2). El instrumento de medición empleado para ello fue la cinta métrica.

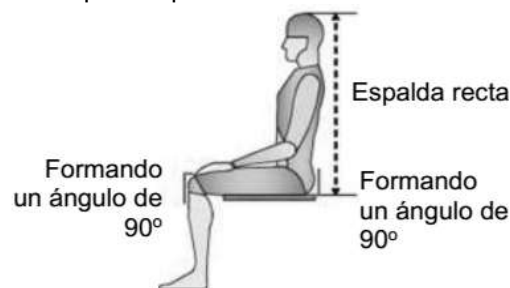


Figura 2. Posición antropométrica modificada

#### c) Procesamiento estadístico

Se procedió al procesamiento estadístico de la media aritmética ( $\bar{x}$ ) y de la desviación típica o estándar ( $S$ ), mediante las expresiones matemáticas siguientes:

Expresión 5. Media aritmética

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad i = 1, 2 \dots n \quad (5)$$

Donde:

$n$ : es el número de las observaciones, que coincide con el tamaño de la muestra.

$x_i$ : son las distintas mediciones desde  $x_1$  hasta  $x_n$

Expresión 6. Desviación típica

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

Los valores fueron calculados de forma independiente cada uno, tanto para el hombre como para la mujer.

**d)** Cálculo del valor percentil

Se realiza el cálculo del valor de la dimensión humana correspondiente a cada percentil P, y ello se determina a través de la expresión 7:

$$X_p = \bar{x} \pm \beta S \quad (7)$$

Donde:

$X_p$ : Valor de la dimensión correspondiente al percentil P

$\beta$ : está asociado a un valor del percentil y puede calcularse utilizando los valores asociados.

S: desviación estándar

En la tabla 3 se muestra el análisis para el cálculo del percentil de cada dimensión relevante del diseño.

Tabla 3.

Análisis para el cálculo del percentil de cada dimensión relevante del diseño

Dimensiones relevantes para el diseño	Dimensiones humanas que se corresponden con las dimensiones relevantes del diseño
<b>Silla</b>	
ancho del espaldar	ancho biacromial (H, $P_{90}$ )
altura superior del espaldar	longitud subescapular (M, $P_{10}$ )
altura inferior del espaldar	altura iliocrestal (H, $P_{90}$ )
altura del asiento	altura poplítea+ holgura (calzado) + altura cojín (M, $P_{10}$ )
ancho del asiento	ancho de caderas sentado (M, $P_{90}$ )
profundidad o ancho del asiento	longitud sacro-poplítea (M, $P_{10}$ )
<b>Mesa</b>	
altura de la mesa	altura poplítea (M, $P_{10}$ ) + altura de los codos sentados (M, $P_{10}$ )
profundidad o ancho de la mesa	alcance máximo del brazo (M, $P_{10}$ ) - alcance mínimo del brazo (M, $P_{10}$ )
largo de la mesa	ancho de codo a codo + holgura (ropa) (H, $P_{90}$ )

Nota: Desarrollo propio

## 7. Realizar las concesiones necesarias o establecer holguras

Se tuvieron en cuenta elementos como el vestuario (grosor de la tela) y el calzado (altura de la suela de los zapatos). En la tabla 4 se aprecia el valor de las holguras establecidas en los casos que la dimensión relevante del diseño lo requirió.

Tabla 4.

Holguras establecidas para las dimensiones relevantes

Dimensiones relevantes para el diseño	Dimensiones humanas ( $P_x$ )	Valor (cm)	Holguras (cm)
<b>Silla</b>			
ancho del espaldar	ancho biacromial ( $H, P_{90}$ )	49	Por vestuario (1)
altura superior del espaldar	longitud subescapular ( $M, P_{10}$ )	28	
altura inferior del espaldar	altura iliocrestal ( $H, P_{90}$ )	24	
altura del asiento	altura poplítea ( $M, P_{10}$ ) + holgura (calzado) + altura (cojín)	44	Por calzado (2) Por cojín (3)
ancho del asiento	ancho de caderas sentado ( $M, P_{90}$ )	45	
profundidad o ancho del asiento	longitud sacro-poplítea ( $M, P_{10}$ )	38	
<b>Mesa</b>			
altura de la mesa	altura poplítea ( $M, P_{10}$ ) + altura de los codos sentados ( $M, P_{10}$ ) + holgura (calzado)	$39 + 18 = 59$	Por calzado (2)
profundidad o ancho de la mesa	alcance máximo del brazo ( $M, P_{10}$ ) - alcance mínimo del brazo ( $M, P_{10}$ )	$60 - 40 = 20 \times 2 = 40$	Criterio del diseñador (20)
largo de la mesa	ancho de codo a codo ( $H, P_{90}$ ) + holgura (ropa) + Holgura (criterio del diseñador)	$57 \times 2 = 115$	Criterio del diseñador (57)

