

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID7-23ECIM30023>



## DISEÑO ESTÁNDAR DE CASETAS ALFI EN AL ÁREA DE ENSAMBLE UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEMING

STANDARD DESIGN OF ALFI CANINS IN THE ASSEMBLY AREA USING THE DEMING METHODOLOGY

**Ilce Nallely Orozco-Montañez\***

**Gabriela Zavala-Hernández\*\***

**Ma. De la Luz Morales-Barbosa\*\*\***

**Resumen:** Este proyecto tuvo como objetivo principal estandarizar un área de trabajo adecuada para los técnicos de evaluación en Controladora Mabe S.A. de C.V., específicamente en la cabina de Línea 2 del área de ensamble. La investigación buscó eliminar situaciones ergonómicas adversas y movimientos innecesarios, garantizando un entorno de trabajo seguro y eficiente para los evaluadores. Se utilizó la metodología de Deming: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA) para el desarrollo del proyecto. Los materiales y métodos incluyeron la determinación de insumos necesarios, análisis del layout actual, y desarrollo de prototipos de mesas de trabajo ergonómicas. Los resultados mostraron la implementación exitosa de un layout propuesto y prototipos de mesas diseñadas para mejorar las condiciones de trabajo. Se logró una reducción de tres movimientos innecesarios por unidad auditada y una disminución de dos minutos y seis segundos en el tiempo de evaluación por unidad en auditorías subsecuentes. Estas mejoras validan la eficacia de la aplicación de principios ergonómicos y la metodología PHVA, para optimizar puestos de trabajo y documentar un diseño estándar para futuras implementaciones. Se concluye que un diseño de estación adecuado es crucial para evitar riesgos laborales y optimizar el desempeño.

**Palabras clave:** Ergonomía, Metodología Deming, Estandarización, Mabe Leiser, Casetas ALFI.

**Abstract:** This project aimed to standardize a suitable work area for evaluation technicians at Controladora Mabe S.A. de C.V., specifically in the Line 2 booth or the assembly area. The research sought to eliminate adverse ergonomic situations and unnecessary movements, ensuring a safe and efficient work environment for the evaluators. The Deming methodology was used: Plan, Do, Check, Act (PDCA) for the development of the project. The materials and methods included determining necessary inputs, analyzing the current layout, and developing prototypes of ergonomic work tables. The results showed the successful implementation of a proposed layout and prototypes of tables

\*TECNM/ Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro (ITESP). Puruándiro, México. Correo electrónico: ilce.orozco@puruandiro.tecnm.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2281-0445>. Autora de correspondencia.

\*\*TECNM/ Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro (ITESP). Puruándiro, México. Correo electrónico: gabriela.zavala@puruandiro.tecnm.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3173-204X>

\*\*\*TECNM/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. Correo electrónico: luz.morales@tecsuperiorslp.edu.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2356-5607>

designed to improve working conditions. A reduction of three unnecessary movements per audited unit was achieved and a decrease of two minutes and six seconds in evaluation time per unit in subsequent audits. These improvements validate the effectiveness of applying ergonomic principles and the PHVA methodology, to optimize workstations and document a standard design for future implementations. It is concluded that an adequate workstation design is crucial to avoid work hazards and optimize performance.

**Keywords:** Ergonomics, Deming Methodology, Standardization, Mabe Leiser, ALFI Booths.

Recepción: 06.07.2025 / Revisión: 22.10.2025 / Aceptación: 20.12.2025

## Introducción

La presente investigación se fundamenta en la imperante necesidad de optimizar las condiciones laborales en el área de ensamble de Controladora Mabe S.A. de C.V., específicamente en las cajas de Auditorías de Línea Final (ALFI) las cuales son estaciones donde se evalúa el funcionamiento de las estufas, se valoran las fugas, conexiones eléctricas y calidad general del ensamble. Su función es asegurar que cada unidad cumpla las especificaciones antes de salir a mercado. Allí se realizan pruebas eléctricas, mediciones y empaques especializados. El marco conceptual de este trabajo se sustenta en una sólida base teórica que integra principios de ergonomía, la metodología Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA), así como herramienta de mejora continua, y los fundamentos de la gestión de la calidad aplicados al entorno industrial. La ergonomía, en particular, juega un papel central al buscar la adaptación del puesto de trabajo y el entorno a las capacidades y limitaciones físicas y cognitivas del trabajador, con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento del sistema productivo (García, 2018).

La problemática central que motivó esta investigación reside en el uso de mesas de trabajo inadecuadas en las 17 cajas ALFI del área de ensamble. Desde el último trimestre de 2023, los auditores técnicos han identificado que estas condiciones han propiciado la adopción de posturas forzadas y la realización de movimientos innecesarios por parte de los técnicos evaluadores, generando un riesgo ergonómico considerable. Estas deficiencias no solo comprometen la salud y seguridad del personal, sino que también introducen una variabilidad indeseada en los procesos de análisis entre las diferentes cajas, afectando negativamente la eficiencia operativa y la calidad de las auditorías. El factor humano es reconocido como el componente más importante en cualquier sistema de trabajo; por ende, su seguridad, comodidad y motivación son esenciales para un desempeño óptimo y la reducción de la resistencia al esfuerzo (Trejo, 2003). Un diseño ergonómico adecuado de la estación de trabajo se convierte así en una estrategia fundamental para prevenir lesiones musculoesqueléticas, disminuir la fatiga y fomentar un ambiente laboral agradable y productivo.

