

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DE LOS PROCESOS DE ENSAMBLE DE LA FABRICA DE CONGELADORAS DE LA EMPRESA BSH ELECTRODOMÉSTICOS

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Janniret Karin Camila Zavaleta Olivera

Código 20122346

Asesor

Doris Adriana Zaldívar Peña

Lima – Perú

Mayo de 2022

**IMPROVEMENT OF ASSEMBLY
PROCESSES IN THE COOLING FACTORY
OF THE COMPANY BSH
ELECTRODOMESTICOS**

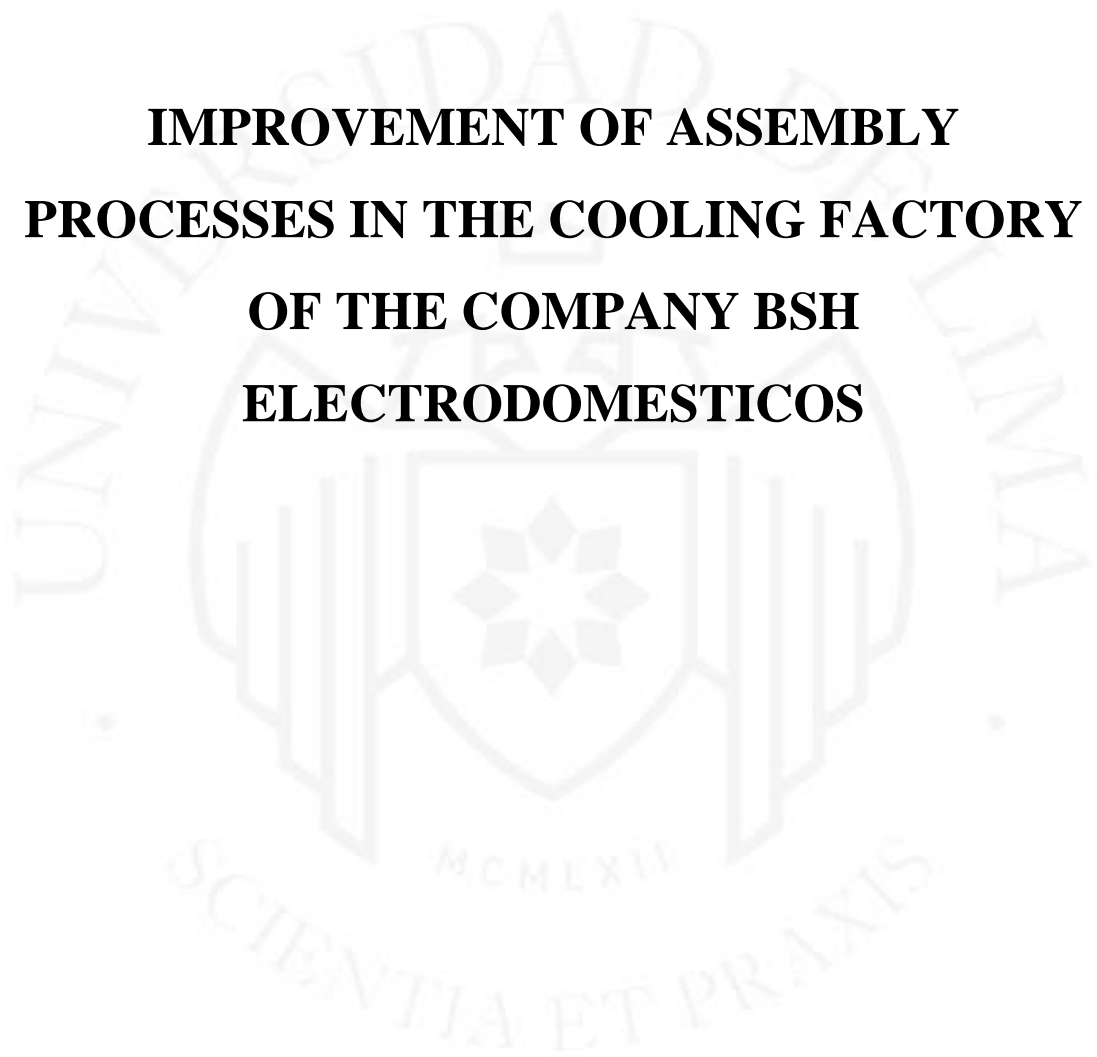


TABLA DE CONTENIDO

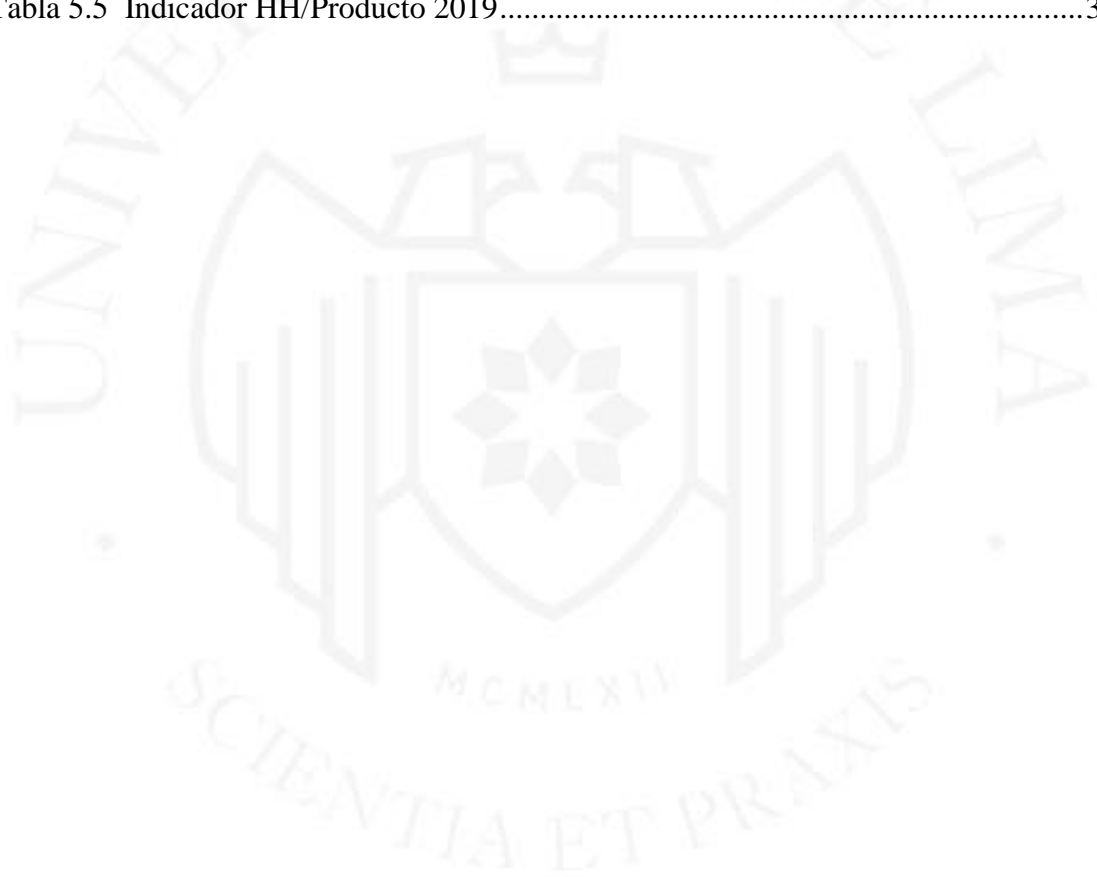
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	xi
CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.2 Descripción del sector.....	3
1.3 Descripción del problema	4
1.3.1 Problema del área de aislamiento gabinetes	6
1.3.2 Problema del área de línea de ensamble	11
1.3.3 Problema de ergonomía	12
CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	17
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
CAPITULO III: ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION ..	18
3.1 Alcance de la investigación	18
3.2 Limitaciones de la investigación.....	18
CAPITULO IV: JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	19
4.1 Justificación técnica.....	19
4.2 Justificación económica.....	19
4.3 Justificación social.....	19
CAPITULO V: PROPUESTAS Y RESULTADOS.....	20
5.1 Propuestas	20
5.1.1 propuestas para el area de aislamiento gabinetes.....	20
5.1.2 Propuestas para el área de línea de ensamble	21
5.1.3 Selección e implementación de las propuestas	27
5.2 Resultados.....	28
5.2.1 Resultados área de aislamiento gabinetes	33
5.2.2 Resultados área de línea de ensamble	33
5.2.3 Resultados ergonomía	35
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS.....	40

BIBLIOGRAFIA	41
ANEXOS.....	42



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Indicador DEP 2018	5
Tabla 1.2	Volumen de producción 2018.....	6
Tabla 1.3	Datos de balance por puesto (segundos).....	10
Tabla 5.1	Data de tiempos de balance de línea de ensamble CH10	24
Tabla 5.2	Comparación de propuestas de layout	27
Tabla 5.3	Indicador DEP 2019	31
Tabla 5.4	Indicador DEP 2020	31
Tabla 5.5	Indicador HH/Producto 2019.....	32



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo de cocina Coldex.....	2
Figura 1.2 Modelo congeladora Coldex CH40.....	3
Figura 1.3 Evolución de la producción de bienes de consumo 2019-2021 (Var%)	4
Figura 1.4 Evolución del indicador DEP 2018	5
Figura 1.5 Envolvente evaporador doblado en U	6
Figura 1.6 Gabinete pre-ensamblado	7
Figura 1.7 Indicador OEE de aislamiento 2018.....	7
Figura 1.8 Plano antes de la mejora de aislamiento gabinetes.....	9
Figura 1.9 Balance del área de aislamiento CH10.....	10
Figura 1.10 Indicador OEE aislamiento 2018	11
Figura 1.11 Plano antes de la mejora línea de ensamble	13
Figura 1.12 Puesto colocado base de madera	14
Figura 1.13 Puesto colocado de motor.....	14
Figura 1.14 Puesto colocado de silicona.....	15
Figura 1.15 Puesto de conexiones eléctricas	15
Figura 1.16 Puesto prueba de funcionamiento.....	16
Figura 5.1 Primera propuesta de layout de aislamiento gabinetes.....	22
Figura 5.2 Segunda propuesta del área de aislamiento	23
Figura 5.3 Balance de línea de ensamble.....	25
Figura 5.4 Plano de nueva línea automatizada	26
Figura 5.5 Gantt de implementación de mejora - 1ra parte	29
Figura 5.6 Gantt de implementación de mejora - 2da parte.....	30
Figura 5.7 Evolución del indicador DEP 2019	31
Figura 5.8 Evolución del indicador DEP 2020	32
Figura 5.9 Evolución del indicador HH/Producto 2019	33
Figura 5.10 Indicador OEE de aislamiento gabinetes.....	34
Figura 5.11 Indicador OEE de línea de ensamble	34
Figura 5.12 Puesto colocado de base de madera mejorado	35
Figura 5.13 Puesto colocado de motor mejorado	36
Figura 5.14 Puesto colocado de silicona mejorado.....	36

Figura 5.15 Puesto de conexiones eléctricas mejorado37
Figura 5.16 Puesto de prueba de funcionamiento mejorado.....37



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla de tolerancias de trabajo.....	43
Anexo 2: Sistema de valoración Westinghouse.....	44



RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad la mejora de los procesos productivos de las dos principales áreas de la fábrica de congeladoras horizontales de la empresa BSH Electrodomésticos, tomando como punto de partida realizar un análisis actual de la empresa, identificando puntos de mejora y brindando soluciones que se refleje en los indicadores de producción.