Nota: Desarrollo propio

## 2. Rediseñar el Sistema de alumbrado general para garantizar los requerimientos visuales de las actividades que se desarrollan en el área productiva que requieren 300lux

Para ello se recalculó la cantidad de lámparas y luminarias que garanticen el nivel de iluminancia mantenida recomendada por la norma utilizando el Método de los Lúmenes de la Westinghouse. A continuación se muestra la aplicación del procedimiento y los resultados obtenidos en cada paso:

### Propuesta de un diseño de sistema de alumbrado general mediante el Método de los lúmenes de la Westinghouse

1) Determinar el nivel de iluminación requerido ( $E_{req}$ ) según el tipo de actividad laboral y el tipo de luminaria:

De acuerdo a las actividades que se realizan en el proceso productivo los niveles de iluminación requeridos como establece la NC ISO 8995/CIE S 008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores, en cada caso son los siguientes:

$$E_{req} = 300 \text{ lux} : \text{lavado, llenado, tapado y etiquetado}$$

2) Seleccionar el tipo de luminaria y lámpara

Para mejorar la situación existente se deben instalar lámparas con luminarias que ofrezcan el flujo luminoso adecuado y con reflectores en buen estado técnico. De acuerdo a las posibilidades de la empresa, es más económico adquirir el tipo de luminarias que actualmente posee el sistema de iluminación general instalado (luminarias semidirectas con 2 lámparas fluorescentes de reflector de luz ancho adosadas al techo) además garantiza la eficiencia energética con respecto a las lámparas incandescentes o sea permiten un menor consumo de energía eléctrica, la composición espectral de la luz que aporta es de color blanco y se asemeja a la luz natural, lo cual permite un mejor proceso de acomodación de los ojos. Se les debe dar mantenimiento mediante la limpieza, reparación o sustitución a los reflectores existentes y colocar reflectores aquellas luminarias que no poseen. En resumen se selecciona:

- Tipo de luminaria: luminarias semidirectas (SD) con 2 lámparas fluorescentes adosadas al techo

- Tipo de lámpara: de 20 watt con un  $\phi = 2600 \text{ lm}$

3) Calcular el coeficiente de utilización

Para mejorar el porcentaje de reflexión de techo y paredes se deben pintar las paredes, techo y superficies de trabajo de colores claros, preferiblemente blanco, beige o amarillo para garantizar una buena reflexión de la luz, colocar las losetas que faltan en el piso del área y realizar la limpieza periódicamente de cada uno.

$$C_u = \left\{ \begin{array}{l} \% \text{reflexión techo-paredes: (80-50) \%} \\ \text{Tipo de luminaria: SD con 2 lámparas} \\ \text{fluorescentes adosadas al techo} \\ \text{Índice del local: C} \end{array} \right\} = 0,76$$

$$RL = \frac{l \cdot a}{h_m \cdot (l + a)} = \frac{(29,5 \cdot 17) m^2}{2,93 m \cdot (29,5 + 17) m} \approx 3,71$$

$$h_m = h_l - h_{PT} - h_{suspensión} = 3,7 m - 0,59 m - 0,20 m = 2,91 m$$

Para determinar el índice del local, el coeficiente de utilización, la distancia máxima de las luminarias y el factor de conservación. El flujo luminoso ( $\phi$ ) se determinó de acuerdo a la potencia de las lámparas que era posible adquirir, para lámparas de 20 watt el  $\phi = 2600 \text{ lm}$ .

4) Calcular el factor de conservación

El factor de conservación ( $F_c$ ) depende de la limpieza, reposición, mantenimiento y atmósfera, clasificándose como bueno porque como medida se adoptó dar mantenimiento a las lámparas y luminarias, mantenerlas limpias y reponerlas cuando expira el tiempo de vida útil declarado por el fabricante y no cuando se fundan, de modo que se alcance el factor de conservación deseado. Por lo tanto  $F_c = 0,75$ .