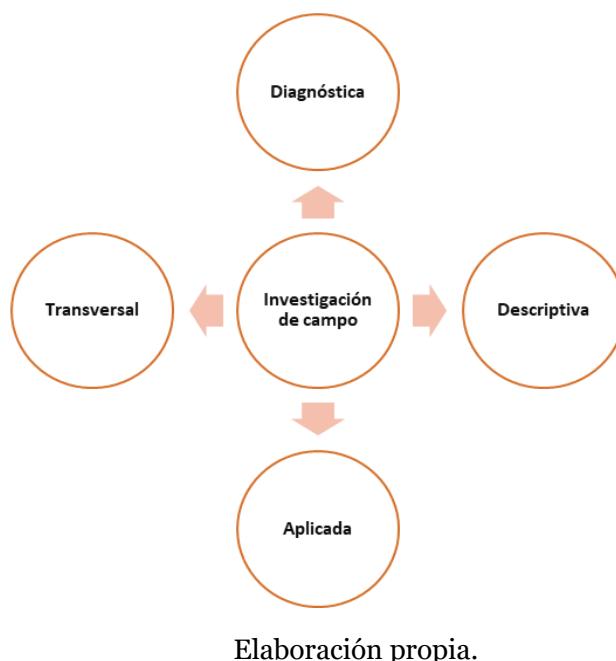
En este contexto, el objetivo general de este proyecto fue determinar, mediante la implementación de un layout estandarizado y el diseño de mobiliario ergonómico en la cabina de Línea 2; el 100% de las condiciones ideales para eliminar problemas ergonómicos y

movimientos innecesarios. Se buscó proveer al evaluador de las herramientas y un entorno que le permita realizar su trabajo de manera segura, eficiente y con la mayor precisión posible. Además, un objetivo crucial fue la documentación de un diseño estándar de la caseta, lo que facilitará su replicación sistemática en futuras implementaciones a lo largo de las demás líneas de producción de la empresa.

## Materiales y métodos

La investigación desarrollada se sustenta en un enfoque metodológico de investigación de campo, caracterizándose por ser diagnóstica, descriptiva, aplicada y transversal. La naturaleza diagnóstica de la investigación se manifestó en la observación directa, el análisis de las actividades y el comportamiento de los técnicos evaluados en las cassetas ALFI, lo que permitió identificar de manera precisa las deficiencias ergonómicas y los movimientos inefficientes. La clasificación descriptiva se sustentó en la caracterización detallada de las condiciones actuales de las estaciones de trabajo, incluyendo el layout existente, el mobiliario y los flujos de trabajo. Al ser una investigación aplicada, su propósito fundamental fue la resolución de un problema concreto en el entorno real de Mabe Leiser S.A. de C.V., a través del diseño e implementación de soluciones prácticas y tangibles. Finalmente, su naturaleza transversal implicó la recopilación de datos en un punto específico del tiempo, permitiendo la evaluación del impacto de las intervenciones, véase Figura 1.

**Figura 1.** Metodología del artículo de investigación.



Los materiales e instrumentos utilizados fueron cuidadosamente seleccionados para garantizar la efectividad y precisión del estudio. Para la evaluación del proceso ALFI, se elaboró una lista detallada de los insumos y requisitos de infraestructura, mismos que se en

listan a continuación:

*Área de evaluación adecuada:* se consideraron aspectos como iluminación óptima (luz fluorescente blanca de 750 a 1000 lúmenes por m<sup>2</sup>), ventilación, tomas de aire/gas y una instalación eléctrica robusta y segura.

*Equipos de pruebas:* se identificaron herramientas clave, tales como la fuente de voltaje, el flujómetro, el equipo Hypot (utilizado para pruebas de rigidez dieléctrica) y equipos para la detección de fugas.

*Equipos de medición:* Se utilizaron instrumentos de precisión como vernier, láminas, flexómetro, dispositivos específicos para la verificación de planicidad y peso, y un gage para tolerancias.

*Material auxiliar:* Se consideraron elementos como despachador de cinta, tapones y encendedor son considerados para el flujo de trabajo.

*Equipo de cómputo:* Se requirió una mesa adecuada para el equipo y una conexión a internet estable.

*Botoneras:* Se incluyeron los sistemas de paro de línea, semáforo y selector de estufas, esenciales para la operación y seguridad.

*Mobiliario específico:* Se incluyó una mesa de trabajo para la colocación y el empaque de parrillas.

Adicionalmente, se procedió al diseño y fabricación de prototipos de mobiliario específicamente adaptados a las necesidades ergonómicas del puesto de trabajo. Esto incluyó mesas de trabajo destinadas al empleo de parrillas, un tablero de información para la visualización de datos relevantes y una gaveta para utensilios de limpieza.

La mesa de empleo correspondió al área donde se protegieron y aseguraron las parrillas mediante la aplicación de película plástica. En esta estación se ejecutaron movimientos repetitivos que requirieron una altura de trabajo adecuada; por ello, se definió su propósito y relevancia dentro del proceso productivo. El término mesa de empleo corresponde a una denominación interna de la organización, utilizada para referirse a la mesa destinada al aseguramiento de las parrillas de las estufas.

El método principal empleado para la gestión y ejecución del proyecto fue el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), también conocido como ciclo de Deming (Figura 2).

**Figura 2.** Ciclo PHVA (Deming).



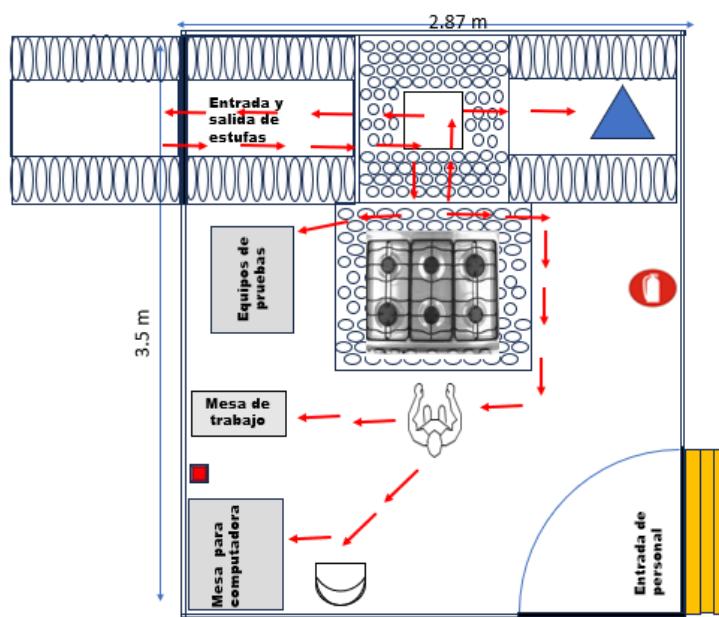
Adaptado de *Ciclo de Deming (PHVA)*, por Cabrera (2004).