Principalmente, se identificó en las áreas de aislamiento gabinetes y línea de ensamble, la capacidad limitada de producción, atrasos en puestos de trabajo, espacios de trabajo limitados; lo que no permitía cumplir con la demanda del mercado. El área de aislamiento gabinetes, cuello de botella de la fábrica, con la mejora aumentaría su capacidad al doble llegando a producir 30 productos por hora con cuatro máquinas de inyección con cargas manuales independientes.

El área cliente, la línea de ensamble considerada como el área marcapaso de la producción, debía cumplir con un mix de los modelos de congeladoras y sería posible con una sola línea automatizada con programas de producción según demanda. Con la mejora, la línea de ensamble llegaría a producir 24 productos por hora, con una mejor distribución de actividades en cada puesto de trabajo gracias al balance de actividades; pero con un factor importante que es respetando la ergonomía del trabajador.

Con el proyecto de mejora se busca que la empresa aumente la capacidad de sus principales áreas de la fábrica de cooling, reduciendo mudas y otorgando áreas de trabajo ordenadas y seguras a sus trabajadores.

Palabras claves: cuello de botella, capacidad limitada, marcapaso, balance de línea, ergonomía.

ABSTRACT

The purpose of this research is to improve the production processes of the two main areas in the horizontal chest freezer factory of the company BSH Electrodomesticos, taking as a starting point a current analysis of the company, identifying points for improvement, and providing solutions that are reflected in the output indicators.

Mainly, it was identified in the areas of cabinet foaming and assembly line, limited production capacity, work backlogs, limited workspaces, which did not allow to meet the market demand. The cabinet foaming area, the factory's bottleneck, with the improvement would double its capacity, producing 30 products per hour with four foaming injection machines and their independent manual loading.

The customer area, the assembly line considered as the pacemaker area of production, had to meet a mix of freezer models and it would be possible with a single automated line with production schedules on demand. With the improvement, the assembly line would produce 24 products per hour, with a better distribution of activities in each workplace due to an adequate balance of activities; but with an important factor that is the respect for the ergonomics of the worker.

With the improvement project, the company seeks to increase the capacity of its main areas of the Cooling factory, reducing waste and providing organized and safe work areas for its workers.

Keywords: bottleneck, limited capacity, pacemaker, line balance, ergonomics

CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

La empresa BSH Electrodomésticos es una empresa que se encarga de la producción de aparatos de uso doméstico; es decir, de línea blanca, teniendo al inicio como principales productos de fabricación en Perú, refrigeradoras, cocinas y congeladoras horizontales.

La historia de BSH Electrodomésticos Perú inicia con la marca Coldex que es una empresa con experiencia de más de 50 años, que inició su producción con un solo modelo y paulatinamente fue incrementando. A continuación, una breve reseña histórica de los sucesos principales como se creó BSH Perú.

- 1972: inicio de la fabricación de congeladoras horizontales en el Perú con la empresa Coldex.
- 1996: BSH Home Appliances Group adquiere las acciones de Coldex.
- 2001: cambio de razón social de Coldex SAC a BSH Electrodomésticos SAC (Coldex, s.f, nuestra historia).

Según APEF (s.f), BSH Electrodomésticos Perú, es una empresa que pertenece a Robert Bosch GmbH, que es reconocido a nivel mundial como el “segundo fabricante de electrodomésticos” para el hogar.

Actualmente, la empresa tiene sus instalaciones en el distrito del Callao, el cual esta dividida en la fábrica de cooking que se dedica a la fabricación de cocinas (figura 1.1) y encimeras y la fábrica de cooling que se dedica a la producción de congeladoras horizontales (figura 1.2). Ambas fábricas reportan el avance y resultados de su producción a través de indicadores a la corporación de Alemania, por pertenecer al grupo Bosch. Así mismo, la empresa cuenta con un almacén principal donde se ubican productos provenientes de diferentes países, como Alemania, España, Polonia, Italia, entre otros.

En el Perú, BSH es una empresa que se dedica al ensamble de cocinas y congeladoras, partiendo del área de mecánica que es compartida (corte de bobinas, planchas, prensado, matrizado y entre otros), en el caso de las congeladoras sigue el proceso en el área de pintura, el área de aislamiento gabinetes y finalmente la línea de

ensamble; para el caso de las cocinas después del área de mecánica pasa al área de pintura o esmaltado para finalmente pasar por la línea de ensamble.

BSH Perú está certificado con las Normas ISO 9001:2015, 14001:2015 y 45001:2018, ya que busca siempre tener y realizar sus procesos con los mejores estándares de manera que aseguren la calidad de sus productos, buscando satisfacer la necesidad de sus clientes.

Figura 1.1

Modelo de cocina Coldex



Nota. De página oficial de Coldex. <https://www.coldex.pe/products-list/cocinas/cocinas-de-76-cm>

Figura 1.2

Modelo congeladora Coldex CH40



Nota. De página oficial de Coldex. <https://www.coldex.pe/products-list/congeladoras/congeladoras-2-puertas>

1.2 Descripción del sector

La empresa BSH Electrodomésticos se encuentra dentro del sector productivo secundario, ya que está basada en una industria manufacturera, perteneciendo al subsector fabril no primario; es decir, se encarga de transformar productos del sector primario en nuevos productos que serán usados por la población.

Dentro de la tabla de actividad económica la empresa tiene una clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) 2750 que hace referencia a la fabricación de aparatos de uso doméstico.

Sobre la producción de bienes de consumo como se observa en la figura 1.3, “la Sociedad Nacional de Industrias informó que creció 11,6% en el primer trimestre del 2021 en comparación al mismo período del año anterior. Este resultado ha añadido 4,3 puntos porcentuales al crecimiento de la manufactura, que escaló 16,1% en los tres primeros meses de este año. El avance de la industria nacional también se logró por la contribución de otros productos industriales (bienes insumos y de capital), que han situado a la manufactura como el segundo sector de mayor aporte a la economía nacional durante este período”

(Sociedad Nacional de Industrias, 2021, sección Noticias).

Figura 1.3

Evolución de la producción de bienes de consumo 2019-2021 (Var%)



Nota. De la Sociedad Nacional de Industrias que se realizó con data del INEI. <https://sni.org.pe/sni-produccion-de-bienes-de-consumo-crecio-116-en-el-primero-trimestre-del-2021-y-aporto-al-repunte-de-la-industria-nacional/>

1.3 Descripción del problema

Al paso de los años, la empresa BSH Perú empezó a registrar una reducción en la producción de la fábrica de cooling y una caída importante en los ingresos y utilidades registrados por la empresa. Es por esa razón que para el mes de mayo del 2018 decidió dejar atrás la producción de refrigeradoras y enfocarse solo en la producción de congeladoras horizontales; que aun cuando tiene una baja demanda, muestra una importante aportación en las ganancias de la empresa.

Al cerrar la gran producción de refrigeradoras, la fábrica de cooling se vio afectada, pero la producción de congeladoras era ahora un importante aporte, desde ese entonces la empresa empezó a ver desde otra perspectiva dicha producción dándole mayor importancia a los resultados numéricos de las dos principales áreas de trabajo de la fábrica, área de aislamiento y área de línea de ensamble.

Con el análisis de los resultados obtenidos de los indicadores, la empresa observó que los números, que son reportados a la corporación en Alemania, estaban siendo afectados. Los principales indicadores que se controlaban en la empresa son:

- DEP (Direct Employee Productivity), es un que indicador establecido por la corporación que mide el progreso de la productividad de la mano de obra relacionado con la producción, inventario y horas hombre.

- Volumen de producción, medido en unidades de congeladoras. Indicador utilizado solo para el análisis del problema.
- OEE (Overall Equipment Effectiveness o Efectividad total de los equipos), que se encarga de medir la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de una máquina.

Para el caso del año 2018 se considera los últimos 5 meses del año que solo considera la producción de congeladoras horizontales. Como se puede observar en la tabla 1.1 el indicador DEP tiene una tendencia baja en esos meses en relación con su target, esto debido al desbalance que dejó el cierre de la producción de refrigeradoras.

Tabla 1.1

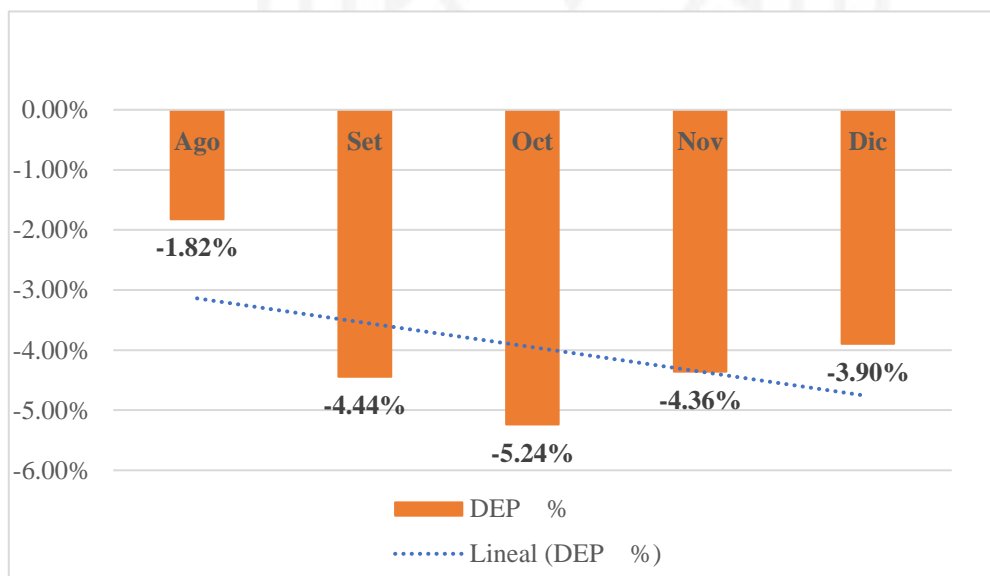
Indicador DEP 2018

DEP %		Target		
Ago	Set	Oct	Nov	Dic
-1.82%	-4.44%	-5.24%	-4.36%	-3.90%

Nota. Con datos de los reportes mensuales que realiza la empresa BSH Electrodomésticos a la corporación.