5) Calcular el número de lámparas y el número de luminarias

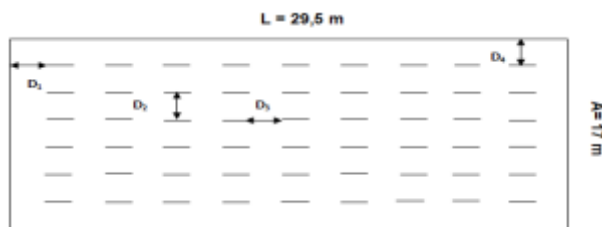
$$Nr \text{ lámp.} = \frac{E_{req} * A}{\phi * C_u * F_c} = \frac{300 \text{ lm/m}^2 * (29,5 * 17) \text{ m}^2}{2600 \text{ lm} * 0,76 * 0,75} = 101,52 \text{ lámparas}$$

$$Nr \text{ lum.} = \frac{Nr \text{ de lámp.}}{Nr. \text{ de lámp.} \times lum.} = \frac{101,52}{2} \approx 52 \text{ luminarias} \approx 54 \text{ luminarias}$$

6) Distribución o emplazamiento de las luminarias Debiéndose cumplir la condición necesaria. La distribución seleccionada fue de 9 columnas y 6 filas. En la figura 3 se muestra:

Figura 3.

Distribución realizada de las luminarias



Nota: Desarrollo propio

Sustituyendo se obtuvo:

$$D_n \leq D_{m\acute{a}x} = f_e * h_m = 1,20 * 2,93 \text{ m} = 3,52 \text{ m}$$

$$D1 = \frac{L}{2c} = \frac{29,5}{2 * 9} = 1,64 \text{ m} < 3,52 \text{ m}$$

$$D2 = \frac{A}{F} = \frac{17}{6} = 2,83 \text{ m} < 3,52 \text{ m}$$

$$D3 = \frac{L}{c} = \frac{29,5}{9} = 3,27 \text{ m} < 3,52 \text{ m}$$

$$D4 = \frac{A}{2F} = \frac{17}{2 * 6} = 1,42 \text{ m} < 3,52 \text{ m}$$

Se logra una distribución uniforme del nivel de iluminación con 54 luminarias y  $E_{req} = 300 \text{ lux}$ . Se deben distribuir de manera homogénea las luminarias en el área de producción después del recálculo de las luminarias necesarias para garantizar la iluminación.

3. Abrir las ventanas durante la jornada laboral, limpiarlas y pintarlas de colores claros
4. No colocar cargas en la puerta que obstruyan el acceso de luz natural al área de almacén disminuyendo la altura de las estibas de cajas
5. Gestionar la compra de los componentes necesarios para los nuevos diseños del sistema de iluminación general y el diseño antropométrico del puesto de trabajo de etiquetado.

## REFERENCIAS

- Cisneros Rodríguez, Y. (2016). *Procedimiento para la Gestión Sistémica y por Procesos de los Riesgos Ergonómicos. Aplicación en el Joven Club de Computación y Electrónica NR. 1 Municipio Holguín* [Tesis en opción al Título Académico de Máster en Ingeniería Industrial Mención Recursos Humanos, Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo].
- León Rodríguez, I. X., Espín Canga, L. H., & Gallegos Gallegos, S. B. (2021). Método general de solución de problemas y Diagrama de Ishikawa en el análisis de los efectos de los femicidios en el entorno familiar. *Conrado*, 17(79), 252-260.
- Litardo, C., Díaz, J., Caballero, J. & Perero, G. (2019). La Ergonomía en la prevención de problemas de salud en los trabajadores y su impacto social. *Revista Cubana de Ingeniería*, (2), 3-15. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/download/720/pdf/1667>
- López, M., De La Vega, E., Ramírez, E., Velarde, J., & Báez, G. (2019). *Antropometría Para el Diseño de Puestos de Trabajo* (Primera ed.).
- Rodríguez, J. A., & Llano, C. A. (2012). *Guía para el Diseño de Instalaciones de Iluminación Interior Utilizando DIALUX* Universidad Tecnológica de Pereira].
- Rojas Casas, R., Ávila Álvarez, J. C., Marrero Arias, R., Velásquez Zaldívar, R., & Castillo Rosal, L., A. (2012). Tablas y Nomogramas de Ergonomía y Seguridad e Higiene Ocupacional
- Rojas Casas, R. & Velásquez Zaldívar, R. (2007). La Ergonomía en el contexto cubano. Retos y perspectivas. Colombia, Cali: Congreso Internacional de Ergonomía. "Ergonomía en contexto".
- Schettino, S., Minette, L., Andrade, R., Pedroso, G., Caçador, S. & Leme, M. (2021). Forest harvesting in rural properties: Risks and worsening to the worker's health under the ergonomics approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 82, 103087. doi:10.1016/j.ergon.2021.103087
- Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2021). Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Fac. Nac. Salud Pública.*, 39(2):e342868. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e342868>
- Vega de la Cruz, L. O. & Nieves Julbe, A. F. (2015). Validación prospectiva de modelos académicos. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, vol. 12, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 71-98. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82343214005>