Esta estrategia iterativa y sistemática de resolución de problemas y mejora continua se aplicó de la siguiente manera:

Planificar: esta fase inicial implicó la realización de un diagnóstico exhaustivo de la situación existente en las casetas ALFI. Para ello, se identificaron las mesas de trabajo preexistentes como el principal factor de riesgo ergonómico, así como la generación de movimientos innecesarios durante la operación.

En la Figura 3 se observa la estación de trabajo correspondiente a la caseta ubicada en la línea 2, donde se aprecian sus dimensiones y los desplazamientos realizados por el operador entre la mesa de trabajo, la mesa destinada al uso de la computadora y el área de entrada y salida de estufas.

**Figura 3.** Estación de trabajo de la línea 2.



Elaboración propia.

Se definieron claramente los objetivos de mejora para la cabina correspondiente a la línea 2, estableciendo metas cuantificables, tales como la reducción de movimientos innecesarios y de los tiempos de evaluación del proceso.

*Hacer:* en esta etapa se procedió a la ejecución de las acciones planificadas. Esto incluyó la recolección de datos relacionados con el layout actual de las 17 cassetas ALFI, así como el desarrollo de diagramas de recorrido con el fin de representar los flujos de movimiento del operario dentro de la caja. Estos diagramas permitieron identificar desplazamientos innecesarios y riesgos ergonómicos asociados a la operación.

En la Tabla 1 se presenta el diagrama de recorrido elaborado, en el cual se registraron un total de 26 movimientos realizados en un tiempo de 12,32 minutos, detallando las actividades desarrolladas y el tiempo requerido para cada una de ellas.

**Tabla 1.** Diagrama de Flujo de Proceso, línea 2 diagnóstico inicial.

| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO   |  |                |               |                                  |  |  |
|--|--|----------------|---------------|----------------------------------|--|--|
| Fecha de Realización:  | 29-abr-24  | Resumen        |               |                                  |  |  |
| Ubicación:   | Mabe Leiser S.A. DE C.V.                                 | Actividad      | Actual        |                                  |  |  |
| Actividad:   | Proceso de evaluación ALFI                               |                | Cantidad      | 5.38                             |  |  |
| Tipo de Diagrama:  | Operación  | Operación      | 17            | min                              |  |  |
|  | Material   | Transporte     | 2             | 35 seg                           |  |  |
| Método:  | Operario   | Espera         | 1             | 3.15 min                         |  |  |
|  | Actual   | Inspección     | 6             | 3.04 seg                         |  |  |
| Áreas/sección:   | Propuesto  | Almacenamiento | 0             | 0                                |  |  |
|  | Ensamble   | Tiempo Total:  |               | 12.32 min                        |  |  |
| Elaborado por:   |  |                | Aprobado por: | Ing. Martha María Macías Briones |  |  |
| Participantes: Victoria Pérez y Francisco Javier   | Ing. Norma Hernández                                     |                |               |                                  |  |  |
| <b>Descripción</b>   | Tiempo   |                |               |                                  |  |  |
| Pedir estufa al área de preempaque   | 3.15 min   |                |               |                                  |  |  |
| Colocar unidad en área de evaluación   | 10 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Revisar etiquetas maylar y apuntar serie en hojas de registro  | 16 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Revisar preempaque de unidad   | 46 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Desempacar unidad  | 10 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Revisar estructura de la unidad en sistemas SAP  | Esta redivisión solo se realiza en cada cambio de modelo |                |               |                                  |  |  |
| Conectar unidades a equipos de pruebas de Hypot, abrir perillas en posición Hi, realizar prueba de Hypot | 22 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Desconectar unidad   | 6 seg  |                |               |                                  |  |  |
| Conectar manguera de aire  | 10 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Colocar tapones en unidad  | 26 seg   |                |               |                                  |  |  |
| Quitar piso de horno   | 5 seg  |                |               |                                  |  |  |

|   |             |  |
|---|-------------|--|
| Colocar dispositivos en tubo quemador de horno  | ● → D D B A | 8 Seg  |
| Realizar prueba de fugas  | ● → D D B A | 25 seg   |
| Anotar valor de fuga en hoja de registro  | ● → D D B A | 8 seg  |
| Cerrar perillas, retirar tapones dispositivos de prueba de  | ● → D D B A | 21 seg   |
| Desconectar manguera de aire, conectar manguera, conectar unidad a corriente eléctrica  | ● → D D B A | 21 seg   |
| Colocar quemadores superiores en unidad   | ● → D D B A | 17 seg   |
| Encender todos los quemadores en posición HI, para purgar   | ● → D D B A | 7 seg  |
| Revisar flujo y fama de quemadores superiores de uno en uno   | ● → D D B A | 48 seg   |
| Revisar flujo de quemadores de horno  | ● → D D B A | 13 seg   |
| Revisar funcionalidad de puerta de horno y hacer pruebas de sello   | ● → D D B A | 32 seg   |
| Revisar apariencia copete y/o capelo cubierto, frente a perillas, cavids de horno, puertas de horno, tapa de asado, lateral de estufa | ● → D D B A | 27 seg   |
| Unidad con cubierta inoxidable, hule plástico en su totalidad y revisar apariencia  | ● → D D B A | Esta revisión solo se realiza en 2 unidades de cada 100                        |
| Tomar mediciones de gaps, ancho de estufa y anotar  | ● → D D B A | Estas mediciones se realizan en cada 100 estufas                               |
| Revisar filos cortantes en unidad (cubierta, cajón, etc.)   | ● → D D B A | 23 seg   |
| Desempacar parrillas superiores y colocar en unidad, para validar planicidad y apariencia.  | ● → D D B A | Esta revisión se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas  |
| Quitar y empacar parrillas superiores   | ● → D D B A | Esta operación se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas |
| Quitar y empacar quemadores superiores  | ● → D D B A | 46 seg   |
| Colocar parrillas de horno, hacer prueba de peso, checar funcionamiento de parrilla en rack en cavidad de horno                       | ● → D D B A | 33 seg   |
| Emplayar parrilla de horno/parrillas superiores   | ● → D D B A | Esta operación se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas |
| Preempacar unidad   | ● → D D B A | 35 seg   |
| Desconectar y liberar unidad  | ● → D D B A | 25 seg   |
| Total   |             | 12.32 min  |

Elaboración propia.