Figura 1.4

Evolución del indicador DEP 2018



El volumen de producción programado no era cumplido al 100% debido a las dificultades que tenían en las líneas de producción y a la desorganización que dejó el cierre de una producción de gran volumen. En la tabla 1.2 se muestra el volumen de producción programado versus la producción real de congeladoras horizontales.

Tabla 1.2

Volumen de producción 2018

	Production Volume T units				
	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Programado	2428	2048	2502	3193	2597
Real	2126	1751	2294	2713	2184
Diferencia	-302	-297	-208	-480	-413
%	-12%	-14%	-8%	-15%	-16%

Nota. Con datos obtenidos de los reportes del área de congeladoras de la empresa BSH Electrodomésticos.

1.3.1 Problema del área de aislamiento gabinetes

El área de aislamiento gabinetes se encarga de producir gabinetes inyectados con un aislante. Los gabinetes tienen 2 partes que se ensamblan en paralelo, en la figura 1.5 se observa la primera parte que es el envoltorio evaporador en U conocido como “tina” y en la figura 1.6 la segunda parte que es el gabinete pre-ensamblado.

Figura 1.5

Envoltorio evaporador doblado en U

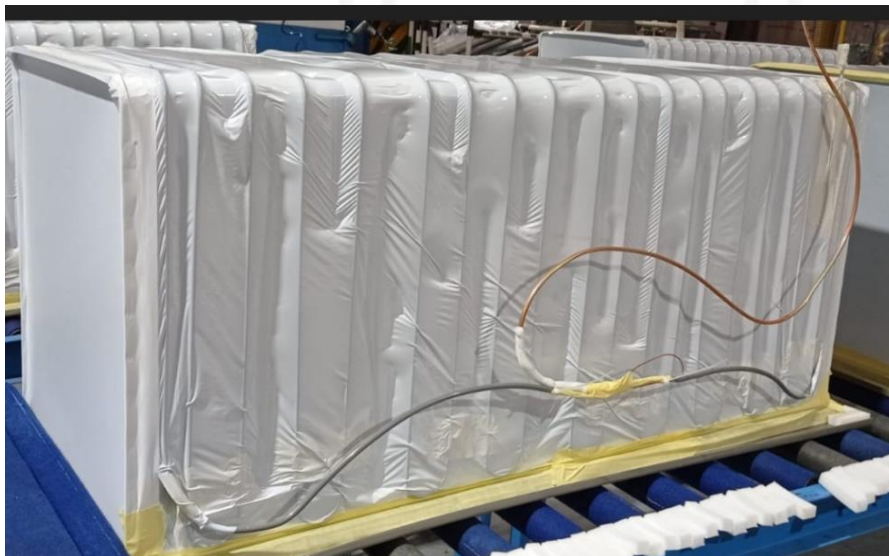


Figura 1.6

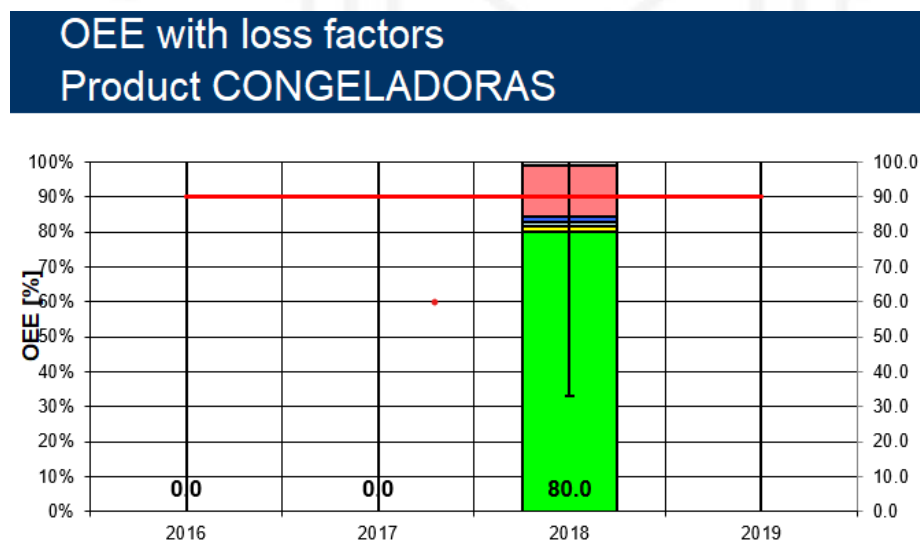
Gabinete pre-ensamblado



Las 2 partes de las figuras 1.5 y 1.6 se unen y se forma un gabinete listo para ser inyectado en los JIG's (máquinas de inyección); el área mide su producción por medio de estas máquinas con el indicador OEE. En la figura 1.7 se puede observar los resultados para el año 2018 que solo alcanzaba un 80% teniendo como target 90%.

Figura 1.7

Indicador OEE de aislamiento 2018



Nota. Del registro de los indicadores de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos.

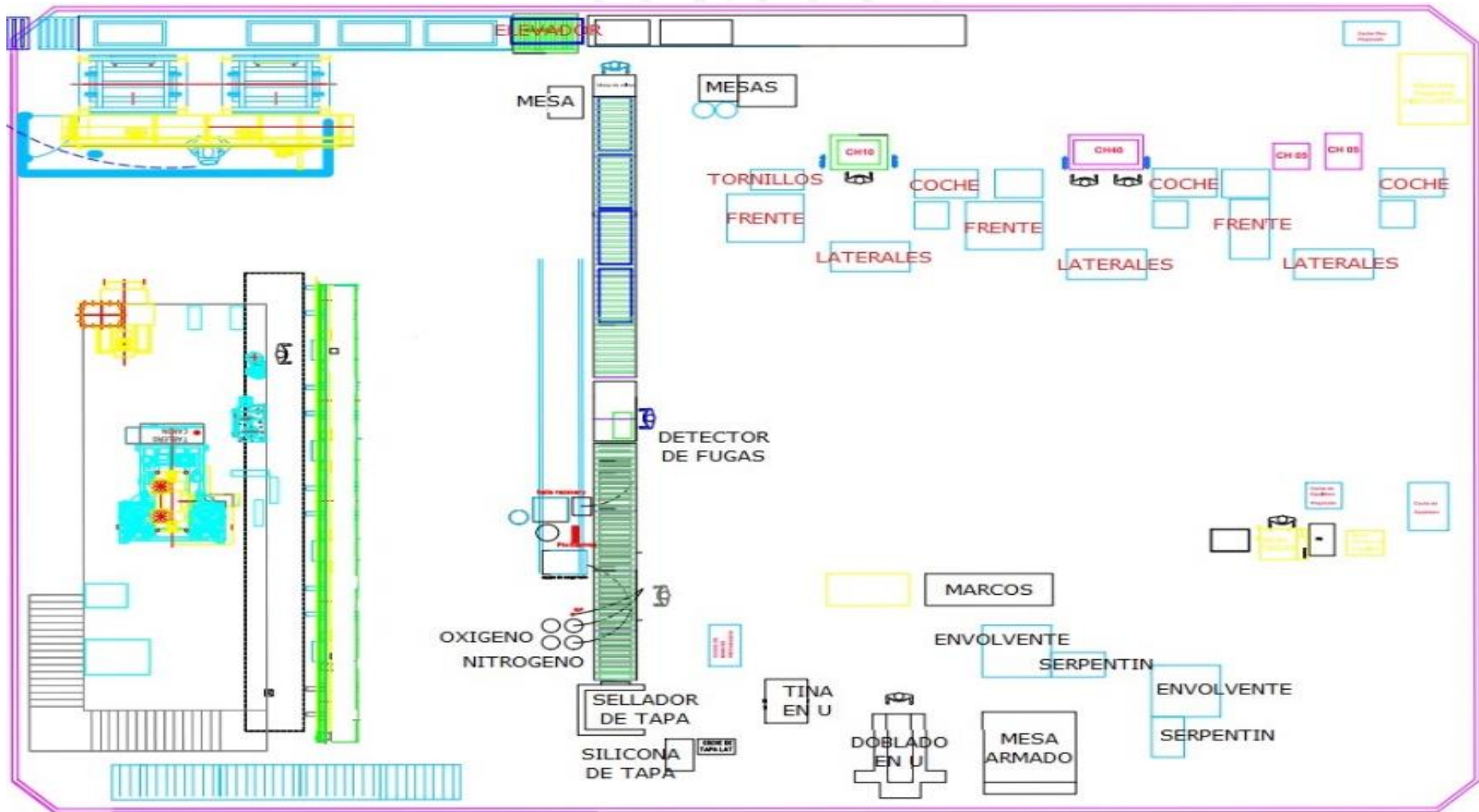
El indicador OEE estaba 10% por debajo del target, por distintos problemas de calidad (amarillo), máquina (azul), pérdidas organizacionales (rosado). Estos problemas perjudicaban la producción y no se cumplía con la demanda diaria de 180 congeladoras de los 3 modelos; principalmente debido a:

- Atrasos en los puestos de trabajo.
- Tiempos muertos.
- Capacidad de producción limitada (16 pph).
- puntos de inyección de poliuretano.
- Setup de 25 minutos.

En adición a ello, el sistema que tenían los puntos de inyección de ingreso de los gabinetes era automatizado en una sola línea, la desventaja de este sistema es que, ante una falla, la producción de ambos modelos se afectaba y paralizaba toda la producción. En la figura 1.8 se observa la distribución de puestos, máquinas y equipos del área de aislamiento gabinetes.

Figura 1.8

Plano antes de la mejora de aislamiento gabinetes



Por otro lado, el problema de atrasos en los puestos de trabajo se debe a que no se contaba con un balance de tiempo como se observa en la tabla 1.3 y en la figura 1.9.