Se identificaron posturas forzadas en los operadores, asociadas a que la mesa de empley no contaba con una altura adecuada para la ejecución de las actividades. Esta condición se observa en la Figura 4.

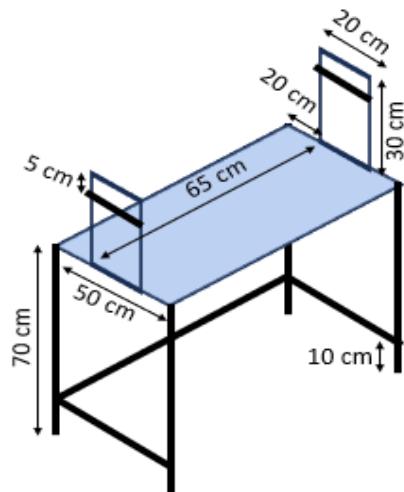
**Figura 4.** Operador trabajando en mesa Emplaye, con postura forzada.



Elaboración propia.

Por tal razón en esta fase se llevó a cabo el diseño pormenorizado y la fabricación de los prototipos de las mesas ergonómicas empleye, valorando dimensiones de la estación y la media promedio de los empleados de las 17 casetas, véase figura 5.

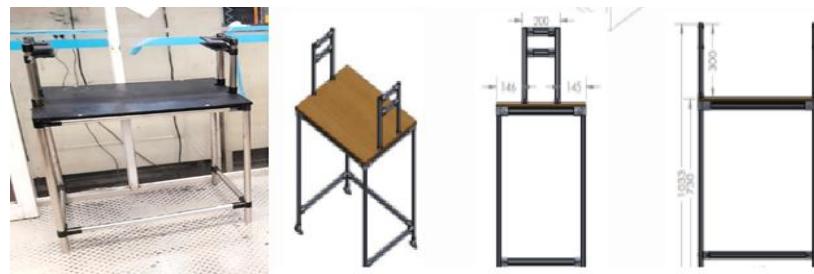
**Figura 5.** Diseño de mesas ergonómicas Emplaye.



Elaboración propia.

*Verificar:* La fase de verificación se centró en el control y seguimiento de las mejoras implementadas. Los prototipos de mesas fueron instalados en la caseta ALFI Línea 2, la cual sirvió como modelo piloto y a partir de la validación del mismo, la estandarización en el resto de las líneas.

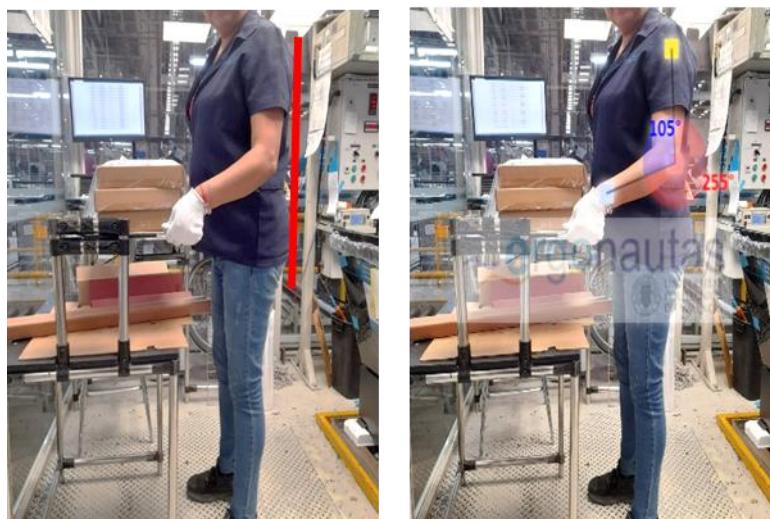
**Figura 6.** Prototipo de mesa Emplaye implementado en la línea 2 de Mabe.



Elaboración propia.

Se realizaron observaciones directas con el fin de verificar la funcionalidad de los prototipos y la adopción de posturas ergonómicas adecuadas por parte del personal. Para ello, se evaluó la flexión del ángulo del brazo y de la espalda, con el propósito de asegurar una alineación corporal adecuada, utilizando criterios ergonómicos como referencia. La verificación postural posterior a la implementación de la mesa de empleye se documentó mediante registro visual (Figura 7) (Antonio, 2015).

**Figura 7.** Flexión del ángulo del brazo y la espalda.



Elaboración propia.

**Actuar:** Esta etapa final consistió en el análisis y la toma de decisiones basada en los resultados obtenidos. Si los resultados de la verificación eran favorables y se demostraba la eficacia de las mejoras, se procedía a la estandarización y a la potencial implementación definitiva de la solución en otras casetas. En caso contrario, si se identificaban desviaciones o áreas de mejora adicionales, se realizaban los ajustes necesarios y se reiniciaba el ciclo PHVA.

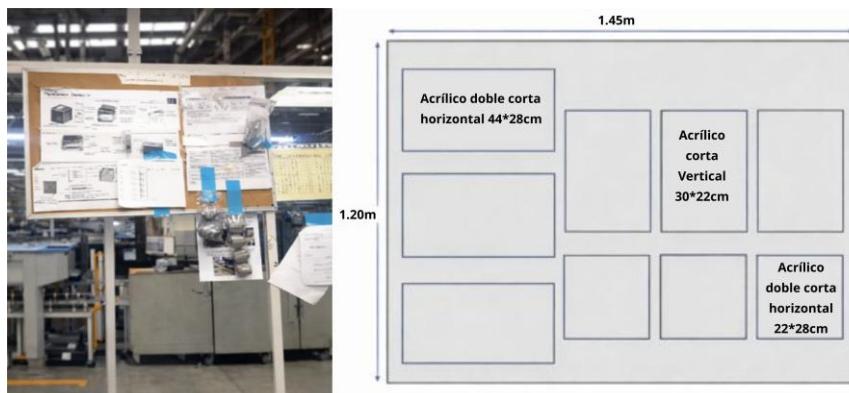
En este proyecto, se validaron las mesas de empleye y se propuso un diseño final del tablero de información, con el objetivo de presentar a los trabajadores información relevante sobre el proceso de elaboración de las estufas, así como los indicadores correspondientes (Figura 8).

En referencia a la gaveta para accesorios de limpieza, esta se orientó a ordenar y mantener un mayor control sobre el área de trabajo (Figura 9).

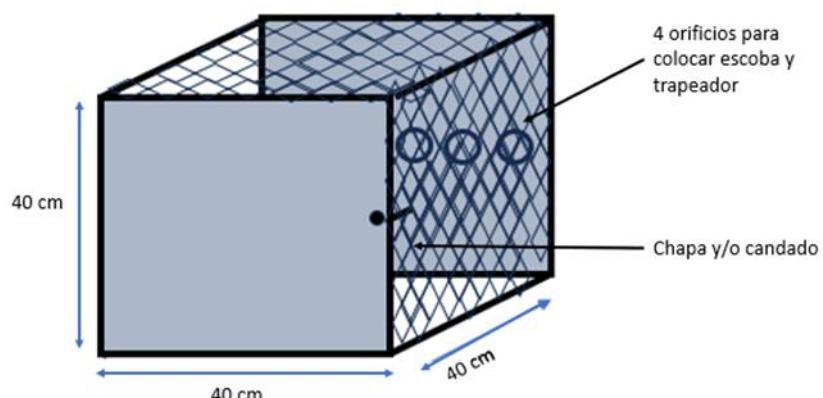
El tablero de información cumplió la función de centralizar los datos críticos del proceso, tales como instrucciones operativas, parámetros de prueba, criterios de auditoría e indicadores en tiempo real. Su incorporación permitió reducir errores por interpretación, evitar búsquedas innecesarias y estandarizar la consulta de información entre los operarios.

Por su parte, la gaveta de limpieza resolvió un problema recurrente identificado durante el diagnóstico: la falta de control y orden sobre los implementos. Al disponer de un espacio exclusivo para estos utensilios, se redujeron los desplazamientos innecesarios, se mantuvo la higiene del área y se promovió la eficiencia operativa. Esto mejoró la ergonomía al reducir las flexiones de columna y las torsiones del tronco, minimizar los trayectos que incrementan la fatiga física y garantizar que los movimientos se realicen dentro de un rango de alcance seguro.

**Figura 8.** Tablero de control actual vs tablero de control propuesto.



Elaboración propia.

**Figura 9.** Prototipo de gaveta de limpieza.

Elaboración propia.

## Resultados y discusión

### Resultados

La implementación del proyecto en la caseta ALFI Línea 2 de Mabe Leiser S.A. de C.V. generó resultados relevantes, los cuales permiten evidenciar la eficacia del diseño estándar propuesto para mejorar la seguridad y la eficiencia de los técnicos de evaluación. La fase Hacer del ciclo PHVA se concretó con la fabricación e instalación exitosa de un mobiliario específicamente diseñado: una mesa de trabajo para el empleo de parrillas. El objetivo primordial de eliminar las situaciones ergonómicas adversas y optimizar los flujos de trabajo fue abordado de manera satisfactoria.

Uno de los resultados más relevantes y cuantificables fue la propuesta e implementación de un nuevo layout optimizado para las casetas ALFI. Este diseño no solo contempló la distribución del mobiliario, sino también aspectos críticos de infraestructura. Además del ahorro de tiempo observado, la nueva propuesta de layout aportó beneficios ergonómicos relevantes.

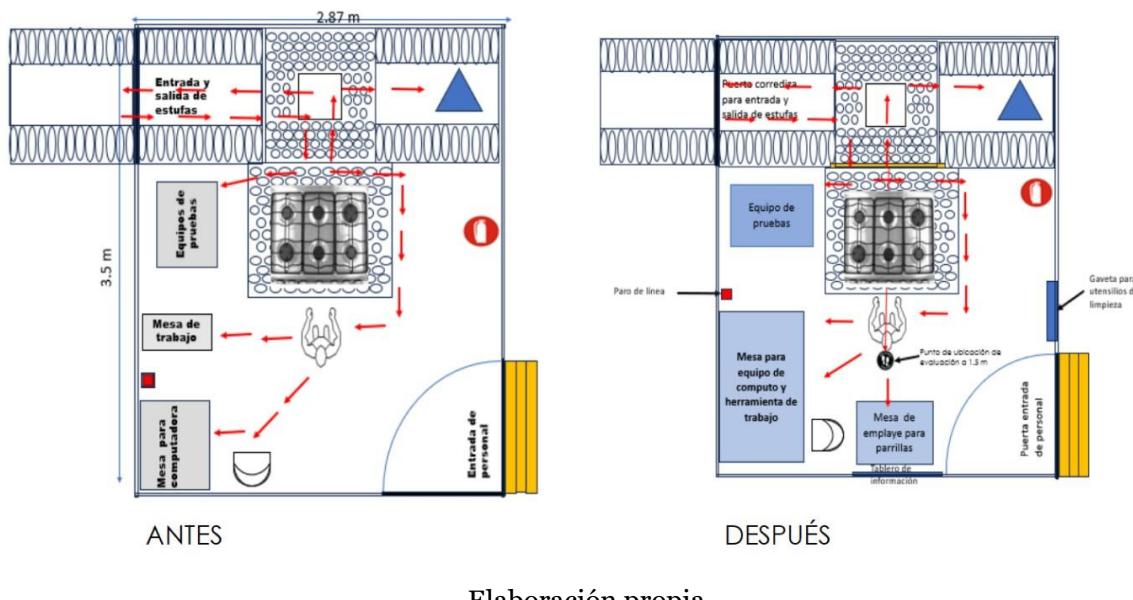
La estandarización del espacio disminuyó la exposición a movimientos repetitivos y posturas forzadas, reduciendo el riesgo de trastornos músculo-esqueléticos. Asimismo, la menor distancia entre los puntos de trabajo redujo la fatiga física acumulada y favoreció la continuidad de las actividades. Al homogeneizar la distribución entre casetas, también disminuyó la variabilidad del proceso, garantizando un desempeño más uniforme y seguro para todos los técnicos de evaluación.