Tabla 1.3

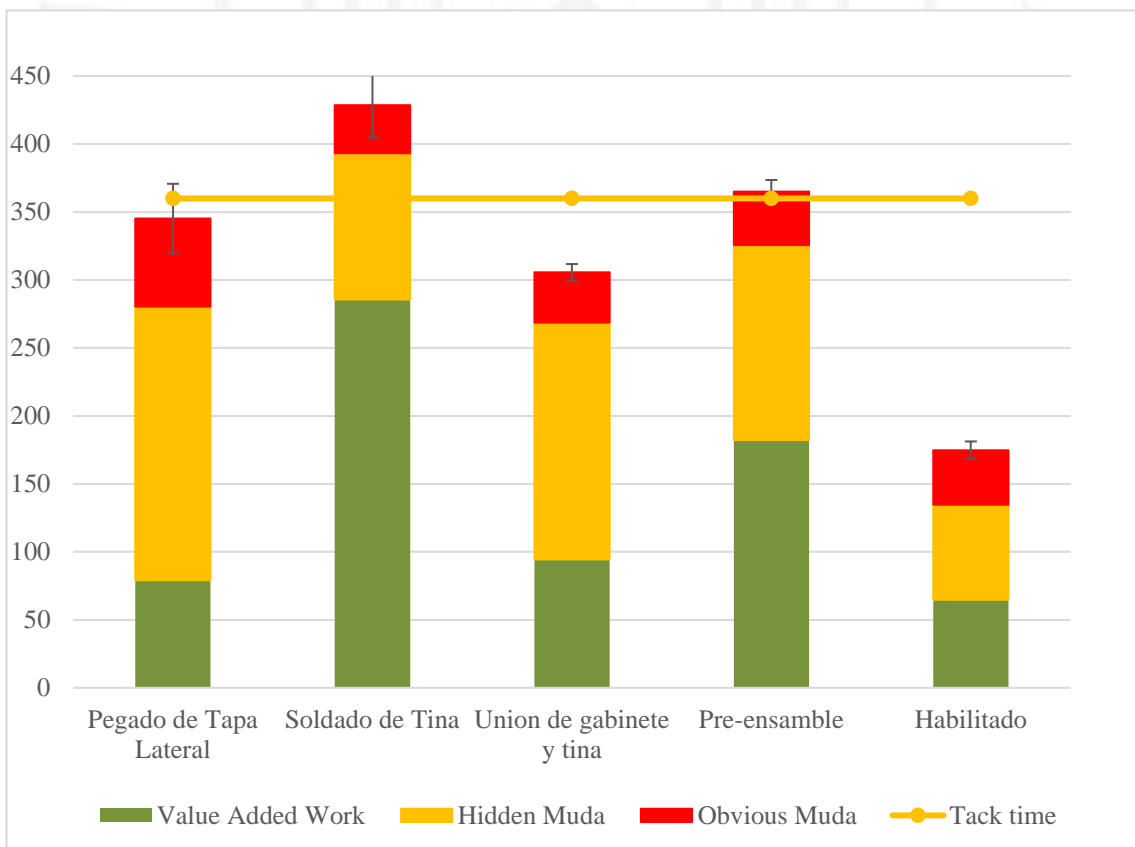
Datos de balance por puesto (segundos)

Analysis for Process							
Work station		Pegado de Tapa Lateral	Soldado de Tina	Unión de gabinete y tina	Pre-ensamble	Habilitado	TOTAL
Value Added Work	a	79.23	285.60	94.32	182.24	64.71	706.10
Hidden Muda	b	201.22	107.58	174.35	143.48	69.97	696.61
Obvious Muda	c	64.71	35.44	36.93	39.22	40.13	216.43
CYCLE TIME		345.16	428.62	305.60	364.94	174.81	2728.00

Nota. Con datos del registro de los indicadores de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos

Figura 1.9

Balance del área de aislamiento CH10



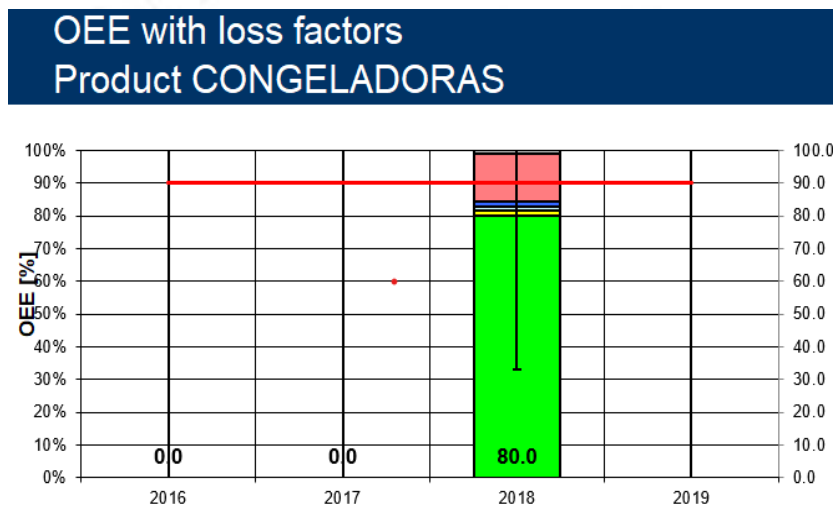
1.3.2 Problema del área de línea de ensamble

El área de línea de ensamble es el cliente de aislamiento gabinetes, aquí ingresan los gabinetes ya inyectados a la línea de ensamble, donde se colocan los insumos correspondientes según modelo para finalmente obtener el producto final, un congelador horizontal.

Esta línea mide su producción con el indicador OEE, en la figura 1.10 se observa el resultado con un 80,10% que no alcanzaba el target de 90% (línea roja), durante el año 2018; debido a problemas de calidad (color amarillo), pero en su mayoría debido a pérdidas organizacionales (color rosado).

Figura 1.10

Indicador OEE aislamiento 2018



Nota. Del registro de los indicadores de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos.

La línea de ensamble tenía una capacidad máxima de 18 productos por hora con un total 12 puestos de trabajo (1 operador por cada puesto), un coordinador y 1 recuperador (técnico y/o retocador). Para lograr cumplir con la demanda máxima diaria de 180 productos se requería de 2 turnos de trabajo, lo cual implicaba los siguientes gastos:

- Aumento de personal para ambos turnos.
- Consumo de recursos como agua, energía, gas.
- Gastos varios de alimentación, movilidad.
- En ocasiones horas extra.

Tomando en cuenta, el indicador OEE, se observa en la figura 1.11, que la línea de ensamble estaba dividida en dos líneas de producción; el traslado de la primera línea hacia la segunda línea generaba una muda que suma un tiempo a las actividades de dicho puesto de trabajo. Así mismo, era una línea no automatizada, de rodillo libres, lo que hacía que la velocidad dependa del operador de cada puesto de trabajo según el tiempo que le tomaba realizar todas sus actividades.

1.3.3 Problema de ergonomía

Durante la evaluación de la línea de ensamble, se identificaron 5 puestos de trabajo con problemas ergonómicos. Se realizó seguimiento a los puestos identificados durante la producción diaria de congeladoras y se observó que los trabajadores utilizaban posturas inadecuadas durante el desarrollo de sus actividades.

Los problemas ergonómicos identificados tomaron mayor interés debido a los reportes de los trabajadores y del personal médico por presentar lesiones y contusiones en periodos cortos. Los puestos identificados con problemas ergonómicos se muestran desde la figura 1.12 hasta la figura 1.16.

Figura 1.11

Plano antes de la mejora línea de ensamble

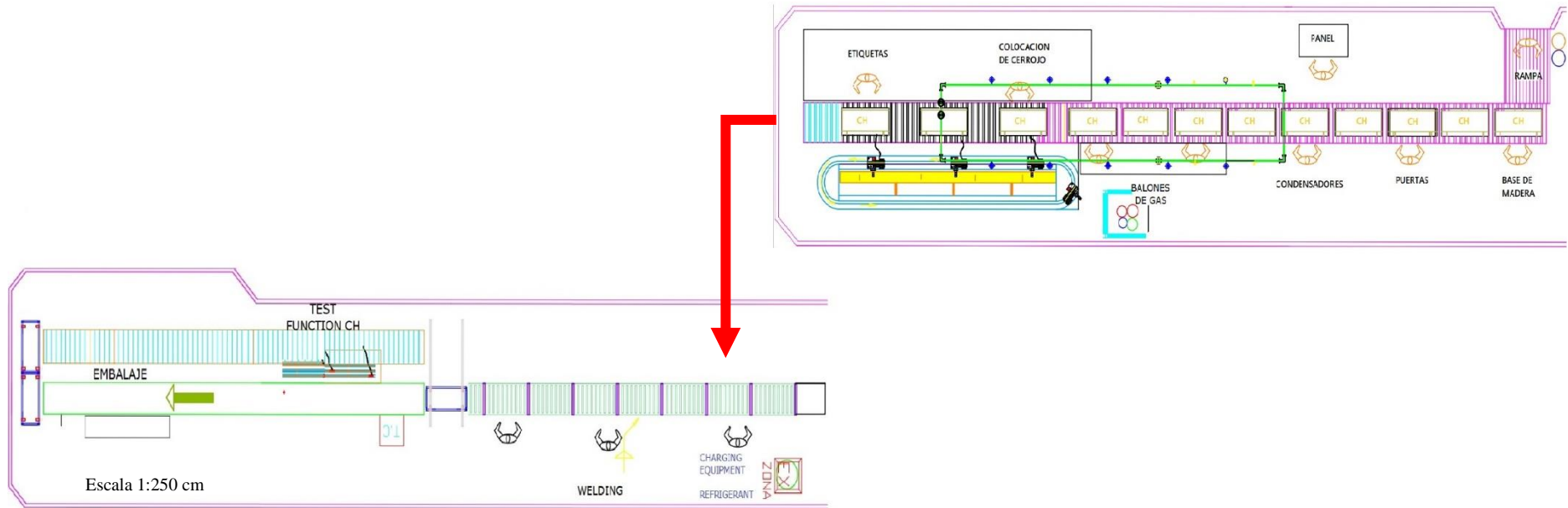


Figura 1.12

Puesto colocado base de madera



Figura 1.13

Puesto colocado de motor



Figura 1.14

Puesto colocado de silicona



Figura 1.15

Puesto de conexiones eléctricas



Figura 1.16

Puesto prueba de funcionamiento



CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

2.1 Objetivo general

Realizar el estudio de mejora de los procesos de ensamble de la fábrica de congeladoras de la empresa BSH Electrodomésticos.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas de los principales problemas de la empresa.
- Plantear alternativas de solución a los problemas principales de los procesos de ensamble.
- Seleccionar la mejor alternativa de cada proceso de ensamble, en beneficio de mejora de los indicadores de producción de la empresa.
- Implementar las mejores alternativas de solución a cada proceso de ensamble.
- Medir los resultados obtenidos a través de los indicadores en cada proceso y como fábrica de cooling.