*Dimensiones del área:* Se estandarizó un área de caseta de 10.50 m<sup>2</sup> (3 m de ancho x 3.5 m de largo), que garantiza espacio suficiente para el movimiento del operario y la disposición ergonómica de los equipos.

*Iluminación:* Se estableció un estándar de iluminación que asegura entre 750 y 1000 lúmenes por m<sup>2</sup> con luz fluorescente blanca, crucial para la precisión en las tareas de auditoría y para reducir la fatiga visual.

*Ubicación de infraestructura:* Se optimizó la ubicación de apagadores y contactos eléctricos, evitando obstáculos y facilitando la conexión segura de equipos.

**Figura 10.** Estación de trabajo antes y después de la implementación de la metodología PHVA.



Elaboración propia.

La implementación de los prototipos de mesa fue un pilar fundamental de las mejoras. La mesa para empleo de parrillas, fabricadas con PTR (perfil tubular rectangular) y lámina de acero inoxidable, no solo ofrecieron durabilidad y facilidad de mantenimiento, sino que fueron diseñadas considerando las dimensiones antropométricas de los operarios para promover posturas saludables. La mesa de empleo de parrillas, por ejemplo, fue diseñada para permitir que el personal adoptara una posición ergonómica, con la columna vertebral correctamente alineada y un ángulo de flexión de 105° al manipular los paquetes de parrillas, lo que reduce la tensión en la espalda baja y los hombros.

La eficacia de estas mejoras se evidenció claramente en el análisis comparativo de los diagramas de recorrido y de flujo de proceso. Antes de la intervención, se identificaron 26 movimientos por unidad auditada. Tras la implementación del nuevo layout y el mobiliario ergonómico, se logró una reducción significativa de 3 movimientos innecesarios por unidad auditada, disminuyendo el total a 23 movimientos ver diagrama de flujo en la Tabla 2. Esta optimización en el flujo de trabajo se tradujo directamente en una reducción del tiempo de evaluación de 2 minutos y 6 segundos por unidad en las auditorías subsecuentes. Esta disminución, aunque pueda parecer menor por unidad, representa un ahorro sustancial de tiempo y un aumento de la productividad a escala diaria y mensual en una operación de alto volumen como la de Mabe Leiser.

**Tabla 2.** Diagrama de Flujo de Proceso implementado en la línea 2.

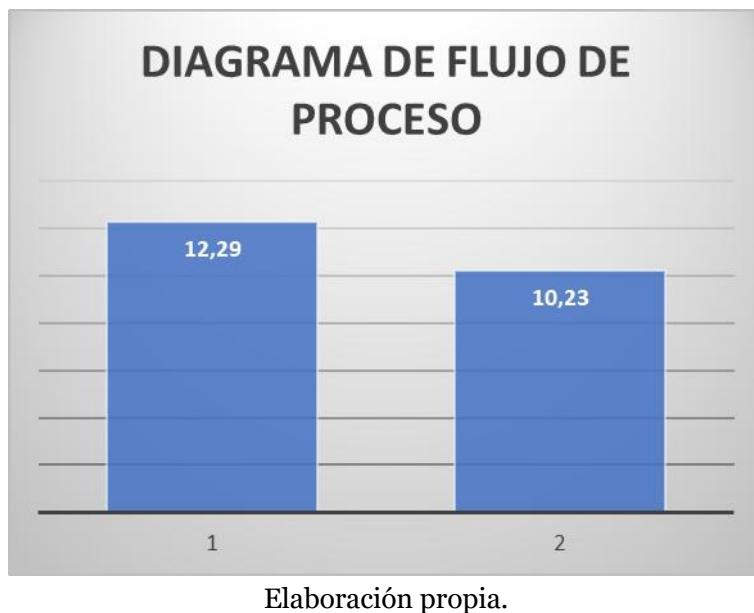
| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO   |                            |                    |                |  |          |
|--|----------------------------|--------------------|----------------|--|----------|
| Fecha de Realización:  | 29-abr-24                  | Resumen Ubicación: |                |  |          |
| Mabe Leiser S.A. DE C.V.   |                            |                    |                | Actual   |          |
| Actividad:   | Proceso de evaluación ALFI |                    | Actividad      | Cantidad   | Tiempo   |
|  |                            |                    | Operación      | 17   | 5.38 min |
| Tipo de Diagrama:  | Material                   |                    | Transporte     | 2  | 35 seg   |
|  | Operario                   |                    | Espera         | 1  | 3.15 min |
| Método:  | Actual                     |                    | Inspección     | 6  | 3.04 seg |
|  | Propuesto                  |                    | Almacenamiento | 0  | 0        |
| Áreas/sección:   | Ensamble                   |                    | Tiempo Total:  | 12.32 min  |          |
| Elaborado por:   |                            |                    | Aprobado por:  | Ing. Martha María Macias Briones                         |          |
| Participantes: Victoria Pérez y Francisco Javier   | Ing. Norma Hernández       |                    |                |  |          |
| <b>Descripción</b>   |                            |                    | Tiempo         |  |          |
| Pedir estufa al área de preempaque   |                            |                    |                | 3.15 min   |          |
| Colocar unidad en área de evaluación   |                            |                    |                | 10 seg   |          |
| Revisar etiquetas maylar y apuntar serie en hojas de registro  |                            |                    |                | 16 seg   |          |
| Revisar preempaque de unidad   |                            |                    |                | 46 seg   |          |
| Desempacar unidad  |                            |                    |                | 10 seg   |          |
| Revisar estructura de la unidad en sistemas SAP  |                            |                    |                | Esta redivisión solo se realiza en cada cambio de modelo |          |
| Conectar unidades a equipos de pruebas de Hypot, abrir perillas en posición Hi, realizar prueba de Hypot |                            |                    |                | 22 seg   |          |
| Desconectar unidad   |                            |                    |                | 6 seg  |          |
| Conectar manguera de aire  |                            |                    |                | 10 seg   |          |
| Colocar tapones en unidad  |                            |                    |                | 26 seg   |          |
| Quitar piso de horno   |                            |                    |                | 5 seg  |          |
| Colocar dispositivos en tubo quemador de horno   |                            |                    |                | 8 Seg  |          |
| Realizar prueba de fugas   |                            |                    |                | 25 seg   |          |
| Anotar valor de fuga en hoja de registro   |                            |                    |                | 8 seg  |          |
| Cerrar perillas, retirar tapones dispositivos de prueba de   |                            |                    |                | 21 seg   |          |
| Desconectar manguera de aire, conectar manguera, conectar unidad a corriente eléctrica                   |                            |                    |                | 21 seg   |          |
| Colocar quemadores superiores en unidad  |                            |                    |                | 17 seg   |          |
| Encender todos los quemadores en posición HI, para purgar  |                            |                    |                | 7 seg  |          |

|   |               |  |
|---|---------------|--|
| Revisar flujo y fama de quemadores superiores de uno en uno   | ● → D D □ □ ▲ | 48 seg   |
| Revisar flujo de quemadores de horno  | ● → D D D D ▲ | 13 seg   |
| Revisar funcionalidad de puerta de horno y hacer pruebas de sello   | ● → D D D D ▲ | 32 seg   |
| Revisar apariencia copete y/o capelo cubierto, frente a perillas, cavids de horno, puertas de horno, tapa de asado, lateral de estufa | ● → D D D D ▲ | 27 seg   |
| Unidad con cubierta inoxidable, hule plástico en su totalidad y revisar apariencia  | ● → D D D D ▲ | Esta revisión solo se realiza en 2 unidades de cada 100                        |
| Tomar mediciones de gaps, ancho de estufa y anotar  | ● → D D □ □ ▲ | Estas mediciones se realizan en cada 100 estufas                               |
| Revisar filos cortantes en unidad (cubierta, cajón, etc.)   | ● → D D □ □ ▲ | 23 seg   |
| Desempacar parrillas superiores y colocar en unidad, para validar planicidad y apariencia.  | ● → D D □ □ ▲ | Esta revisión se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas  |
| Quitar y empacar parrillas superiores   | ● → D D □ □ ▲ | Esta operación se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas |
| Quitar y empacar quemadores superiores  | ● → D D □ □ ▲ | 26 seg   |
| Colocar parrillas de horno, hacer prueba de peso, checar funcionamiento de parrilla en rack en cavidad de horno                       | ● → D D □ □ ▲ | 15 seg   |
| Emplayar parrilla de horno/parrillas superiores   | ● → D D □ □ ▲ | Esta operación se realiza en cada cambio de modelo y/o una de cada 100 estufas |
| Preempacar unidad   | ● → D D □ □ ▲ | 25 seg   |
| Desconectar y liberar unidad  | ● → D D □ □ ▲ | 14 seg   |
| Total   |               | 12.32 min  |

Elaboración propia.

Grafica de comparación para los diagramas de flujo, donde 1 representa el diagrama inicial que muestra 26 movimientos realizados en 12.29 minutos, lo que evidencia desplazamientos innecesarios y una secuencia poco eficiente. El diagrama posterior a la intervención presenta 23 movimientos en 10.23 minutos, lo que representa una disminución del 18% del tiempo total y la eliminación de tres movimientos no productivos. En la figura 11 se puede identificar de manera visual la disminución de tiempos.

**Figura 11.** Gráfico de comparación para los Diagramas de Flujo.



### **Discusión**

Estos resultados refuerzan la hipótesis de que la aplicación sistemática de principios ergonómicos y la metodología PHVA es una estrategia altamente efectiva para abordar y resolver problemas complejos en entornos industriales. La mejora en las posturas, la reducción de movimientos y la disminución de los tiempos de ciclo no son solo métricas de eficiencia; son indicadores directos de un ambiente de trabajo más seguro y saludable. Los resultados obtenidos están directamente alineados con el marco conceptual expuesto en la introducción, demostrando cómo el diseño centrado en el ser humano y la mejora continua contribuyen a:

*Reducción de riesgos laborales:* Al eliminar posturas forzadas y movimientos repetitivos, se disminuye la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas, un objetivo central de la ergonomía.

*Optimización de la productividad:* Menos movimientos y menos tiempo de ciclo se traducen en una mayor capacidad de producción sin comprometer la calidad.

*Estandarización:* La documentación de un diseño óptimo permite replicar las mejoras de manera consistente en otras casetas, asegurando uniformidad y control de calidad.

A pesar de los logros significativos, es crucial reconocer las limitaciones de la investigación y el proyecto:

*Condiciones generales de las casetas:* Se identificó que la mayoría de las casetas, más allá de las mesas de trabajo, presentaban carencias de mantenimiento en elementos como el aire acondicionado, plafones, iluminación general y botoneras. Estas deficiencias representan una limitación para la implementación total del proyecto sin una inversión adicional y una coordinación interdepartamental.

**Resistencia al cambio:** Como es común en cualquier iniciativa de mejora, se encontró cierta resistencia al cambio por parte del personal, lo que requirió un esfuerzo continuo en capacitación y comunicación.