CAPITULO III: ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

3.1 Alcance de la investigación

La presente investigación se realizó como proyecto de mejora entre el año 2018 y 2019, para la línea de producción de congeladoras horizontales de la fábrica de cooling de la empresa BSH Electrodomésticos, ubicada en el Callao. Esta propuesta está basada en la mejora de los principales procesos productivos de la fábrica de congeladoras.

3.2 Limitaciones de la investigación

El presente estudio tuvo como limitaciones principalmente, la política de la empresa que no permite el uso de información numérica exacta fuera de las instalaciones. Debido a ello, se está haciendo uso de la data multiplicada por un factor determinado, de modo tal que no se muestre los indicadores reales, pero si se aprecie la variación obtenida luego de la implementación de la mejora.

Por otro lado, la mejora realizada debería concretarse en un lapso de 5 meses, debiendo considerar dentro de ello 1 mes de parada de producción.

CAPITULO IV: JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

4.1 Justificación técnica

La presente investigación fue posible realizar gracias a que el investigador responsable tiene los conocimientos y las competencias necesarias para la implementación de las diferentes herramientas de la Ingeniería Industrial que ayuden en el análisis del estado de los procesos productivos de la empresa y con esto, brindar distintas propuestas de mejora para la fábrica de congeladoras.

4.2 Justificación económica

La investigación se justifica económicamente ya que mediante la mejora implementada se elimina un turno de trabajo (tarde: 3pm – 11pm), por ende, gastos de agua, energía, alimentación y movilidad. Así mismo, la mejora de los procesos productivos que permite lograr una alta producción cumpliendo con la demanda requerida por el mercado. Finalmente, con la mejora ergonómica de los puestos de trabajo, se reduce la posibilidad de la emisión de descansos médicos, lo cual es un aporte beneficioso en la parte económica.

4.3 Justificación social

El proyecto busca, desde el punto de vista social, brindar un mejor lugar de trabajo para todo el personal operativo de ambas áreas de trabajo. Será ejecutado mediante un buen balance de línea, de manera que reduzca la carga de trabajo de cada uno, y que a su vez se ajuste un área segura, otorgando puestos de trabajo ergonómicos. Con lo mencionado, se busca lograr que el personal tenga un mejor desempeño laboral y buenas condiciones de trabajo.

CAPITULO V: PROPUESTAS Y RESULTADOS

5.1 Propuestas

Con el análisis que se realizó de los resultados de la producción de congeladoras, la empresa decidió tomar medidas de manera que permitan mejorar los factores afectados. Para este caso en la presente investigación se dio como propuesta que se mejore el flujo de toda la fábrica, pero principalmente la reestructuración de 2 áreas determinantes, con el fin de poder atender la demanda, el área de aislamiento gabinetes (cuello de botella) y la línea de ensamble (pacemaker).

El trabajo de la mejora de estas áreas implica trabajar en paralelo con el tema de seguridad y salud ocupacional; es decir tener líneas de producción con mejor distribución y carga de trabajo, pero sobre todo con puestos ergonómicos.

5.1.1 propuestas para el area de aislamiento gabinetes

Para el caso del área de aislamiento gabinetes, se propuso mejorar el flujo de trabajo, que implica realizar un cambio en la distribución de puestos de trabajo de manera que tengan una secuencia ordenada, y con la finalidad de tener puestos ergonómicos. El otro punto de mejora era aumentar la capacidad del área, incorporando 2 puntos de inyección adicionales (JIG's) de modo que, ya no esté limitado en producir 15 productos por hora, sino que se duplique y llegue a producir hasta 30 productos por hora (capacidad máxima de máquina), el cual debe realizarse respetando el mix de producción de los 3 modelos bases (CH05, CH10 y CH40) de gabinetes de congeladoras.

Al tener el área 4 JIG's significa distribuir de manera correcta la producción de cada modelo base según la demanda; el cual se realizó de la siguiente manera: 2 JIG's pertenecen al modelo CH10, que es el modelo de mayor proporción en la producción, 1 JIG del modelo CH40 y 1 JIG del modelo CH05, el cual el molde de inyección permitía producir 2 gabinetes a la vez.

Para el área de aislamiento gabinetes se brindó 2 propuestas de redistribución de puestos de trabajos, máquinas y equipos. La primera propuesta se aprecia en la figura 5.1 y se basa en mantener los 2 primeros JIG's de inyección en la posición en la que se

encontraban y agregar 2 más hacia el lado derecho. Con esto el gasto de movimiento de máquina se ahorraría y en cierto modo, se lograba mantener un flujo adecuado.

La desventaja de esta propuesta era que se mantenía la línea automatizada de los 2 JIG's, que como se mencionó anteriormente no era conveniente, ya que si se tenía algún defecto de máquina se paralizaba la producción de los 2 modelos.

En la figura 5.2, se observa la segunda propuesta del área, se tenía el gasto adicional de movimiento de máquina, pero el flujo de trabajo estaría centrado, tendría 4 puntos de inyección con cargas independientes para los 3 modelos de gabinetes, que es lo que se buscaba con el proyecto de mejora. En adición a esto, el área estaría más ordenada y los JIG's de producción estarían alineados, con una carga manual que no dependía de una automatización.

5.1.2 Propuestas para el área de línea de ensamble

Para el caso de la línea de ensamble se propuso mejorar el flujo de trabajo, teniendo una línea de ensamble automatizada con una secuencia determinada por el volumen de producción. Esto significaría realizar una correcta distribución de actividades por cada puesto de trabajo; es decir, tener un balance de línea como muestra la tabla 5.1 y figura 5.3.

El balance de línea toma en cuenta una tabla de tolerancias (ver anexo 1) y un sistema de valoración (ver anexo 2), de manera que se pueda distribuir correctamente las actividades y todos los puestos tengan cargas de trabajo muy similares. Esa distribución de actividades también estaría relacionada a la estructuración de la nueva línea

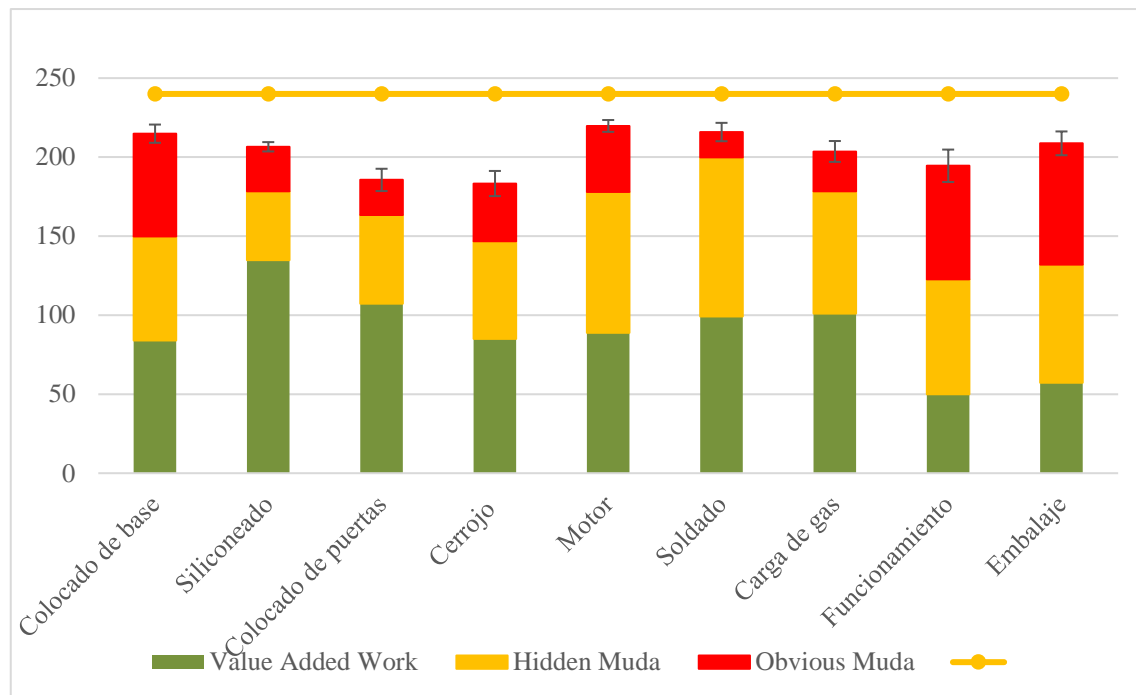
Tabla 5.1*Data de tiempos de balance de línea de ensamble CH10*

Analysis for Process											
Work station		Colocado de base	Siliconeado	Colocado de puertas	Cerrojo	Motor	Soldado	Carga de gas	Funcionamiento	Embalaje	TOTAL
Value Added Work	a	83.97	134.76	107.29	85.09	88.91	99.24	100.90	49.95	57.26	807.37
Hidden Muda	b	65.85	43.66	56.11	61.77	89.01	100.55	77.58	72.76	74.64	641.92
Obvious Muda	c	65.02	28.14	22.20	36.44	41.83	16.09	25.11	71.81	76.84	383.47
CYCLE TIME		214.84	206.55	185.60	183.30	219.74	215.89	203.59	194.51	208.74	1832.77

Nota. Con datos de tiempos tomados en la línea de ensamble, durante la producción diaria, de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos.

Figura 5.3

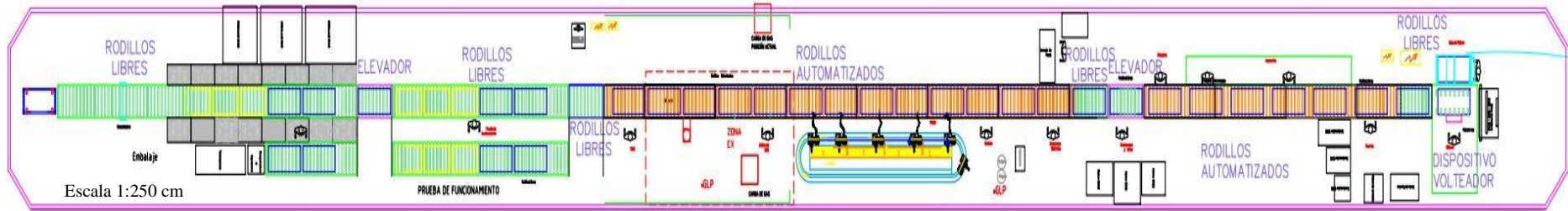
Balace de línea de ensamble



La línea de ensamble que se observa en la figura 5.4 fue diseñada según la nivelación del programa de producción, que significa producir desde 10 productos por hora en temporada baja, hasta 24 productos por hora en temporada alta. Esta producción se realizará en un solo turno y en caso sea necesario se realizará horas extras. Por ende, esta línea se convirtió en una línea de producción flexible para cualquier temporada; teniendo un promedio aproximado de producción de 15 productos por hora.

Figura 5.4

Plano de nueva línea automatizada



5.1.3 Selección e implementación de las propuestas

En el área de aislamiento gabinetes, se brindó 2 propuestas de reestructuración del área de trabajo junto con la distribución de puestos de trabajo y máquinas, en la tabla 5.2 se detalla las diferencias de cada propuesta.

Tabla 5.2

Comparación de propuestas de layout

1ra propuesta	2da propuesta
- No requiere gasto de movimiento de máquina.	- Requiere gasto de movimiento de máquina.
- Flujo de trabajo dividido por modelo.	- Mejor flujo de trabajo, una sola dirección.
- 2 tipos sistema de carga de gabinetes.	- Un solo sistema de carga de gabinetes.
- Sistema de carga automatizado dependiente.	- Sistema de carga manual independiente.
- Dos puntos de inyección (2 cabezales).	- Un solo punto de inyección (1 cabezal).
- Muda: mayor movimiento de personal operativo.	- Muda: no hay movimiento de personal adicional.
- Área de trabajo dividida, no hay un orden.	- Área de trabajo ordenada.

Se presentó a gerencia las alternativas, a empresa decidió priorizar temas como flujo de trabajo, distribución del área y puestos de trabajo, sistema de carga de gabinetes y lo más importante minimizar las mudas, que en este caso era el excesivo movimiento de personal de trabajo. Considerando esas razones, se optó por la segunda alternativa.

Con la propuesta seleccionada, se iniciaría la implementación del proyecto de mejora de la fábrica de congeladoras que estaba planificado realizarlo en 2 meses aproximadamente. Iniciaba con actividades independientes al movimiento de maquinaria y líneas de producción actuales, para que durante la parada de producción se de inicio al movimiento de las máquinas críticas y al orden de todos los puestos de trabajo.

Dada la criticidad del proyecto se propuso un cronograma para dar un orden al inicio de las actividades, de manera que la implementación del proyecto no se vea afectado y se cumpla con las fechas establecidas.

En las figuras 5.5 y 5.6 se puede observar el Gantt con fechas y responsables establecidos; así mismo, se estableció 2 fechas importantes remarcadas de la siguiente manera.

- Color verde: inicio de la parada de producción, movimiento de máquinas y equipos.
- Color rojo: final de la parada de producción, fecha límite de culminación de todos los trabajos de mejora.

5.2 Resultados

Una vez implementada la mejora en las áreas de aislamiento y línea de ensamble, se organizó el plan de capacitaciones con las documentaciones necesarias para el personal con todos los cambios implementados.

Se inicio la evaluación del trabajo realizado a través de los indicadores de producción, volumen de producción, horas hombre por producto, OEE y DEP. Como se puede observar en la tabla 5.3 desde el mes de setiembre a diciembre del 2019 se tiene un bajo nivel de los indicadores; sobre todo en el mes de agosto y setiembre, que se considera como un tiempo de aprendizaje para toda la fábrica, pero denotando un mejor resultado comparado al año 2018.

Ya para finales del año 2019, se observa en la tabla 5.3 que el indicador DEP se encuentra en positivo, dando un cierre de año mejor comparado a los años anteriores que estaba en negativo.

Figura 5.5

Gantt de implementación de mejora - 1ra parte

ACTIVIDAD				JUNIO				JULIO													
				CW25		CW26		CW27		CW28											
				L	Ma	Mi	J	V	S	L	Ma	Mi	J	V	S						
LINEA DE ENSAMBLE	Desconexión antigua línea NF.	Mantto	V. Arevalo	■	■	■	■														
	Montaje de nueva línea (alt 65cm), reubicación de línea autom. carga R600 NF.	PR - IE	M. Vicente		■	■	■														
	Modificación de línea de rodillos libres prueba de funcionamiento.	PR - IE	C. Zavaleta					■	■	■											
	Modificación de línea de rodillos libres para zona embalaje (12.6mt y 4mt)	PR - IE	C. Zavaleta													■	■	■			
	Desconexión línea autom. carga R600 , sistema electrico R600 actual CH.	Mantto	V. Arevalo																		
	Reubicación de actual línea autom. carga R600 (nueva posición marcada REPROCESO).	PR - IE	M. Vicente																		
	Instalación y programación de línea automatizada y elevadores (DEFINIR LA SECUENCIA).	Mantto	V. Arevalo					■	■	■	■										
	Instalación de zona de prueba de funcionamiento (electricidad y línea de red)	Tercero	C. Zavaleta									■	■	■	■	■	■				
	Reubicación de sistemas de aire / glp / pts de energía.	Tercero	C. Zavaleta															■	■	■	■
	Reubicación de carrusel de bombas de vacío (fabricación y montaje de estructura).	Mantto / IE	V. Arevalo / C. Zavaleta															■	■	■	■
Prueba final de todo el sistema.	Mantto / IE	V. Arevalo / C. Zavaleta															■	■	■	■	
SISTEMA R600	Reubicación de sistema de carga R600 (línea principal y línea de recuperación)	Mantto / PR-IE / Terceros	Victor A. / G. Hernandez																		
SISTEMA DE INYECCION	Desconexión de JIG's refriger.	Mantto	V. Arevalo	■	■	■															
	Retiro de JIG's refriger.	PR - IE	M. Vicente						■	■	■										
	Reubicación de nuevo JIG (FALTA MONTAR BASE PARA NIVELAR - MANTTO)	PR - IE	M. Vicente						■												
	Instalación de nuevo JIG	Mantto	V. Arevalo							■	■										
	Fabricación de coche prototipo para carga y descarga	Procesos	V. Arevalo							■	■										
	Desconex. sistema eléctrico y reubicación de inyección y calefacción de JIG's (actuales CH05-CH40)	Mantto	V. Arevalo																		
	Reubicación de JIG's actuales CH05-CH40	PR - IE	M. Vicente																		
	Cambio de sistemas de carga de gabinetes a JIG's actuales / reubicación de ductos	Tercero	M. Vicente																		
	Fabricación de coches para carga y descarga de JIG's	Tercero	M. Vicente																		
	Prueba final de todo el sistema.																				
PRE-ENSAMBLE	Desconexión de dispositivos	Mantto	V. Arevalo																		
	Reubicación de puestos (mesas, dispositivos, otros)	PR - IE	C. Zavaleta																		
	Reubicación de sistemas de aire / glp / pts de energía.	Tercero	M. Vicente																		
	Instalación de elevadores (02 en fosa, 02 de pre-ensamble gab)	Tercero	C. Zavaleta																		
	Fabricación de riel para gab. Pre-ensamblado y gabinetes inyectados	Procesos PR - IE	M. Vicente																	■	■
	Prueba final de todo el sistema.	PR - IE	C. Zavaleta																		

Tabla 5.3

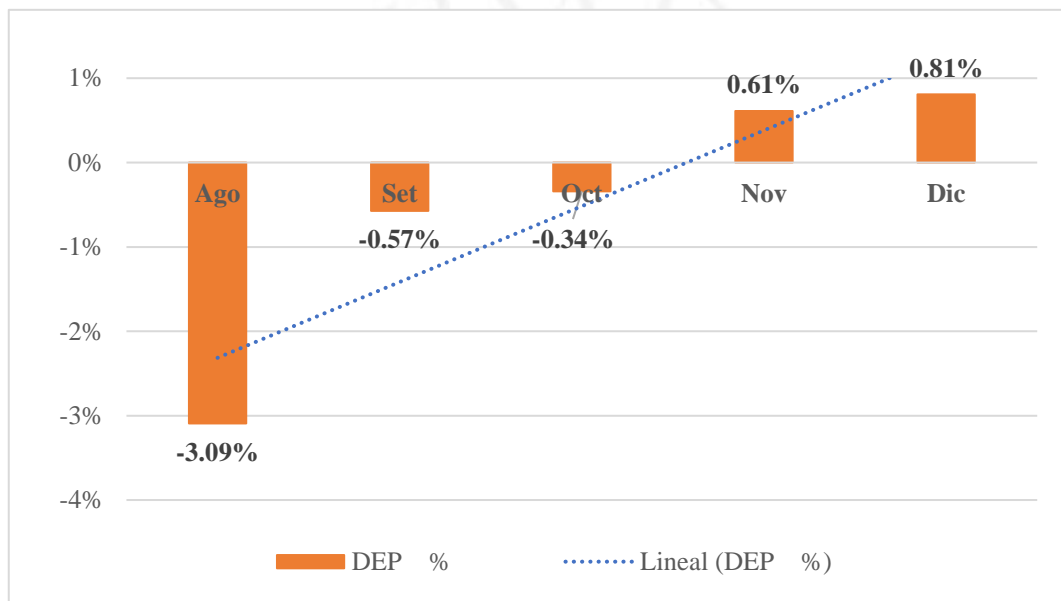
Indicador DEP 2019

DEP %		Target			1.93%
Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
-3.09%	-0.57%	-0.34%	0.61%	0.81%	

Nota. Adaptado de data obtenida del reporte de indicadores de la empresa BSH Electrodomésticos.

Figura 5.7

Evolución del indicador DEP 2019



Tomando en consideración indicadores del año 2020 se puede observar en la tabla 5.4, que la fábrica empezó a tener mejores resultados, que se ve reflejado en la figura 5.8 con tendencia positiva, alcanzando y superando en algunos meses el target del año en mención.

Tabla 5.4

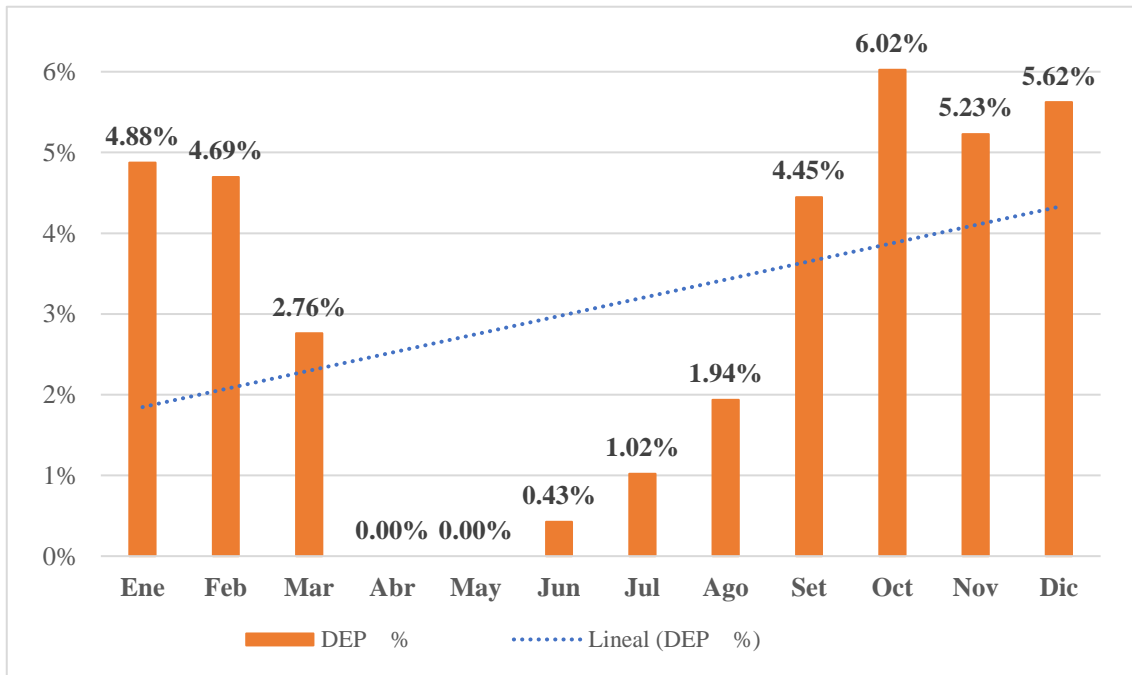
Indicador DEP 2020

DEP %											Target	4.55%
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
4.88%	4.69%	2.76%	0.00%	0.00%	0.43%	1.02%	1.94%	4.45%	6.02%	5.23%	5.62%	

Nota. Adaptado de data obtenida del reporte de indicadores de la empresa BSH Electrodomésticos.

Figura 5.8

Evolución del indicador DEP 2020



Para el caso del indicador de horas hombre por producto, como se puede observar en la tabla 5.5 y figura 5.9 el mes de agosto, considerado como curva de aprendizaje, se vio afectado y se obtuvo un numero alto, pero desde el mes de setiembre el indicador empezó a bajar, estando incluso muy cerca al target. Comparando el mes de enero con diciembre, el indicador tuvo una reducción de 23.66%.

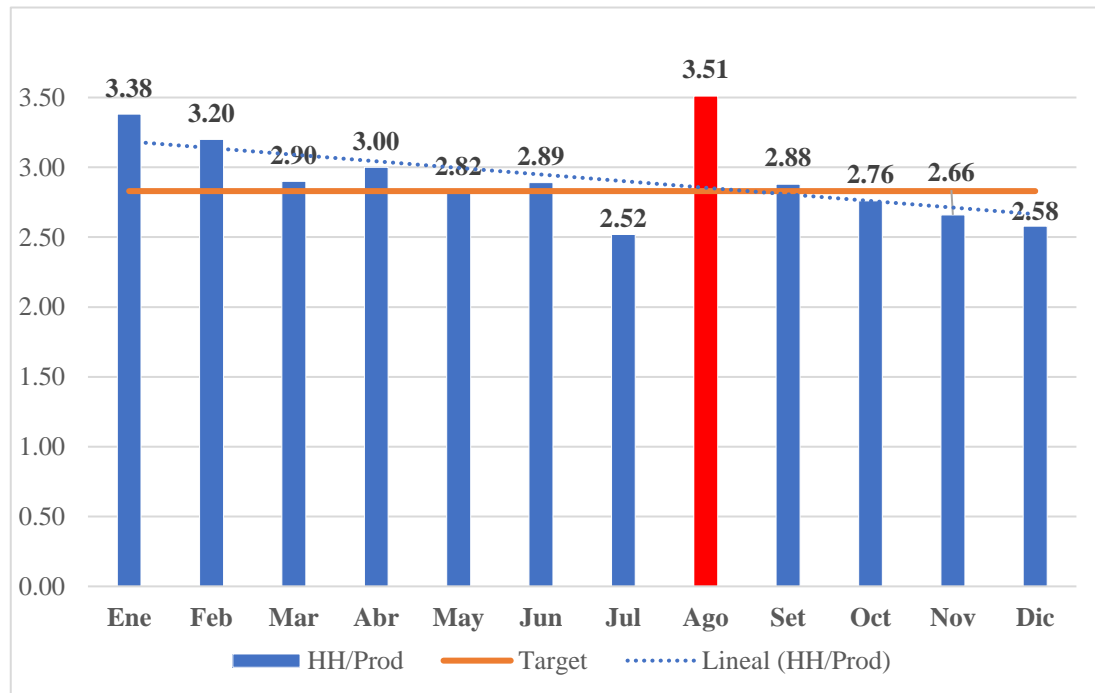
Tabla 5.5

Indicador HH/Producto 2019

2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
HH/Prod	3.38	3.20	2.90	3.00	2.82	2.89	2.52	3.51	2.88	2.76	2.66	2.58
Target	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83

Figura 5.9

Evolución del indicador HH/Producto 2019



5.2.1 Resultados área de aislamiento gabinetes

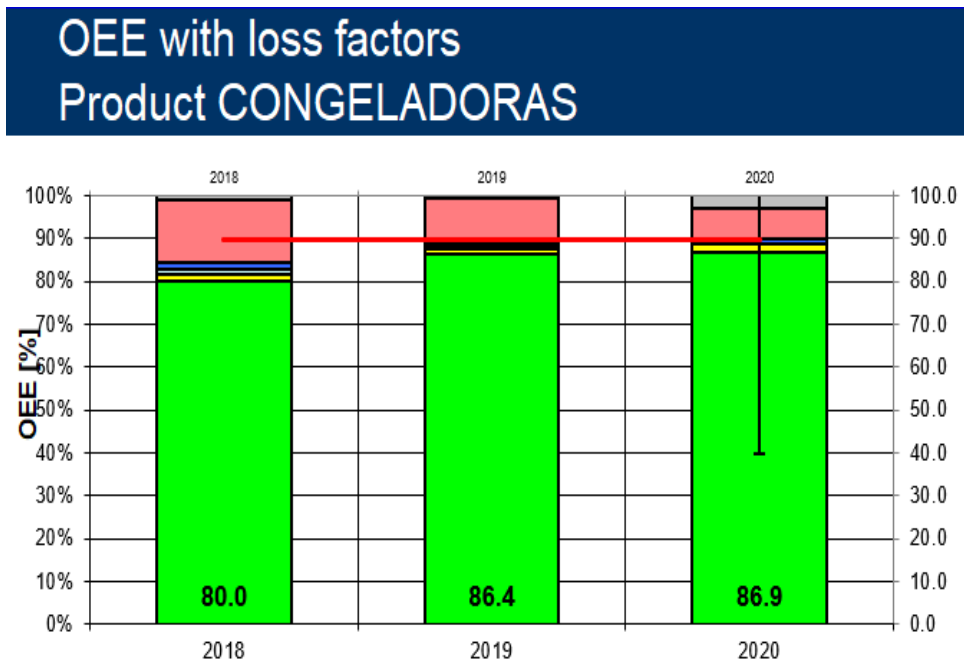
Para el área de aislamiento gabinetes, los resultados fueron muy satisfactorios, como se puede observar en la figura 5.10 el indicador OEE para el año 2020, fue positivo, si bien es cierto no se logró llegar al target, si se superó con respecto al año 2018, previo a la implementación. Esta mejora hizo que el indicador pase de 80% (2018) a 86,9% a finales del 2020.

5.2.2 Resultados área de línea de ensamble

La línea de ensamble se observa en la figura 5.11 que con la mejora también tuvo un muy buen resultado en el año 2019 con un 87,9% al cierre del año y en el 2020 con 89,4%, estando ya muy cerca del target que es el 90%.

Figura 5.10

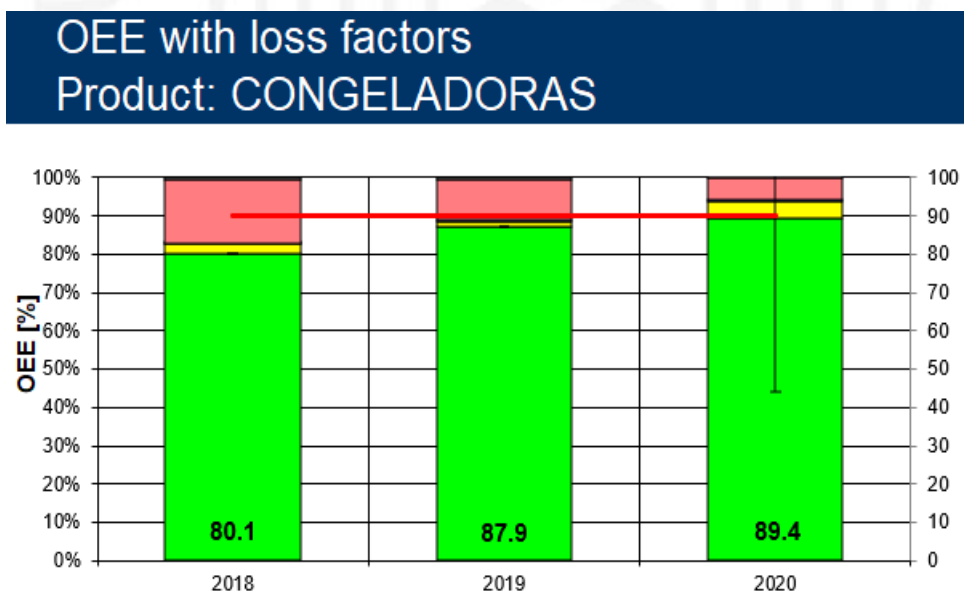
Indicador OEE de aislamiento gabinetes



Nota. Del registro de los indicadores de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos.

Figura 5.11

Indicador OEE de línea de ensamble



Nota. Del registro de los indicadores de la fábrica de congeladoras en la empresa BSH Electrodomésticos.

5.2.3 Resultados ergonomía

Por otro lado, habiendo obtenido buenos resultados en los indicadores que se reportan a la corporación, el tema de ergonomía en la línea de ensamble fue resuelto con la nueva línea automatizada. Con esto, los puestos observados en la línea anterior pudieron ser mejorados de manera que no afecte ergonómicamente a ningún operador, como se observa en las figuras 5.12 hasta la 5.16.

Los puestos identificados como más críticos fueron mejorados con nuevos dispositivos, nuevos métodos de trabajo y mejor distribución de actividades por puesto.

Figura 5.12

Puesto colocado de base de madera mejorado



Figura 5.13

Puesto colocado de motor mejorado



Figura 5.14

Puesto colocado de silicona mejorado



Figura 5.15

Puesto de conexiones eléctricas mejorado



Figura 5.16

Puesto de prueba de funcionamiento mejorado



CONCLUSIONES

- Las causas para los problemas identificados de la fábrica de congeladoras son principalmente, atrasos en los puestos de trabajo, capacidad limitada y tiempos muertos.
- Las alternativas de solución principalmente se basaron en la reestructuración de las áreas de aislamiento gabinetes, con una nueva distribución de puestos y aumento de la capacidad al doble; y línea de ensamble con una propuesta de nueva línea automatizada con un balance de actividades que permite producir hasta 24 productos por hora.
- En la selección de la mejor alternativa se optó por la segunda propuesta, debido a lo siguiente: flujo de trabajo, reducción de movimiento de personal, carga de productos independientes y un solo punto de inyección.
- Para la implementación de la mejora se realizó un Gantt de actividades principales para ambas áreas, con responsables y con un plazo de 2 meses, desde la quincena del mes de junio hasta la quincena del mes de agosto.
- Los resultados obtenidos fueron positivos. En el caso del indicador OEE, comparando el año 2018 al 2020 subió de 80% a 89,4% para el caso de la línea de ensamble y de 80% a 86,9% para el caso del área de aislamiento gabinetes; así mismo, el indicador DEP superó el target de 4.55% y lo mismo con el indicador horas hombre por producto que mejoró el target de 2.83.

RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las recomendaciones para la fábrica de congeladoras, con la mejora implementada:

- Se recomienda, realizar un estudio de mejora para identificar problemas de calidad de cada proceso productivo.
- Se recomienda realizar un registro de reporte de condiciones y actos inseguros por parte de los trabajadores, con el fin de identificar los problemas y darle las soluciones de mejora correspondientes.
- Se recomienda realizar un programa de 5's por área para la fábrica de congeladoras, con el fin de mantener el orden y limpieza establecido.
- Se recomienda realizar una revisión semanal de los indicadores de la fábrica de congeladoras, con el fin de identificar declives, analizarlos y realizar mejoras para la fábrica.

REFERENCIAS

- Asociación Peruana de Finanzas. (2018). Noticia de socio BSH electrodomésticos. <https://www.apef.com.pe/noticia-de-socio/bsh-electrodomesticos-s-a-c/>
- Superintendencia Nacional de aduanas y administración tributaria. (2020). Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). <https://www.gob.pe/institucion/sunat/informes-publicaciones/394120-clasificacion-industrial-internacional-uniforme-ciiu>
- Cámara de Comercio Alemana para España. (2017). El especialista en electrodomésticos celebra 50 años de innovación. <https://www.ahk.es/es/actualidad/noticias/noticias-detalles/el-especialista-en-electrodomesticos-celebra-50-anos-de-innovacion>
- Coldex. (2020). Historia y etapas de la marca Coldex. <https://www.coldex.pe/nosotros>
- Juan Manuel Girao Quispe, Paulo Antonio Obeso Herrera. (2019). Mejora en el área técnica de la empresa de refrigeración y aire acondicionado Frio Group S.A.C. (Tesis para optar por el Título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Sociedad Nacional de Industrias (2021). Producción de bienes de consumo creció 11,6% en el primer trimestre del 2021 y apporto al repunte de la industria nacional. <https://sni.org.pe/sni-produccion-de-bienes-de-consumo-crecio-116-en-el-primer-trimestre-del-2021-y-aporto-al-repunte-de-la-industria-nacional/>

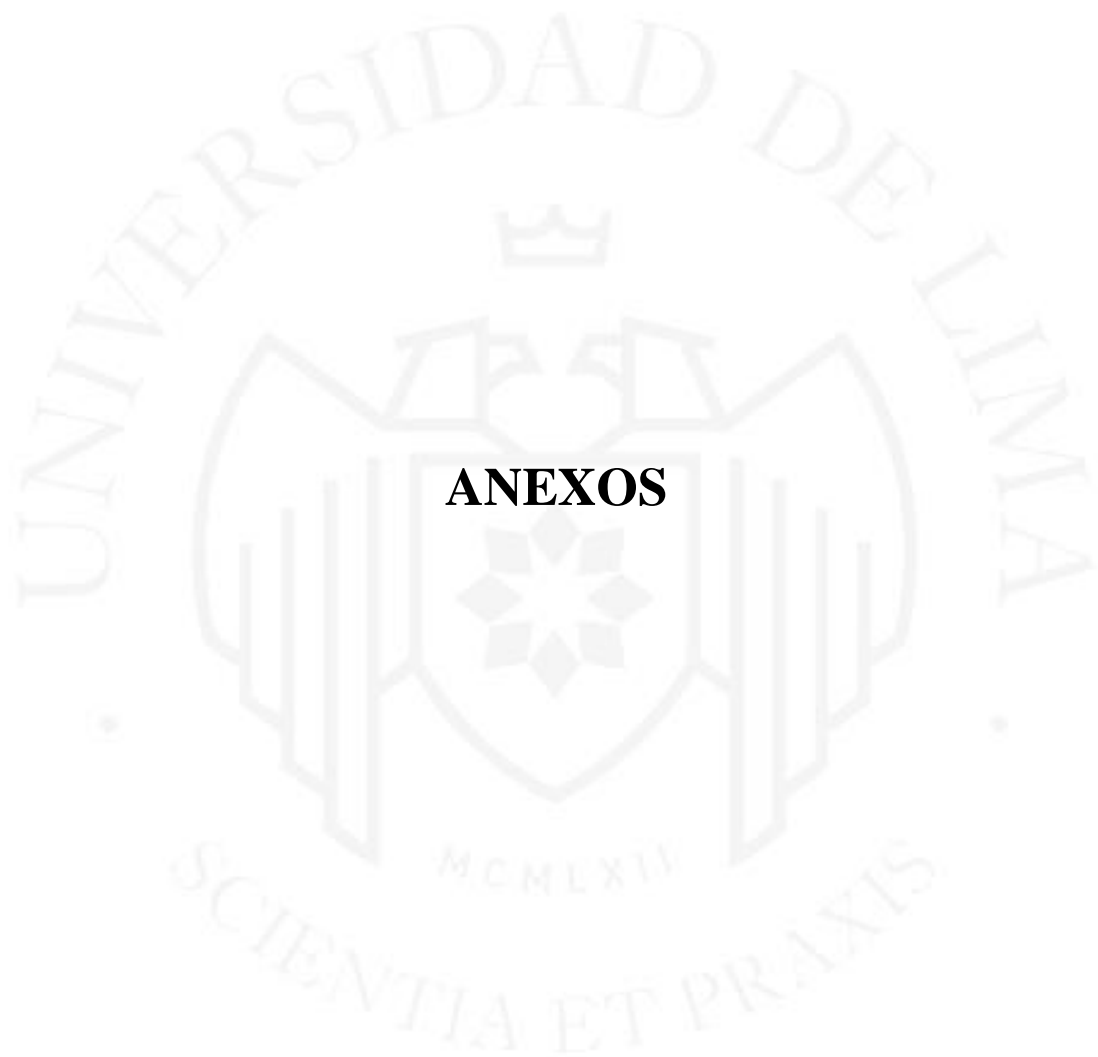
BIBLIOGRAFIA

Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F. y Noriega, M. (2012). *Mejora continua de los procesos*. Universidad de Lima.

Jeffrey K. Liker (2004). *Las Claves del éxito de Toyota*. Estados Unidos: McGraw-Hill Education.

Masaaki Imai (2001). *Kaizen: “La clave de la ventaja competitiva japonesa”*. México: Compañía Editorial Continental.





ANEXOS

Anexo 1: Tabla de tolerancias de trabajo

MARGENES o TOLERANCIAS DE TRABAJO	%
A. TOLERANCIAS CONSTANTES:	
1. Tolerancia personal	5%
2. Tolerancia básica por fatiga	4%
B. TOLERANCIAS VARIABLES:	
1. Tolerancia por estar de pie	2%
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta	0%
b. Molesta (cuerpo encorvado)	2%
c. Muy molesta (acostado, extendido)	7%
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar): Peso levantado: kg, libras	
2.5 - 5	0%
5 - 10	1%
7.5 - 15	2%
15 - 30	5%
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0%
b. Muy inferior	2%
c. Sumamente inadecuado	5%
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderadamente fino	0%
b. Trabajo fino o de gran cuidado	2%
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5%
7. Nivel de ruido	
a. Continuo	0%
b. Intermitente - fuerte	2%
c. Intermitente - muy fuerte	5%
d. De alto volumen - fuerte	5%
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado	1%
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención	4%
c. Muy complicado	8%
9. Monotonía:	
a. Escasa	0%
b. Moderada	1%
c. Excesiva	4%
10. Tedio:	
a. Algo tedioso	0%
b. Tedioso	2%
c. Muy tedioso	5%

Anexo 2: Sistema de valoración Westinghouse

HABILIDAD		
A1	0.15	Habilísimo
A2	0.13	Habilísimo
B1	0.11	Excelente
B2	0.08	Excelente
C1	0.06	Bueno
C2	0.03	Bueno
D	0.00	Medio
E1	-0.05	Regular
E2	-0.10	Regular
F1	-0.16	Malo
F2	-0.22	Malo

Extrema
Extrema

Regular
Aceptable
Aceptable
Deficiente
Deficiente

ESFUERZO		
A1	0.13	Excesivo
A2	0.12	Excesivo
B1	0.1	Excelente
B2	0.08	Excelente
C1	0.05	Bueno
C2	0.02	Bueno
D	0.00	Medio
E1	-0.04	Regular
E2	-0.08	Regular
F1	-0.12	Malo
F2	-0.17	Malo

Regular
Aceptable
Aceptable
Deficiente
Deficiente

CONDICIONES		
A	0.06	Ideales
B	0.04	Excelentes
C	0.02	Buenas
D	0.00	Medias
E	-0.03	Regulares
F	-0.07	Malas

Regulares
Aceptables
Deficientes

CONSISTENCIA		
A	0.04	Perfecta
B	0.03	Excelente
C	0.01	Buena
D	0.00	Media
E	-0.02	Regular
F	-0.04	Mala

Regular
Aceptable
Deficiente