**Restricciones presupuestarias y de recursos:** La implementación a gran escala está sujeta a las decisiones de inversión de la empresa y la disponibilidad de recursos de otras áreas involucradas (mantenimiento, compras), lo que puede ralentizar la adopción de las mejoras en toda la planta.

No obstante, los resultados en la caseta piloto son lo suficientemente robustos como para validar la efectividad de la solución propuesta y para justificar su expansión. La discusión también subraya la importancia de un enfoque holístico en la mejora de las condiciones de trabajo, donde el diseño ergonómico se complementa con una gestión proactiva del mantenimiento y la capacitación del personal.

## Conclusiones

La implementación exitosa de este proyecto ha arrojado conclusiones contundentes sobre la imperiosa necesidad de diseñar y adaptar las estaciones de trabajo de acuerdo con los procesos específicos que se llevan a cabo en ellas. Este enfoque centrado en el puesto de trabajo conduce directamente a la optimización de los resultados operativos y al bienestar del personal. Se ha logrado un hito significativo al estandarizar un área de trabajo clave, eliminando de manera efectiva las situaciones ergonómicas adversas y los movimientos innecesarios, lo que se traduce directamente en la creación de un entorno laboral más seguro, más saludable y considerablemente más eficiente para los técnicos de evaluación en la caseta ALFI Línea 2 de Mabe Leiser.

Las conclusiones específicas derivadas de esta investigación son las siguientes:

**Estandarización y Documentación del Diseño:** Se logró determinar, desarrollar y documentar un diseño estándar para las cassetas ALFI. Este diseño no es solo un prototipo físico, sino un modelo replicable que sienta las bases para futuras implementaciones uniformes y eficientes en toda la empresa. Este estándar asegura que, independientemente de la caseta, el técnico cuente con las mismas condiciones ergonómicas y herramientas de trabajo.

**Eficacia de la Metodología PHVA:** La aplicación de la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) demostró ser una herramienta de gestión excepcionalmente eficaz y sencilla para la estructuración y ejecución del proyecto. Su naturaleza cíclica permitió una retroalimentación constante, la identificación temprana de desviaciones y la implementación de acciones correctivas, lo que contribuyó decisivamente a la consecución de los objetivos y a la promoción de una cultura de mejora continua dentro del proceso.

**Validación de Soluciones Ergonómicas:** La efectividad de los prototipos de mesas de trabajo diseñadas, tanto para el equipo de cómputo como para el empleo de parrillas, fue validada exitosamente. Estas mesas no solo mejoran significativamente la postura ergonómica del personal, minimizando la adopción de posiciones forzadas, sino que también

contribuyen directamente a la reducción de riesgos laborales crónicos, como la fatiga musculoesquelética, la cual podría comprometer la precisión y la calidad de las auditorías.

**Impacto Cuantificable en la Eficiencia Operativa:** El proyecto demostró mejoras tangibles y cuantificables en la eficiencia del proceso. La reducción de movimientos innecesarios y la disminución del tiempo de evaluación por unidad auditada representan un aumento directo de la productividad y una optimización del flujo de trabajo, liberando recursos y permitiendo una mayor capacidad de respuesta operativa.

### **Recomendaciones**

Basándose en los hallazgos y el éxito de la implementación piloto, se emiten las siguientes recomendaciones para la Dirección de Operaciones y Mantenimiento de Empresa estudiada:

**Inversión en Infraestructura y Mantenimiento:** Para asegurar que todas las casetas ALFI en la planta cuenten con los insumos y las condiciones óptimas para la auditoría final de línea, se recomienda una inversión aproximada mínima de \$44,740.17 MXN por caja. Esta inversión debería cubrir no solo la replicación del mobiliario ergonómico, sino también el mantenimiento general (aire acondicionado, plafones, iluminación general, botones) para garantizar un ambiente de trabajo integralmente óptimo.

**Plan de Replicación Progresiva:** Se aconseja establecer un plan de replicación progresiva para la fabricación e instalación de las mesas de trabajo diseñadas en este proyecto. Idealmente, esta implementación podría programarse durante cada paro técnico o en períodos de baja producción a mediano plazo. Esto aseguraría una expansión controlada y eficiente de las mejoras ergonómicas a todas las casetas ALFI, minimizando interrupciones operativas.

**Capacitación Continua y Gestión del Cambio:** Es fundamental implementar programas de capacitación continua para el personal, no solo sobre el uso adecuado del nuevo mobiliario y layout, sino también sobre la importancia de la ergonomía en su día a día. Una gestión proactiva del cambio ayudará a mitigar cualquier resistencia y a fomentar una cultura de valoración de las mejoras en el entorno laboral.

**Monitoreo y Evaluación Continua:** Se recomienda establecer un sistema de monitoreo y evaluación periódica de las condiciones ergonómicas y la eficiencia en todas las casetas, una vez implementadas las mejoras. Esto permitirá identificar nuevas oportunidades de optimización y asegurar la sostenibilidad de los beneficios obtenidos.

Estas recomendaciones apuntan a consolidar las mejoras logradas, replicarlas a escala y garantizar un ambiente de trabajo seguro, eficiente y de alta calidad para todos los técnicos de evaluación, contribuyendo así a la excelencia operativa de Mabe Leiser S.A. de C.V.

## Referencias

- Antonio, J. (2015). *Evaluación ergonómica mediante el método RULA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Cabrera, R. (2004, diciembre 1). *Ciclo de Deming (PHVA)*. *Herramientas Lean*. <https://www.herramientaslean.com/ciclo-de-deming/>
- García, D. (2018, enero 28). *¿Qué significa riesgo de trabajo?* Facturama Blog. <https://facturama.mx/blog/que-significa/riesgo-de-trabajo>
- Goiricelaya, D. (s.f.). *Qué es el riesgo laboral: Definición y cómo evitarlo*. BeeDIGITAL. <https://www.beedigital.es/prevencion-riesgos/que-es-el-riesgo-laboral-definicion-y-como-evitarlo>
- Trejo, O. M. (2003, diciembre 18). *Tipos de investigación*. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia