



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MORELOS**

Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc.

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y  
DE SISTEMAS**

**“PROPUESTA DE BALANCEO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN  
Y APLICACIÓN DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN  
UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ”**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**LICENCIADO EN INGENIERA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

PRESENTA:

**LUCILA GUADALUPE SALGADO MIRANDA**

**DIRECTOR: DR. ESTEBAN MONTIEL PALACIOS**

**CO DIRECTORA: DRA. MARÍA DEL CARMEN FUENTES  
ALBARRÁN**

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico en primer lugar a DIOS por presentarse en cada paso que doy, bendecir y caminar conmigo toda la vida, guiarme e iluminarme y darme las herramientas necesarias como la sabiduría, el entendimiento, la comprensión y las ganas de superación y salir adelante para concluir con esta etapa de mi vida. Gracias por forjar mi vida y poner en mi camino a las personas indicadas: familia, amigos y compañeros.

Dedico mi tesis a mis padres, **Yanet Miranda Castro y José Palemón Salgado Arteaga**, a mi Madre por creer en mí, por todo el apoyo que me das, por ese amor incondicional que siempre está dispuesta a darme, por tus consejos, regaños y palabras de aliento que hacen querer superar cada día más, eres una persona admirable y un ángel en mi camino, te agradezco infinitamente todo lo que haces por nosotros, por el gran esfuerzo que realizan día con día por nosotros.

Y a mi padre por todo el amor, los regaños, las enseñanzas y consejos que me das, gracias por mostrarme que el significado de trabajo y superación a seguir adelante, gracias por acompañarme y apoyarme en momentos importantes dentro de mi superación personal, así como por todo el esfuerzo que realizas cada día, eres mi ejemplo para seguir de dedicación, de constancia y esfuerzo.

Los amo, admiro y respeto por todo lo que son. GRACIAS, este logro es de los dos, los amo infinitamente.

A mi hermano **Adán Salgado Miranda** le agradezco tanto a dios de que estés en mi camino, espero lograr ser un ejemplo más en tu vida. Gracias no sólo por ser parte fundamental de este gran logro, sino también por todos aquellos momentos bonitos que pasamos

A mi abuelito **Adán Salgado Vega** como agradecimiento por apoyo incondicional, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento, agradezco a la vida por darme la oportunidad de convivir con él y tener la dicha de disfrutar de su compañía

A mis tías **Jaqueline Salgado Chávez y Georgina Salgado Chávez** les dedico esto por todos sus consejos y su gran apoyo incondicional, siempre serán una parte importante dentro de mi vida, las admiro por todo lo que son y lo que han logrado las quiero mucho y les agradezco con el corazón.

**¡SE LAS DEDICO A USTEDES CON TODO EL AMOR!**

## AGRADECIMIENTOS

Es para mí un verdadero placer hacer uso de este espacio para expresar mis agradecimientos a todos aquellos que considero piezas fundamentales para llegar hasta aquí.

**A Dios** por mantenerme sana y caminar conmigo toda la vida, por indicarme el camino correcto y poner en mi camino a las personas correctas.

**A mi Familia** por todo el apoyo que me dan, por creer en mí y por todo el esfuerzo que realizan día con día para darnos siempre lo mejor.

**A mis asesores** quienes con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto. Gracias por transmitirme este conocimiento en esta y cada una de las materias de la universidad, por ser tan pacientes y por su calidez educativa.

**A la empresa Fujikura Automotive Puebla**, por abrirme las puertas de su empresa y permitirme desarrollar mi proyecto de titulación, por la experiencia laboral brindada, en especial a los Ingenieros Oscar Huerta y Vanessa Gonzales por su gran apoyo brindado dentro de mi estancia en la empresa Fujikura, gracias por tomarse el tiempo de enseñarme y transmitirme todos sus conocimientos.

**¡Muchas gracias a todos!**

## RESUMEN

En la industria automotriz, diseñar procesos conlleva la necesidad de contemplar herramientas, materiales, métodos de trabajo y medios para que los procesos sean los más confiables y con poca variabilidad.

En Fujikura Automotive México-Puebla la mejora continua es la base de estos procesos por lo que las validaciones de calidad son constantes.

Para cumplir los requerimientos del cliente es importante darle un seguimiento constante y permanente, buscando el rendimiento óptimo entre los trabajadores y el proceso.

Fujikura Automotive México-Puebla produce arneses automotrices, su cliente principal es Volkswagen Planta Puebla, en donde actualmente se tienen los proyectos de Taos (Tarek) y Tiguan.

Durante la estancia en esta industria se realizaron tareas y buscaron áreas de oportunidad con la finalidad de implementar proyectos que creen impacto positivo en la empresa, es por ello que conocer los procesos agiliza la manera en cómo se detectan las fallas, ya sea de área o hasta del producto terminado que va al cliente. En este proyecto se busca mantener y mejorar la calidad dentro del área de Tiguan en el proceso de sensores, que es un área en donde existe variabilidad en las operaciones que se ejecutan; dentro de este proyecto se abordarán eventos como: actualización de métodos de trabajo o métodos operatorios, también estandarización de 5'S en áreas y puestos de trabajo; todo como apoyo y seguimiento de los estándares para la calidad en el trabajo.

<b>ÍNDICE</b>	
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1 Contextualización de la empresa .....	12
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.3 Contexto donde se presenta la problemática .....	13
1.4 Justificación.....	14
1.4.1.2 Limitaciones .....	16
1.5 Objetivos .....	16
1.5.1 Objetivo general .....	16
1.5.2 Objetivos específicos .....	16
1.6 Hipótesis .....	16
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2. Balanceo de Líneas .....	17
2.1 Lean manufacturing .....	18
2.1.2 Objetivos de Lean manufacturing.....	19
2.1.3 ¿Cuáles son las herramientas de Lean Manufacturing? .....	20
2.2 Las 5'S .....	21
2.2.1 Beneficios de la estrategia de las 5'S .....	21
2.3. Lluvias de ideas.....	22
2.4 Diagrama de Ishikawa.....	23
2.5 Diagrama de flujo .....	24
2.6 Gráfico de Gantt.....	26
2.7 Matriz de priorización .....	27
2.7.1 Funciones principales de la matriz de priorización .....	27
2.8 KPI .....	28
2.8.1 Utilidad de KPI. ....	28
2.9 Justo a Tiempo (JIT) .....	29
2.10. Método de Yamazumi .....	29
2.10.1 Beneficios del Yamazumi.....	30

	7
2.10.2 Metodología de la implementación de la herramienta Yamazumi .....	31
2.11 Proceso de mejora continua.....	33
2.11.1 Principios de la mejora continua .....	33
2.11.2 Gestión para la mejora de la calidad.....	34
2.11.3 Etapas del proceso de mejora continua .....	35
2.12 Estandarización de los procesos.....	35
2.12.1 Beneficios de la estandarización.....	36
2.12.2 Formas de operación estándar .....	37
2.13 Ingeniería de métodos.....	37
2.13.1 Características de la ingeniería de métodos .....	39
2.14 Estudio de tiempos y movimientos .....	40
2.14.1 Estudio de movimientos y el trabajo de los Gilbreth.....	42
2.14.2 Estudio de tiempos.....	43
2.14.3 Factores para realizar un estudio de tiempos y movimientos.....	44
2.14.4 Requerimientos para un estudio de tiempos .....	45
2.15 Balanceo de línea.....	46
2.16 Kaizen .....	47
2.16.1 Significado Kaizen.....	48
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>49</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>49</b>
3.1. Tipo de investigación .....	49
3.2. Diagrama de Gantt.....	50
3.2.1 Primera fase.....	51
3.2.2 Segunda Fase.....	51
3.2.3. Tercera Fase.....	52
3.2.4 Cuarta Fase .....	53
3.2.5 Quinta Fase.....	53
3.2.5.1 Tiempos estandarizados por operación en la empresa.....	55
3.2.6 Sexta fase .....	56
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>57</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1 Primera fase .....	57
4.1.1 Selección del problema .....	57
4.2 Segunda fase .....	57

	8
4.2.1 Descripción del problema.....	57
4.2.2 Lluvia de ideas .....	58
4.2.3 Diagrama de Ishikawa.....	58
4.3 Tercera fase .....	59
4.3.1 Fin de la causa raíz.....	59
4.3.2 Matriz de priorización .....	59
4.4 Cuarta fase.....	60
4.4.1 Solución del problema.....	60
4.4.2 Tabla de acciones .....	60
4.5 Quinta fase.....	61
4.5.1. Balanceo de línea .....	61
4.5.1.1 Formato de registro de datos .....	62
4.5.1.2 Registro de toma de tiempos .....	63
4.5.2 Análisis del proceso .....	67
4.5.3 Diagrama de flujo .....	68
4.5.4 Método de Yamazumi .....	68
4.5.5 Propuesta de balanceo .....	69
4.5.6 Reajustes de método operatorio .....	71
4.5.7 Mapeo de procesos propuesto.....	74
4.5.7 Yamazumi propuesto .....	75
4.6 Sexta fase .....	76
4.6.1 Estandarización y mejora continua .....	76
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
5.1 Conclusiones.....	78
5.2 Recomendaciones .....	79
5.2. 1 Orden y Limpieza e identificación .....	79
5.2.2 Material informativo .....	79
5.2.3 Estandarización.....	79
<b>Referencias .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estación de trabajo del área de tableros para el ensamble del arnés (Fujikura, 2022).	12
Figura 2 Área de producción (Fujikura, 2021)	15
Figura 3 Objetivos de Lean Manufacturing para alcanzar una excelencia en fabricación (tomada de Global Training Industry, 2021)	20
Figura 4 Técnicas y Herramientas del Lean Manufacturing Fuente: Lean Manufacturing, conceptos técnicas e implementación.	20
Figura 5 Simbología para el diagrama de flujo (convención informática, norma ISO 5807)	25
Figura 6 Características de la ingeniería de métodos (Tomada de Palacios, 2009)	39
Figura 7 Diagrama del estudio de tiempos y movimientos, en el cual se incluyen sus objetivos (tomada de Palacios, 2009).	41
Figura 8 Significado KAIZEN.	47
Figura 9 Diagrama de Gantt (elaboración propia).	50
Figura 10 Área de producción (Fujikura, 2021)	57
Figura 11 Lluvia de ideas (Elaborada por el equipo del área, Fujikura 2021)	58
Figura 12 Diagrama de Ishikawa (Elaboración propia, 2021)	59
Figura 13 Diagrama de flujo de las actividades estandarizadas del proceso de sensores de Tiguan	62
Figura 14 Diagrama de flujo del área de sensores actual (Elaboración propia, 2021).	68
Figura 15 Mapeo de procesos propuesta (Elaboración propia, 2021)	75
Figura 16 Mejora continua del proceso (elaboración propia, 2021)	76

**ÍNDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1 Área de oportunidad en el proceso de producción donde se lleva a cabo el proceso de sensores área de subconjuntos Tigan (Fujikura, 2021).....	13
Gráfica 2 Tiempos de ciclo de cada operador (promedios) para la línea de producción (Elaboración propia, 2021).....	67
Gráfica 3 Método Yamazumi del área de sensores actual (Elaboración propia, 2021).....	69
Gráfica 4 Información obtenida con el método propuesto en el Área de sensores (Elaboración propia, 2021) .....	71
Gráfica 5 Yamazumi (Elaboración propia, 2021).....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudio de tiempos en el procesamiento de sensores (elaboración propia con datos de Fujikura, 2021).....	55
Tabla 2 Resumen del estudio de tiempos estandarizados (elaborado con datos de Fujikura, 2021). .....	56
Tabla 3 Matriz de priorización (Elaboración propia, 2021).....	60
Tabla 4 Tabla de acciones (Elaboración propia, 2021) .....	61
Tabla 5 Formato de registro (Elaborado por Fujikura, 2021).....	63
Tabla 6 Número de ciclos de observación recomendado por la General Electric Company.....	63
Tabla 7 Número de actividades cronometradas en segundos en la línea de producción.....	64
Tabla 8 Estudio de tiempos promedios del área de sensores actuales (Elaboración propia, 2021) .....	66
Tabla 9 Determinación del Takt time (T.T.) .....	67
Tabla 10 Estudio de tiempos del área de sensores (Elaboración propia, 2021). ...	70
Tabla 11 Resumen del estudio de tiempos del área de sensores aplicando el método propuesto (Elaboración propia, 2021). .....	70
Tabla 12 Análisis de reajustes de actividades (Elaboración propia, 2021). .....	72
Tabla 13 Comparación método actual-método propuesto .....	74
Tabla 14 Comparación de estudio de tiempos actuales / propuestos del área de sensores (Elaboración propia, 2021).....	76
Tabla 15 Idea kaizen, reducción de un operador (elaboración propia, 2021) .....	74

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Contextualización de la empresa



Figura 1 Estación de trabajo del área de tableros para el ensamble del arnés (Fujikura, 2022).

Fujikura Automotive Group es una empresa de giro manufacturero dedicada a la inyección de piezas técnicas de plástico, y fabricante de cableados eléctricos (arneses) destinados a todos los sectores industriales, automotriz, electrónica, electrodomésticos, etc. Desde su fundación en Japón en el año de 1885, y actualmente con 15 años laborando en Puebla desde el año 2006, se ha caracterizado por su alta experiencia en la fabricación de cableados eléctricos.

La empresa está ubicada en Carretera a Canoa 653-A, Colonia San Miguel Canoa 72900 Puebla de Zaragoza.

Fujikura-Puebla cuenta con 2000 empleados, quienes laboran en tres turnos, actualmente, sus principales procesos se dividen en 2 proyectos: TIGUAN Y TAOS de los cuales destacan los procesos de: corte, trenzados, preparación, ultrasonidos, subconjuntos, encintado y ruteo, acabado final y liberación.

Sus principales clientes son: Volkswagen, Lear Corporation y Faurecia.

La principal actividad de Fujikura Automotive Planta Puebla es la fabricación de arneses para la industria automotriz. Esta planta cuenta con la más alta innovación

y tiene como prioridad la elaboración de arneses de la máxima calidad en un marco de permanente evolución tecnológica, a través de la aplicación de mejora continua en los procesos.

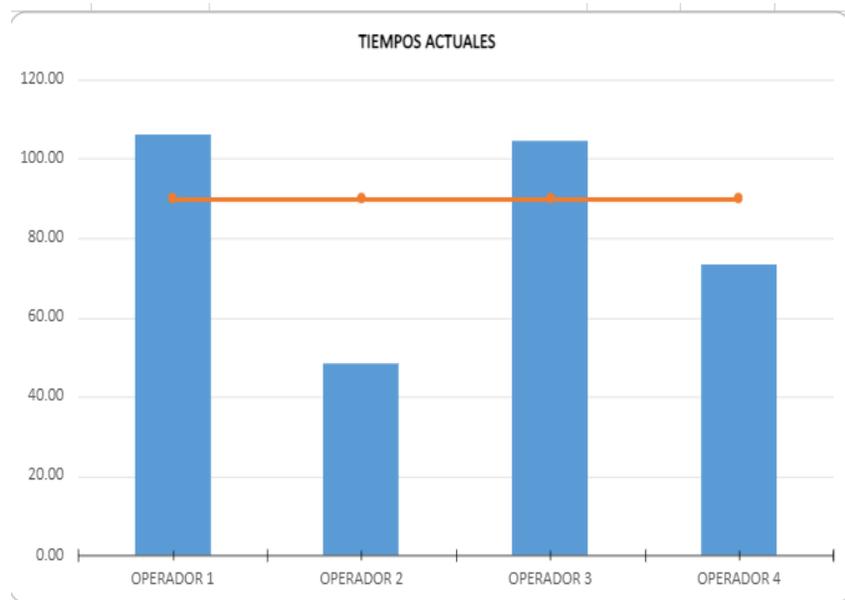
## **1.2 Planteamiento del problema.**

La variabilidad en las instrucciones de trabajo, el ritmo de requerimientos que surgen de la planificación del proceso de producción provoca que los tiempos de espera y movimientos innecesarios vayan en aumento y, por consecuencia, causen retrasos en las actividades programadas.

Este estudio se enfoca en un balanceo de línea y la mejora continua del proceso productivo de la Línea Tiguan de Subconjunto interior en el área de sensores, puesto que derivado a la problemática se pretende reducir los tiempos de espera y movimientos innecesarios, y así asegurar la efectividad del proceso productivo y evitar inconformidades por parte del cliente.

## **1.3 Contexto donde se presenta la problemática**

En la Gráfica 1 se muestra el tiempo actual de proceso de cada operador donde se presenta la problemática existente de variabilidad del tiempo de operación que provocan cuellos de botella dentro de la línea, causando que el proceso funcione de manera ineficiente y que tenga como consecuencia un retraso importante en las operaciones, lo que limita a su vez al resto de las etapas.



Gráfica 1 Área de oportunidad en el proceso de producción donde se lleva a cabo el proceso de sensores área de subconjuntos Tiguan (Fujikura, 2021).

## 1.4 Justificación

Este estudio se enfoca en un balanceo de línea y la mejora continua del proceso productivo de la Línea Tiguan de Subconjunto interior en el área de sensores, puesto que derivado a la problemática se pretende reducir los tiempos de espera y movimientos innecesarios, y así asegurar la efectividad del proceso productivo y evitar inconformidades por parte del cliente.

El balanceo de la línea de subconjuntos de Tiguan sensores permitirá disminuir la sobrecarga de trabajo y los cuellos de botella que se presentan de manera continua en esta área.

Es aquí donde se busca encontrar un equilibrio entre actividades con las acciones correctas, verificando que los métodos de trabajo sean válidos y actualizados hacia las nuevas necesidades dentro de la empresa y junto con los cambios y actualizaciones que nacen del producto; revalidar parámetros de calidad o en su

defecto diseñar, implementar y comprobar nuevos parámetros de calidad que garanticen evitar en lo posible la aparición de defectos

Las prioridades dentro de este proyecto son: respetar los requerimientos del cliente junto, con el cumplimiento de la norma, y respetar los procedimientos de validación internos en la empresa, como lo son: Calidad, Ingeniería y Producción.

Este estudio se enfoca en el proceso de sensores de la línea Tiguan para abordar y trabajar sobre los Métodos Operatorios (MO), Instrucciones de trabajo y estandarizado de puestos de trabajo para todos los medios con la finalidad de que el operario incremente su desempeño

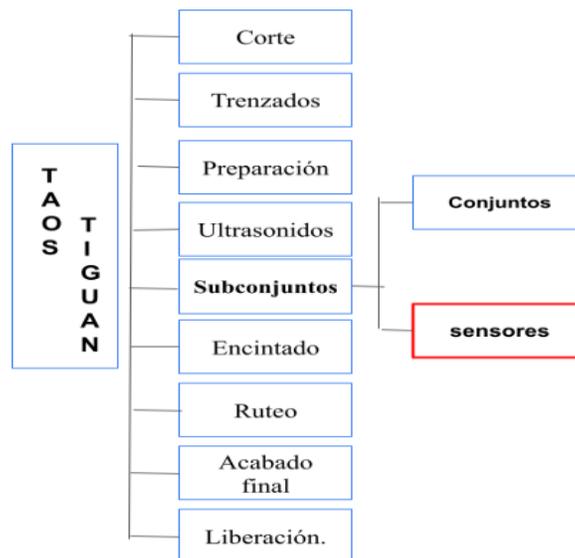


Figura 2 Área de producción (Fujikura, 2021).

En la línea de producción del Tiguan de Fujikura-Puebla como se muestra en la figura 2 sus principales procesos se dividen en 2 proyectos: TIGUAN Y TAOS de los cuales destacan los procesos de línea de: corte, trenzados, preparación, ultrasonidos, subconjuntos, encintado, ruteo, acabado final y liberación.

### **1.4.1.2 Limitaciones**

El tiempo de desarrollo del estudio se redujo debido a las restricciones sanitarias ante el COVID-19.

Así como también el poder de toma de decisiones que como desarrollador del proyecto se puede tener y, por último, el volumen de tareas que se deben desarrollar en el área como parte de las funciones diarias.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Presentar una propuesta de balanceo en la línea de sensores y aplicar el proceso de mejora continua con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del procesamiento de sensores industriales.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- 1.- Identificar las causas que generan los cuellos de botella para evitar tiempos improductivos (mediante el análisis de tiempos y movimientos).
- 2.- Reducir los tiempos de espera y movimientos innecesarios de la línea basado en los resultados estadísticos, lluvia de ideas, Ishikawa y tabla de acciones para establecer un estándar.
- 3.-Estandarizar el método operatorio con las mejores prácticas para prevenir errores humanos.
- 4.- Identificar áreas de oportunidad donde se puede aplicar mejora continua.

## **1.6 Hipótesis**

La aplicación del balanceo de línea y del proceso de mejora continua permitirán disminuir el tiempo de ciclo en la línea de subconjuntos de Tiguán sensores e incrementar su productividad.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo de marco teórico se sustenta el desarrollo de la tesis que toma como base las técnicas de Lean Manufacturing y las principales aportaciones del estudio de tiempos y movimientos que en este enfoque existen con relación a la mejora continua dentro de los procesos productivos, en este caso de la empresa Fujikura. Además, se pretende la mejora de los procesos por medio de la estandarización, de la misma manera se estarán contextualizando los aportes de este enfoque de donde se obtienen grandes beneficios.

#### **2. Balanceo de Líneas**

Los autores Suñé, Arcusa y Gil (2004), señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizan un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada posible a un tiempo de ciclo. Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra.

Los pasos para iniciar el estudio de equilibrado o balanceo de líneas consisten en:

1. Definir e identificar las tareas que componen al proceso productivo.
2. Tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
3. Los recursos necesarios.
4. El orden lógico de ejecución.

Así mismo el autor Meyers (2000), señala que los propósitos de la técnica de balanceo de líneas de ensamble son las siguientes:

- Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores.
- Identificar la operación cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones de trabajo.
- Reducir el costo de producción.
- Establecer el tiempo estándar.

Además, los autores García, Alarcón y Albarracín (2004), dicen que el balanceo de líneas se hace para que en cada estación de trabajo exista el mismo tiempo de ciclo, es decir, el producto fluya de una estación a otra cada vez que se cumple el tiempo de ciclo por lo que no se acumula.

Todas las estaciones deben pasar el trabajo realizado a la siguiente estación de trabajo cada vez que se cumple el tiempo de ciclo, por lo tanto, no hay cuellos de botella porque todas las estaciones tardan lo mismo.

## **2.1 Lean manufacturing**

Actualmente las técnicas de Lean manufacturing son un pilar primordialmente de las empresas, ya que mediante esta metodología este tipo de organización obtiene grandes beneficios mediante su implementación, ya que busca una mayor satisfacción de los clientes empleando el menor número de recursos posibles y eliminando los desperdicios que no aportan valor en una empresa.

Para Hernández y Vizán (2013), la metodología Lean Manufacturing se basa en una filosofía de trabajo mediante la integración de las personas, además de que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”.

Al eliminar los desperdicios generados en la empresa esta adquiere mayor eficiencia de sus recursos.

De acuerdo con Pro dintec (2021), la fabricación de Lean manufacturing, es una fabricación “sin grasa”, es decir sin desperdicio, sin elementos que puedan perjudicar al proceso para él es la fabricación perfecta, sin errores.

Por lo tanto, lean consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas que buscan la mejora de procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios.

Soconini (2019), refiere a que Lean Manufacturing es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (just in time), y al que también se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota que consiste en un proceso continuo que ayuda a la identificación y eliminación del desperdicio y todas las actividades que no agregan valor y pueden ser eliminadas.

### **2.1.2 Objetivos de Lean manufacturing**

Uno de los principales objetivos de Lean es generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto.

Además de:

- Mejorar la calidad de los productos
- Eliminar actividades que no agregan valor
- Eliminar los desperdicios generados
- Reducir los tiempos de producción
- Reducir costos

Actualmente las empresas que deseen estar dentro de un mercado competitivo deben plantearse los objetivos mostrados en la Figura 3 para optimizar la eficiencia de la empresa.

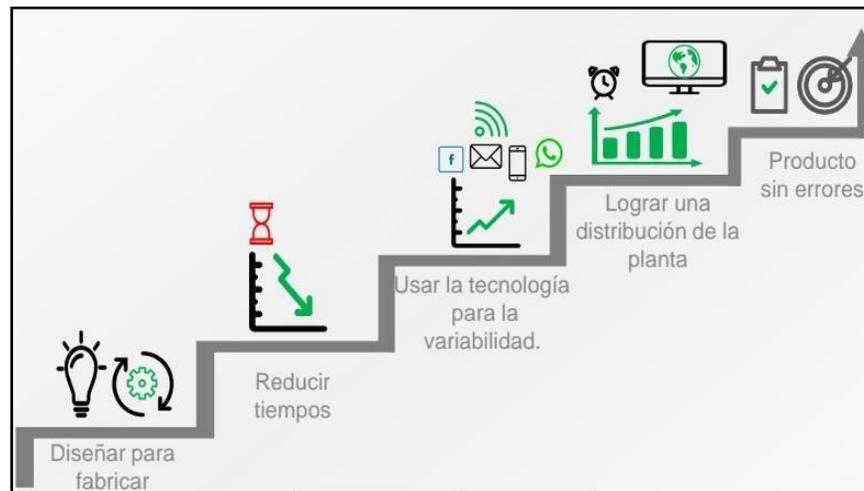


Figura 3 Objetivos de Lean Manufacturing para alcanzar una excelencia en fabricación (tomada de Global Training Industry, 2021).

### 2.1.3 ¿Cuáles son las herramientas de Lean Manufacturing?

Existe una lista amplia de técnicas y herramientas que se pueden utilizar en el lean manufacturing estas están indicadas en la figura 4.

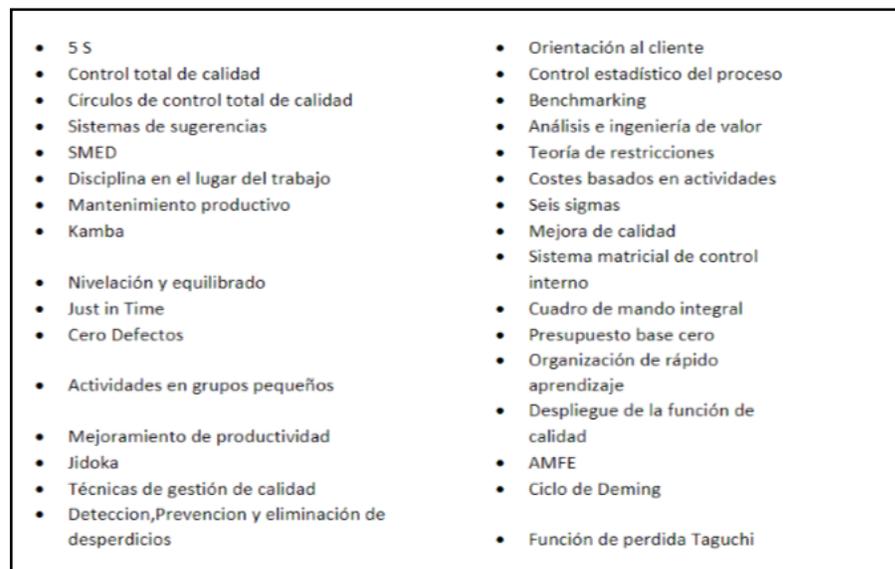


Figura 4 Técnicas y Herramientas del Lean Manufacturing (Fuente: Lean Manufacturing, conceptos técnicos e implementación).

## **2.2 Las 5'S**

Las 5'S es un sistema para mantener organizada, limpia, segura y sobre todo productiva, el área de trabajo. Esta metodología se desarrolla en 5 pasos y sirve para generar una cultura organizacional de disciplina en cuanto a orden y limpieza de cualquier área dentro de la empresa.

Estos 5 pasos son:

1. Seleccionar
2. Organizar
3. Limpiar
4. Estandarizar
5. Seguimiento.

Se recomienda que se sigan los pasos en orden durante su implementación.

### **2.2.1 Beneficios de la estrategia de las 5'S**

- Reduce las pérdidas de herramientas u objetos necesarios para hacer el trabajo.
- Crea las bases para incorporar nuevas metodologías de mejoramiento continuo.
- Es aplicable en cualquier tipo de trabajo: manufactura o de servicio.
- Participación en equipo.
- Facilita el acceso y devolución de piezas y herramientas durante la ejecución del trabajo.
- Evita la búsqueda innecesaria de objetos en la realización del trabajo.
- Mantiene las condiciones necesarias para el cuidado de las herramientas, equipo, maquinaria, mobiliario, instalaciones y otros materiales.
- Mejora visualmente el ambiente de trabajo.

- Creación y mantenimiento de condiciones seguras para realizar el trabajo.

### **2.3. Lluvias de ideas**

La lluvia de ideas o «brainstorming» es una metodología para encontrar e identificar posibles soluciones a los problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad, fue desarrollada por Osborn en el año 1930.

Partiendo que el activo más valioso de cualquier organización es su personal y la capacidad que tiene de concebir ideas, el torbellino de ideas es una técnica para inspirar ideas, por medio de la cual se estimula la capacidad de pensar en forma creativa, mejorando la eficiencia intelectual de un equipo (conviene recordar que cada persona sólo utiliza el 10% de su capacidad de reflexión).

El torbellino de ideas se utiliza en cualquier etapa del proceso de mejora continua de la calidad ya que permite destrabar el pensamiento creativo de un equipo con la finalidad de generar y aclarar una lista de ideas, que permitan identificar posibles soluciones a ciertos problemas o temas.

El torbellino de ideas es una manera de generar ideas rápidamente para que sean consideradas en forma posterior mediante el empleo de otras herramientas.

Existen 4 reglas básicas para llevar a cabo una sesión de torbellino de ideas:

- No se debe hacer críticas (evitar también los gestos)
- Se debe prestar atención y recoger todas las ideas, pueden generarse ideas alocadas ya que ninguna idea es mala
- Se debe pensar en forma creativa y espontánea
- Se debe generar la mayor cantidad posible de ideas, lo que cuenta es la cantidad no la calidad

## 2.4 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaoru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o “fishbone”.

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- Comunicar las relaciones causas-efecto
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados.

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas.

El diagrama puede ser diseñado por un individuo, pero es aconsejable que el mismo sea el resultado de un esfuerzo del equipo de trabajo quien previamente utilizó el diagrama de afinidades.

## 2.5 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. Es la forma más fácil y mejor de comprender cómo se lleva a cabo cualquier proceso. Se puede dibujar tanto el diagrama de flujo del proceso primario como el de procesos paralelos o alternativos.

De esta manera, se puede representar la sucesión de acontecimientos que ocurren para la realización de un producto (desde los materiales hasta los productos). Esto permite, asimismo, que cada persona sepa que se hace antes y que se va a hacer después de la actividad o la tarea que ejecuta.

Se utiliza indistintamente, según el caso considerado, la simbología ingenieril o la simbología informática. También pueden usarse simplemente cuadrados o rectángulos para interrelacionar las fases. En este caso se hace referencia a la representación gráfica como diagrama de bloques.

En cualquier caso, lo más importante es que la representación gráfica sea comprensible y útil para los fines para los cuales se realiza.

El diagrama de flujo puede ser usado para describir un proceso existente o para diseñar un proceso nuevo.

El diagrama de flujo es de gran utilidad en la planificación, realización, seguimiento y control de cualquier proceso.

El beneficio más importante del uso de diagramas de flujo para procesos es que quienes operan los mismos lo captan en los mismos términos y permiten crear climas laborales más adecuados entre sectores.

En la Figura 5 se puede observar la simbología utilizada para dibujar el diagrama de flujo.

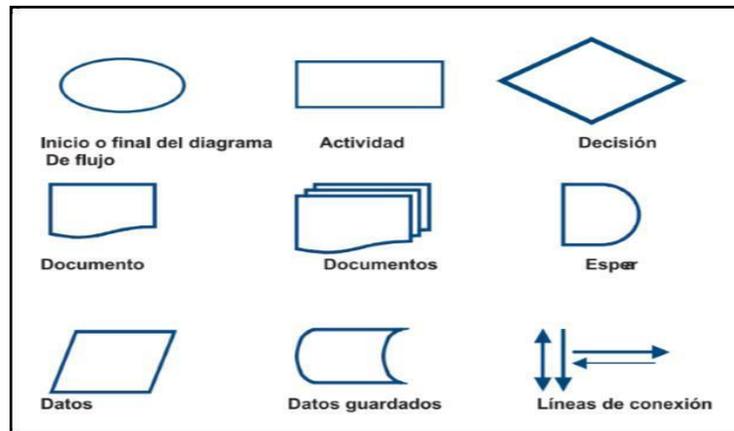


Figura 5 Simbología para el diagrama de flujo (convención informática, norma ISO 5807)

El uso correcto del diagrama de flujo permite:

- Eliminar o minimizar las actividades que no agregan valor, desarrollar y aplicar especificaciones
- Mover o desplazar los lugares de evaluación al lugar más apropiado
- Eliminar la necesidad de puntos de evaluación
- Representar gráficamente los elementos de entrada de modo de identificar los proveedores - realizar el estudio de un ciclo de tiempo
- Desplazar algunas fases a otro proceso
- Diseñar un proceso paralelo
- Realizar un diagrama de los subprocesos
- Identificar la necesidad de tomar acciones de formación o de capacitación para los participantes de un proceso - ponerlo a consideración de proveedores y de clientes
- Utilizarlo como instrumento para el benchmarking.

Las organizaciones que usan diagramas de flujo para la descripción de sus procesos pueden obtener beneficios, entre los cuales se incluye los siguientes:

- La gente que trabaja en el proceso lo comprende, con lo cual comienza a controlarlo en lugar de sentirse una víctima de este
- Una vez que el proceso puede verse objetivamente pueden identificarse fácilmente las oportunidades de mejora

- El personal operativo constata cómo ellos engranan en el proceso completo, con lo cual visualizan más fácilmente quiénes son sus proveedores y quiénes son sus clientes. Esto mejora notoriamente la comunicación entre departamentos, sectores o áreas de trabajo
- La gente que participa en las sesiones de construcción de diagramas de flujo se transforma en entusiastas soportes del esfuerzo completo relacionado con la calidad y continuamente aportan sugerencias para posteriores mejoras
- Los diagramas de flujo de procesos son herramientas útiles para emplear en el entrenamiento de personal operativo nuevo.

Quizá el beneficio más importante de usar diagramas de flujo es que la gente que participa en diferentes fases del proceso global se comprende hablando el mismo lenguaje. Esta comprensión provoca satisfacción en el personal operativo que origina un control más efectivo, procesos más económicos, menores gastos en funciones administrativas y mejores relaciones laborales.

Los diagramas de flujo no solamente son de utilidad en situaciones industriales, sino, también, en actividades administrativas, gerenciales o de prestación de servicios.

A veces algunas actividades que se incluyen en un proceso dado quedan parcialmente ocultas, puesto que no se ha efectuado una disección del proceso en forma adecuada. El diagrama de flujo es una herramienta específica ampliamente utilizada para la disección de los procesos en actividades.

## **2.6 Gráfico de Gantt**

El gráfico de Gantt fue desarrollado por Henry Gantt en 1918 durante la I Guerra Mundial para la programación del arsenal Frankford y continúa siendo una herramienta útil en la programación de proyectos y en el seguimiento de su ejecución. Su simplicidad y su claro desarrollo gráfico lo han establecido como de gran utilidad.

El gráfico de Gantt es un gráfico de barras horizontales que consiste en hacer una lista de actividades las cuales se indican verticalmente en un diagrama. En forma horizontal (con forma de barra), se indica el tiempo en las unidades más apropiadas según el tipo de proyecto de que se trate. Se representa tanto la duración prevista como la verdadera de cada actividad, mediante una barra de longitud adecuada.

El gráfico indica, también, el inicio más temprano posible para cada actividad. Eso depende de si tiene que estar finalizada o no una actividad para ejecutar la siguiente.

Cuando se completa cada actividad (o parte de ella), se sombrea la barra correspondiente. Por lo tanto, en un momento cualquiera se ve con claridad cuáles actividades están «en tiempo» y cuáles no.

El gráfico de Gantt se usa, también, como un registro para llevar el seguimiento de la progresión en el tiempo de las actividades a ejecutar para cada proyecto.

Sin embargo, el gráfico de Gantt no revela cuáles actividades son antecesores inmediatos de otras, por ello se han ideado las demás herramientas mencionadas.

## **2.7 Matriz de priorización**

Los teóricos de la gestión de proyectos han diseñado numerosas herramientas. Una de ellas es la denominada matriz de priorización, que facilita la toma de decisiones y la clarificación de soluciones.

### **2.7.1 Funciones principales de la matriz de priorización**

En términos prácticos, la matriz de priorización es una tabla o figura en la que una serie de criterios se relacionan y se confrontan entre sí. La idea es obtener información sobre el valor de dichos criterios para definir cuáles son las tareas que revisten mayor importancia y qué decisiones se pueden tomar al respecto.

Cada proyecto es distinto y por ello cada empresa implementa esta herramienta según sus propias necesidades. Sin embargo, a grandes rasgos se puede describir una serie de funciones asociadas a la matriz de priorización:

- **Identificar el valor de los criterios de evaluación**, pues estos son los que dicen qué tan relevantes son las tareas previstas. Sin ellos, serían imposibles los procesos de priorización y clasificación.
- **Clarificar problemas** o situaciones que en ocasiones no se perciben con la nitidez con que se debería.
- **Analizar soluciones o alternativas**. La tabla también ayuda a plantear soluciones a los problemas y a establecer su plan de ejecución.
- **Visualizar oportunidades de mejora**. No es necesario enfrentarse a un problema para buscar alternativas. La mejora debe ser un elemento constante en cualquier etapa de cualquier proceso.

## 2.8 KPI

El término KPI, siglas en inglés, de Key Performance Indicador, cuyo significado en español vendría a ser Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño, hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en un negocio con el fin de poder tomar decisiones y determinar aquellas que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto.

*“El objetivo último de un KPI es ayudar a tomar mejores decisiones respecto al estado actual de un proceso, proyecto, estrategia o campaña y de esta forma, poder definir una línea de acción futura”.*

### 2.8.1 Utilidad de KPI

Los KPI ofrecen diversas ventajas:

1. Permiten obtener información valiosa y útil.
2. Medir determinadas variables y resultados a partir de dicha información.

3. Analizar la información y efectos de unas determinadas estrategias (así como las tareas que se utilizaron para llevar a cabo las mismas).
4. Comparar la información y determinar las estrategias y tareas efectivas.
5. Tomar las decisiones oportunas.

## **2.9 Justo a Tiempo (JIT)**

El sistema de producción justo a tiempo se orienta a la eliminación de actividades de todo tipo que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

Al momento preciso no significa cumplir en tiempo.

Cumplir en tiempo significa que se puede fabricar y entregar los productos a los clientes justo cuando necesitan comprarlos.

Por lo tanto “Al momento preciso” significa “Se puede hacer correctamente”.

Los principales objetivos del Justo a Tiempo (JIT) son:

- Atacar las causas de los principales problemas
- Eliminar despilfarros.
- Buscar la simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas

Las técnicas de JIT son aplicables no sólo a la industria manufacturera sino a la de servicios.

## **2.10. Método de Yamazumi**

Yamazumi es una palabra japonesa que significa literalmente llenar en montones.

Toyota utiliza gráficos Yamazumi en sus procesos para presentar visualmente el contenido del trabajo de una serie de tareas y facilitar la coordinación del trabajo y la eliminación de valor no agregado en las operaciones de un proceso productivo.

Un gráfico de Yamazumi es una gráfica de barras, que muestra el balance de cargas de trabajo y el tiempo de ciclo entre un número de operarios de una línea de producción o conjunto de células de tal forma que se puede saber cuáles son las

actividades que realiza cada operario y el tiempo de duración de cada una de ellas. Las tablas Yamazumi pueden ser de un solo producto o línea de ensamble de múltiples productos.

El proceso empresarial comienza en la base de la columna, donde se registran los puestos de trabajo que componen un proceso productivo, y cada bloque muestra el tiempo que emplea en cada operación, tomada en minutos. Las actividades son registradas con un color característico al tratamiento que se le debe dar para el análisis, es decir, los pasos que son necesarios para el proceso, pero en realidad no "añaden valor" son de color naranja; los pasos que marcan una diferencia real y transforman el producto, es decir, agregan valor al producto son de color verde y finalmente los residuos en el proceso como transportes, reprocesos, y desperdicios en general son de color rojo.

De los resultados que arroja una tabla Yamazumi, se debe centrar en las actividades de color rojo, las cuales deben ser eliminadas mediante técnicas como Kaizen y demás herramientas del Lean Manufacturing.

### **2.10.1 Beneficios del Yamazumi**

Algunos de los beneficios del método de Yamazumi son los siguientes:

- Reduce los costos debido a la pérdida de tiempo

Al tener una herramienta visual que muestra cuánto tiempo se gasta en cada área, puede verse fácilmente dónde se pierde el tiempo, como cuellos de botella y retrasos. La eliminación de tareas que no agregan valor no solo reduce los costos, sino que recupera el tiempo que podría dedicarse a actividades o inversiones de mayor valor agregado.

- Ayudas en el equilibrio de línea

Un gráfico de Yamazumi puede ayudar a detectar rápidamente qué procesos están sobrecargados o infrautilizados. También es útil cuando es necesario equilibrar la línea o reorganizar el proceso esto suele suceder cuando cambia el tiempo takt. Un

gráfico de Yamazumi también puede ayudar a comparar el rendimiento entre estaciones de trabajo o máquinas. Al tener tiempo de ciclo disponible en todas sus líneas, puede verse cuáles necesitan optimizarse. Lograr una línea más equilibrada ayudará a lograr la previsibilidad y garantizar que la demanda del cliente se satisfaga a tiempo de manera constante.

- Ayuda a establecer una mentalidad Kaizen

Al ser una herramienta visual, un gráfico de Yamazumi puede ser un motivador efectivo para que los empleados mejoren el proceso, ya que mide y evalúa su desempeño por lo que la mejora continua, o kaizen, es mucho más alcanzable. Un gráfico de Yamazumi también ayuda a las empresas a garantizar que todas sus tareas de proceso agreguen valor a su objetivo final. Desafiar el proceso actual y pensar en formas de mejorarlo aún más para agregar más valor se puede inculcar en la cultura de la empresa con la ayuda de indicadores visuales como un gráfico de Yamazumi.

- Eliminación de residuos con un gráfico de Yamazumi

El desperdicio se puede ver en todos los procesos. Para lograr niveles óptimos de productividad, los desechos no solo deben reducirse, si no eliminarse. Un gráfico de Yamazumi se convierte en una señal de advertencia para que los equipos detecten y combatan los desperdicios al identificar dónde ocurren en el proceso. También es una herramienta para monitorear y comparar el rendimiento del proceso con los objetivos. Además, puede ser una herramienta para mostrar oportunidades de mejora e impulsar a los equipos a encontrar formas de hacer el trabajo de manera más eficiente.

### **2.10.2 Metodología de la implementación de la herramienta Yamazumi**

El proceso que se llevará a cabo para implementar la herramienta Yamazumi consta de un diagnóstico de la situación actual, una propuesta de mejora que sea viable y

que hará que el proceso se optimice, posteriormente la implementación de esta y valoración de resultados.

- Diagnóstico de la situación actual: El primer paso que se debe llevar a cabo para implementar la herramienta Yamazumi en un proceso productivo, es un diagnóstico de la situación actual. Se debe especificar cuáles son todas las actividades que realiza cada operario dentro de la línea de producción y hacer un estudio de métodos y tiempos. Teniendo en cuenta los tiempos de cada operación, se realiza un diagrama de operaciones de la línea de producción y la tabla de combinación, que muestra la secuencia de actividades designadas a cada operario.

El paso por seguir es realizar las tablas Yamazumi por cada puesto de trabajo del proceso productivo. Con estas gráficas se sabrá específicamente en qué puestos de trabajo y cuáles son las actividades que no generan ningún valor para el producto, a la vez que se ve que tan bien están distribuidas las cargas de trabajo entre todos los operarios.

Obteniendo las tablas Yamazumi el paso siguiente es hacerle saber a los operarios y líderes de la línea cuáles son sus fortalezas y debilidades, al mismo tiempo que se les capacita y orienta para diseñar un proceso de mejora.

- Propuesta de mejora: Ya teniendo claros cuáles son los principales problemas de la línea y cuáles son los puestos de trabajo que están sobrecargados en sus actividades, se diseña una propuesta de mejora que logre reducir los tiempos de operación y balancear la línea de producción de acuerdo con el Takt Time. Tanto los supervisores de la célula como los líderes de ésta son parte fundamental en esta parte del proceso, ya que son los que están directamente involucrados en la producción y pueden generar ideas que faciliten la realización de una actividad o reducir desperdicios de transporte o búsqueda ya sea de herramienta o material.

- Implementación de la propuesta de mejora: Las mejoras diseñadas se implementarán mediante el desarrollo de la técnica Kaizen y se harán todas las actividades que ésta requiere. Llegando a balancear todos los puestos de trabajo según el Takt Time y eliminando los desperdicios del proceso. La implementación de estas mejoras logrará un aumento en la productividad.
- Verificación de resultados: Como última instancia de la metodología se hará un análisis del cumplimiento de los objetivos planteados. Se verificarán resultados de los indicadores de productividad antes y después de implementar la herramienta, viendo así si se obtuvo un aumento significativo en el indicador. Este indicador muestra horas planeadas vs horas reales de producción.

## **2.11 Proceso de mejora continua**

### **2.11.1 Principios de la mejora continua**

La calidad de los productos, de los servicios y de otros elementos de salida de una organización está determinada por la satisfacción de los clientes que los usan, así como por los resultados de la eficacia y la eficiencia de los procesos que la crean y apoyan.

La mejora de la calidad es una actividad continua que se logra a través del perfeccionamiento de los procesos que ha identificado la organización.

Los esfuerzos para el aumento de la calidad deben ser dirigidos hacia la búsqueda constante de oportunidades para dicha mejora, más que a la espera de que la aparición de un problema revele nuevas oportunidades.

La corrección de los elementos de salida de los procesos reduce o elimina un problema que ha ocurrido. Las acciones correctivas y preventivas eliminan o reducen las causas de un problema, eliminando o reduciendo cualquier aparición futura. Así, las acciones correctivas y preventivas perfeccionan los procesos de una organización y son críticas para la mejora de la calidad.

La organización debe establecer metas para la mejora de la calidad a través de todos los sectores de esta, integrándose con las metas generales de la organización. Estas metas deben definirse de manera que pueda medirse el progreso; deben ser claramente comprensibles, desafiantes y pertinentes.

Las estrategias para lograr estas metas deben ser comprendidas y acordadas por todos los que deben trabajar juntos para alcanzarlas. Las metas sobre mejora de la calidad deben revisarse regularmente y deben reflejar las expectativas cambiantes del cliente.

Los beneficios de la mejora de la calidad se acumulan constantemente cuando una organización lleva a cabo proyectos y actividades de mejora de la calidad en una serie de etapas consistentes y disciplinadas, basadas en la recolección y el análisis de los datos.

Para ello se requiere una organización bien motivada, con una cultura de la calidad desarrollada, en la cual todos los miembros, independientemente del nivel que ocupan de la organización, participan en una diversidad de proyectos o de actividades de variada complejidad que tienen como fin la mejora continua de la calidad.

### **2.11.2 Gestión para la mejora de la calidad**

La gestión de la mejora continua en la organización se basa en la gestión de los procesos en la forma en la cual están definidos en la misión de organización; en la planificación estratégica; en la clarificación de funciones y de responsabilidades; en la adquisición y en la asignación de recursos; en la provisión de educación y de entrenamiento; así como en el reconocimiento a las personas.

En este punto es importante la identificación y la planificación de la mejora continua de los procesos claves, estratégicos y de apoyo de la organización, así como también la medición y seguimiento de cada uno de ellos y de la reducción de las pérdidas relativas a la calidad.

La dirección debe establecer las metas y los planes para la mejora de la calidad, debiendo ser los mismos, parte de un plan general de la organización. Estos planes

deben dirigirse a las pérdidas relativas a la calidad más importantes y deben desarrollarse tanto en todas las funciones como en todos los niveles de la organización, involucrando también a los proveedores y a los clientes de esta.

Los planes para la mejora de la calidad se enfocan en la identificación de oportunidades novedosas y en áreas donde se han hecho escasos avances.

La organización debe desarrollar un sistema de medición para la identificación y el diagnóstico de oportunidades de mejoramiento, así como para la medición de los resultados de las actividades efectuadas con el fin de aumentar la calidad. Las mediciones deben relacionarse con las pérdidas relativas de la calidad asociada con la satisfacción del cliente, las eficiencias del proceso y las pérdidas para la sociedad.

### **2.11.3 Etapas del proceso de mejora continua**

La mejora continua debería implicar lo siguiente:

- A. Razón para la mejora: Se debería identificar un problema en el proceso y seleccionar un área para la mejora, así como la razón para trabajar en ella.
- B. Situación actual. Debería evaluarse la eficacia y la eficiencia de los procesos existentes. Se deberían recopilar y analizar datos para descubrir qué tipos de problemas ocurren más frecuentemente. Se debería seleccionar un problema y establecer un objetivo para la mejora.
- C. Análisis: Se deberían identificar y verificar las causas raíz del problema.

### **2.12 Estandarización de los procesos**

La estandarización de los procesos es la unificación de procedimientos, para la facilitación de la mejora continua de la industria en este caso de la empresa Fujikura. Con ello se busca determinar la mejor manera de realizar las operaciones y obtener un nivel de calidad homogéneo, productos estándar y una mayor eficiencia en el proceso.

En concreto, el trabajo estándar consiste en realizar una determinada operación siempre de la misma forma según unas pautas establecidas para obtener un resultado uniforme.

Esto es necesario dentro de la empresa ya que elimina la variabilidad de los procesos, evita errores y define el estándar.

Hernández y Vizán (2013), refieren que la estandarización parte de gráficas que ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y proveen de los conocimientos precisos sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, esto con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, barato y rápidamente.

De acuerdo con AB Consultora Empresarial (2021), la estandarización es un proceso dinámico por el cual se hace y documenta el trabajo siguiendo estándares, métodos y principios establecidos por la organización, esto con el fin de que todos los involucrados realicen su trabajo siguiendo estándares para tener mayor eficiencia en los procesos.

Niebel y Freivalds (2009), refieren que la estandarización es el resultado de un estudio de tiempos, ya que esta técnica establece un estándar con base a las mediciones de trabajo.

Por lo tanto, al aplicar estándares las fábricas pueden operar de manera eficiente, ya que todas las áreas dependen de la estandarización de métodos y tiempos.

### **2.12.1 Beneficios de la estandarización**

- Mejor respuesta ante la necesidad de cambios externos
- Mejora la calidad, reduce los errores y el desperdicio
- Aumenta la eficiencia y el valor agregado de las personas
- Forma simple de lograr que las personas acepten el concepto lean y la mejora continua
- Asegura que todo el trabajo se realice de acuerdo con las mejores prácticas actuales
- Simplifica y acelera el entrenamiento de actuales y nuevos empleados

- Mejora la calidad y aumenta la satisfacción del cliente
- Hace que los resultados sean predecibles y mensurables
- Permite a las empresas mejorar rápidamente
- Pone el foco en el proceso y no en la persona
- Optimiza el proceso de resolución de problemas
- Aumenta el compromiso y la responsabilidad de los empleados
- Libera gerentes y líderes para enfocarse en objetivos estratégicos
- Mejora la flexibilidad, creatividad y facilita el cambio.

### **2.12.2 Formas de operación estándar**

1. Mediciones de tiempo: Separar los procesos en elementos y registrar los tiempos
2. Capacidad de operación: Determina si el proceso puede funcionar en el tiempo takt
3. Tabla de trabajo estándar: Diseña la distribución del proceso con el operador y la secuencia de materiales
4. Instrucciones de trabajo u operación: Crea las instrucciones de operación detalladas para cada paso del proceso. Sirve como herramienta de capacitación y estandarización.

### **2.13 Ingeniería de métodos**

La ingeniería de métodos es una técnica que se basa en el estudio de tiempos y movimientos para introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo y que permitan que este se realice en el menor tiempo posible, esto con el fin de evitar tiempos y movimientos innecesarios.

Para Janania (2008), la ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano al proceso productivo, o sea, describir el diseño del proceso en lo que se refiere a todas las personas involucradas en el mismo.

Para Palacios (2009), la ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio, el estudio de movimientos y el cálculo de tiempos. Además, la ingeniería de métodos abarca el estudio del método ideal para cada operación.

De acuerdo con García (1997), el estudio de método se enfoca en métodos analíticos para la simplificación del trabajo y con esto obtener beneficios como:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Aumentar la seguridad.
- Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.
- Reducir el esfuerzo humano y la fatiga

Dicho lo anterior, se puede deducir que para realizar este estudio se deben seguir ciertos pasos para tener éxito como lo son:

- 1.- Seleccionar el área a mejorar
- 2.- Analizar los detalles del trabajo
- 3.-Desarrollar un nuevo método para realizar el trabajo
- 4.- Capacitar al personal de acuerdo con el nuevo método
- 5.- Implementar el método de trabajo.

Niebel y Freivalds (2009), refieren que la ingeniería de métodos es una técnica para aumentar la producción y reducir el costo, esto con el fin de aumentar la productividad.

Kanawaty (1996), refiere que el estudio de métodos es un registro sistemático de la realización de actividades, esto con el fin de poder efectuar mejoras.

López et al. (2014), afirma que la ingeniería de métodos es una técnica que somete a cada operación a un análisis con el fin de eliminar toda operación innecesaria y encontrar el método más rápido y adecuado para la operación, esto con el fin de eliminar, combinar y simplificar todas aquellas actividades que intervienen en una operación.

Según lo anterior, se puede deducir que la ingeniería de métodos es una disciplina que somete cada actividad de una determinada tarea a un minucioso análisis que

elimina toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, halla la manera más rápida de ejecutarlas.

Por lo tanto, la ingeniería de métodos incluye 3 aspectos principales como:

- Estudio de movimientos, esto es un análisis de todos los movimientos que efectúa el cuerpo humano para ejecutar una operación.
- Análisis operacional, esta estudia todos los elementos productivos e improductivos de una operación
- Estudio de tiempos, calcula de un modo exacto, el tiempo que invierte un operador calificado que trabaja a un nivel normal en llevar a cabo una tarea determinada.

Gracias a las técnicas de la ingeniería de métodos se puede alcanzar la competitividad y la productividad de las industrias, siempre considerando el factor humano.

### 2.13.1 Características de la ingeniería de métodos

En la Figura 6 se puede observar que las características principales de la ingeniería de métodos es mejorar las técnicas, tener iniciativa, analizar el método, monitorear y tomar decisiones importantes para elevar el criterio analítico por medio de objetivos.

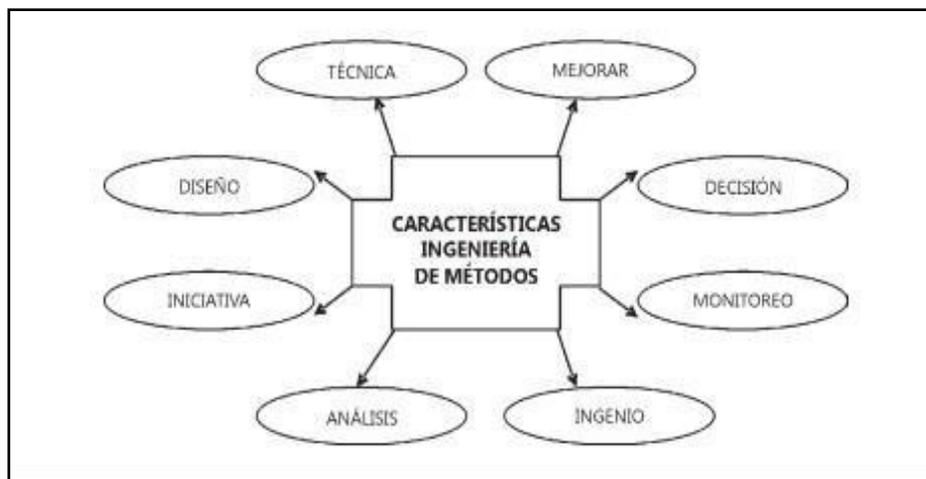


Figura 6 Características de la ingeniería de métodos (Tomada de Palacios, 2009)

## 2.14 Estudio de tiempos y movimientos

Frank. B. Gilbreth fue el fundador de la moderna técnica del Estudio del movimiento, la cual se define como el estudio de los movimientos del cuerpo humano, con la búsqueda de mejoras en las operaciones, eliminando así los movimientos innecesarios y estableciendo la secuencia de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.

Por otro lado, el estudio de tiempos y movimientos es una técnica que se ha venido perfeccionando y actualmente se considera como un instrumento o medio necesario para el funcionamiento eficaz de las empresas o la industria.

Esta técnica consiste en estudiar el tiempo del proceso u operación cronometrando las actividades y estudiando los movimientos que los trabajadores realizan, es importante en todas las empresas ya que definen un estándar en los procesos productivos.

Meyers (2000), refiere que el estudio de tiempos y movimientos puede ahorrar un porcentaje mayor de costos de manufactura además de que esto les permite ser útiles a los procesos.

El estudio de tiempos y movimientos es muy relevante ya que pueden:

- Reducir y controlar los costos
- Mejorar las condiciones de trabajo
- Eliminar transportes excesivos

Para realizar un estudio de tiempos es necesario tomar en cuenta el número de observaciones que se deben realizar antes de poder determinar el tiempo estándar de una determinada operación. Este se realiza con un cronómetro y una tabla para anotar las lecturas de tiempo observadas.

Palacios (2009), refiere que el estudio de tiempos es el complemento necesario del estudio de métodos y movimientos ya que consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas,

trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea.

Por lo anteriormente mencionado es importante observar el área a mejorar, y aplicar el estudio correctamente ya que la estandarización de un proceso va de la mano con el método a realizar.

El estudio de tiempos es relevante en todas las industrias ya que, gracias a ello, se pueden reducir costos de manufactura, y reducir el tiempo improductivo dentro de la fábrica.

En la Figura 7, se muestra que comprende el estudio de tiempos, cuáles son sus objetivos, así como las técnicas y las razones para llevarlo a cabo.

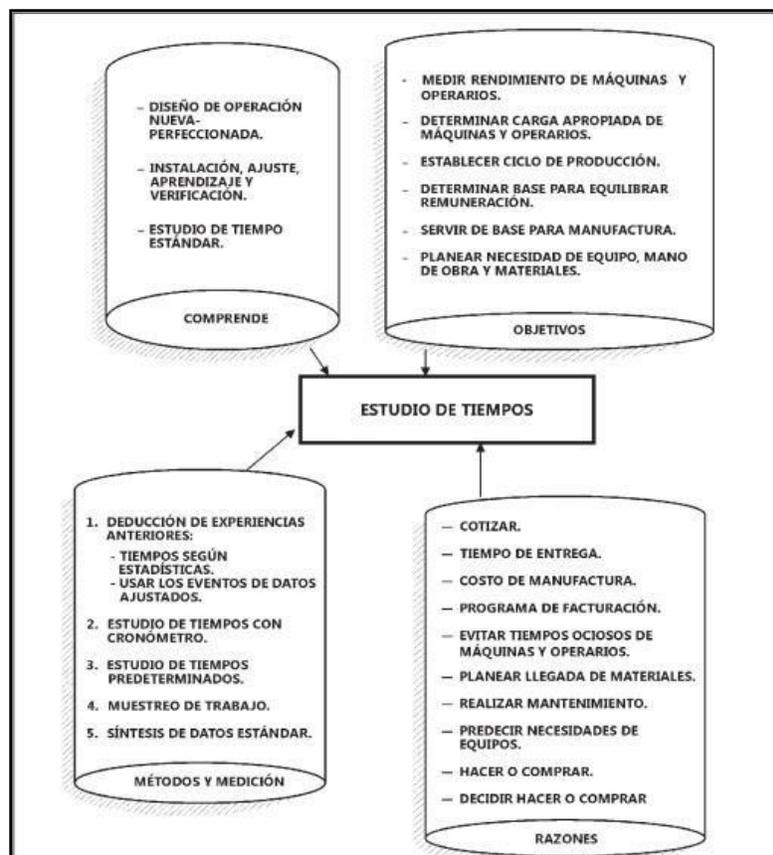


Figura 7. Diagrama del estudio de tiempos y movimientos, en el cual se incluyen sus objetivos (tomada de Palacios, 2009)

El estudio de tiempos, debido a los Gilbreth, se empleó en gran parte para el perfeccionamiento de los métodos.

Actualmente se usan los métodos, los movimientos y los tiempos juntos como herramienta de análisis, con el fin de:

- Encontrar la forma más económica de hacer el trabajo.
- Normalizar los métodos, movimientos, materiales, herramientas e instalaciones.
- Determinar los tiempos estándar.
- Entrenar a los operarios en el método nuevo.

### **2.14.1 Estudio de movimientos y el trabajo de los Gilbreth**

El matrimonio Gilbreth se basó en los estudios de Taylor, ampliaron su trabajo y crearon la técnica moderna de estudio de movimientos, la cual puede definirse como el estudio de los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar su ejecución mediante la eliminación de movimientos innecesarios, y posteriormente, la determinación de la secuencia de movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia.

De su estudio surgió un sistema de clasificación que consistía en actividades básicas, así se clasificaron algunos movimientos como alcanzar y tomar.

Sus actividades cubren un amplio campo:

1. Estudio sobre la fatiga y la monotonía.
2. Formación y trabajo para los retrasados.
3. Diagrama del proceso.
4. Estudio de micromovimientos.
5. Cronociclograma.

Más que cualquier otra cosa, los Gilbreth fueron responsables de que la industria reconociera la importancia de un estudio detallado de los movimientos del cuerpo

para incrementar la producción, reducir la fatiga y capacitar a los operadores acerca del mejor método para realizar una operación.

Desarrollaron la técnica de filmar los movimientos para estudiarlos mediante una técnica llamada estudio de los micromovimientos, este estudio de movimientos corporales se realizó a través de la ayuda de la cinematografía de baja velocidad.

Aplicando estos métodos, identificaron en todos ellos 17 actividades simples, a las que denominaron therbligs constando que con esto podría analizarse y clasificar los movimientos correspondientes a cualquier trabajo manual.

Actualmente la ingeniería de métodos busca mejorar los procesos y procedimientos, así como economizar el esfuerzo humano, los materiales y el uso de máquinas.

Todo esto con el objetivo de hacer más fácil y seguro el desempeño laboral, para la mejora del método y para cambiar todas aquellas actividades que agregan y no agregan valor al proceso.

### **2.14.2 Estudio de tiempos**

El procedimiento general del estudio de tiempos tiene los siguientes pasos preliminares:

- Ponerse en contacto con las personas involucradas en el estudio de tiempos (operarios, supervisores, directores, etc.).
- Verificar si el método, el equipo, la calidad y las condiciones corresponden a las especificaciones establecidas.
- Registrar toda la información concerniente a la operación, operador, producto, método, equipo, calidad y condiciones.
- Desglosar el ciclo de trabajo en sus distintos elementos.
- Recolectar los datos que se obtienen al medir los tiempos y al calificar al operador.
- Procesar los datos.
- Calcular el tiempo representativo, resultante de la medición.

- Presentar los resultados.

Para su aplicación es necesario contar con un dispositivo de medida, cronómetro digital, cámara de video, tablas de observaciones, etc.

Este estudio se efectúa por medio de dos métodos:

- El cronometraje continuo, este estudio se efectúa dejando correr el cronómetro desde que el operario inicia con la operación hasta que éste culmina.
- El cronometraje con vuelta de cero, en este estudio el cronómetro se regresa a cero y los tiempos se toman directamente después de que cada operación concluya e inmediatamente se empieza a cronometrar el siguiente elemento.

### **2.14.3 Factores para realizar un estudio de tiempos y movimientos**

1) Seleccionar el operario. Se elige la persona, quien debe ser un operario de tipo medio, es decir, que tiende a trabajar normalmente en forma consistente y sistemática, lo cual facilita al analista de tiempos aplicar un factor de actuación correcto. Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método y tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien.

El analista de tiempos debe ser muy cuidadoso y abordar al operario con mucho tacto para lograr su cooperación. Esto con el fin de que proporcione sugerencias y pregunte todo lo que desee acerca de la técnica para tomar los tiempos, métodos de evaluación y aplicación de tolerancias.

2) Analizar los distintos factores que intervienen en el proceso. Es indispensable conocer todas las especificaciones de:

- Los materiales (tamaño, forma, peso).
- Herramientas.
- Máquinas.
- Métodos.

- Medio ambiente.
- Seguridad.

Cualquier variación en ellos podría tener un efecto considerable en la duración del ciclo.

3) Puestos de trabajo. Hay que analizar los puestos de trabajo, todos los detalles de ubicación de materiales y herramientas, entrada de materiales y salida de productos y movimientos del operario.

4) Observar las condiciones ambientales. Temperatura, humedad, ruido, operario de pie o sentado, estado y condiciones del piso.

#### **2.14.4 Requerimientos para un estudio de tiempos**

Para realizar un estudio de tiempos es necesario cumplir con ciertos requerimientos, esto con el fin de evitar problemas con el sindicato o problemas gerenciales ya que, si se necesita establecer un nuevo estándar, el operario debe estar completamente familiarizado con ello.

Para ello tanto el analista, el supervisor, el operario y el sindicato deben de cumplir con ciertas responsabilidades:

- Responsabilidad del analista: El analista del estudio de tiempos debe estar seguro de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evalúa con honestidad el desempeño del operario y se abstiene de hacer alguna crítica.
- Responsabilidad del supervisor: El supervisor debe de notificar al operario que se le realizará un estudio de tiempos, también debe estar seguro de que el operario sigue el método prescrito y una vez terminado el estudio de tiempos, el supervisor debe firmar el documento original indicando que está de acuerdo con el estudio.
- Responsabilidad del sindicato: El representante del sindicato debe asegurarse de que el estudio de tiempos incluya un registro completo de

las condiciones de trabajo, es decir, del método de trabajo y de la distribución de la estación de trabajo. También debe asegurarse de que la descripción actual del trabajo esté completa y alentar al operario para que coopere con el analista del estudio de tiempos

- **Responsabilidad del operario:** El operario tiene la responsabilidad de ayudar al analista de tiempos a dividir la tarea en sus elementos, debe trabajar a un paso normal, estable mientras se realiza el estudio, y debe introducir el menor número de elementos extraños o movimientos extra que sea posible. Además de que debe usar el método prescrito exacto, ya que cualquier acción que prolongue el tiempo de ciclo de manera artificial puede resultar en un estándar demasiado holgado.

## **2.15 Balanceo de línea**

Uno de los problemas más importantes que se tiene dentro de la manufactura, es el de asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos a través de los diferentes procesos dentro de la planta.

Esto es debido a que los tiempos de operación por parte de las personas, es variable según un sin número de factores, como lo son el cansancio, la curva de rendimiento, el nivel de aprendizaje, dificultad de la operación, temperatura, etc. Además de la mano de obra, se cuenta con recursos que pueden limitar en un momento dado como lo son las máquinas, materiales, insumos, etc.; hallar la distribución de la capacidad de manera de minimizar este problema es lo que se conoce como balanceo de línea.

El balanceo de línea debe realizarse según el proceso productivo que se tenga.

Existen muchas configuraciones posibles de procesos productivos. Por ejemplo, si se tiene una serie de operaciones subsecuentes divididos entre secciones o departamentos, con relativamente pocos productos, pero con gran volumen, a esto se le conoce como Producción en Línea (o Flujo Lineal), pero sí para los diferentes productos, se deben realizar diferentes operaciones, con diferentes rutas de proceso, a esto se le conoce como Proceso Intermitente.

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

## 2.16 Kaizen

La palabra Kaizen es una palabra de origen japonés donde Kai significa Cambio y Zen Mejora, como se ilustra en la Figura 8.

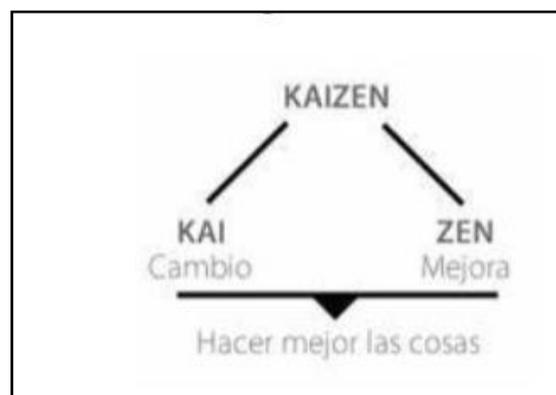


Figura 8. Significado KAIZEN

El Kaizen es en Japón sinónimo de mejora continua, es la búsqueda incesante de mejores niveles de desempeño en materia de calidad, costos, tiempos de respuesta, velocidad de ciclos, productividad, seguridad y flexibilidad, entre otros.

El Kaizen agrupa diferentes herramientas y conceptos de calidad, reducción de desperdicio, eliminación de actividades que no agregan valor, etc.

### **2.16.1 Significado Kaizen**

Kaizen es una palabra japonesa, uno de sus significados es cambio bueno o hazlo mejor. Significa también mejora, mejora continua en la vida personal, familiar, social y de trabajo.

Cuando se aplica al lugar de trabajo, Kaizen significa un mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual. Desde el punto de vista estratégico, el Kaizen es la acción sistemática y a largo plazo destinada a la acumulación de mejoras y ahorros, con el objeto de superar a la competencia en niveles de calidad, productividad, costos y plazos de entrega.

Otra definición de Kaizen es también una selección de mejores formas de hacer las cosas o un cambio en los métodos actuales con la finalidad de lograr un objetivo. Kaizen también puede verse como una acumulación de pequeños cambios en la propia área de trabajo con la finalidad de hacerlo más fácil, más simple, más seguro, más económico y mejor. Kaizen significa un esfuerzo constante no solo para mantener los estándares sino para mejorarlos requiriendo el esfuerzo de todos.

## **CAPÍTULO 3**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación de este proyecto busca emplear los conocimientos teóricos-prácticos aprendidos en la universidad, con la finalidad de realizar un balanceo y reducir los cuellos de botella en la línea de sensores para tener los procesos equilibrados.

El estudio se realizó en la empresa Fujikura Automotive ubicada en Puebla, Puebla en el área de Tiguan de la línea de sensores.

En la actualidad, la productividad de la línea de procesamiento no se encuentra en un nivel adecuado debido al poco control de los trabajos entre las áreas y los cuellos de botella.

Por esa razón, se recurre a la aplicación de un modelo de balanceo de línea basado en el desarrollo de la metodología de las 5'S, herramientas de mejora continua y principalmente el estudio de tiempos.

Para establecer el problema se llevó a cabo lo siguiente:

1. Detectar deficiencias en las estaciones de trabajo por medio de
  - Lluvia de ideas
  - Diagrama de Ishikawa
  - Diagrama de priorización

Una vez identificada el área de oportunidad el siguiente paso es coordinar los diversos recursos disponibles para asegurarse que se encontrarán en el momento oportuno mediante un diagrama de Gantt.

### 3.2. Diagrama de Gantt

Para contar con un control de las actividades se realizó un diagrama de Gantt que se muestra en la Figura 9 y dar seguimiento de la progresión en el tiempo de las actividades a ejecutar.

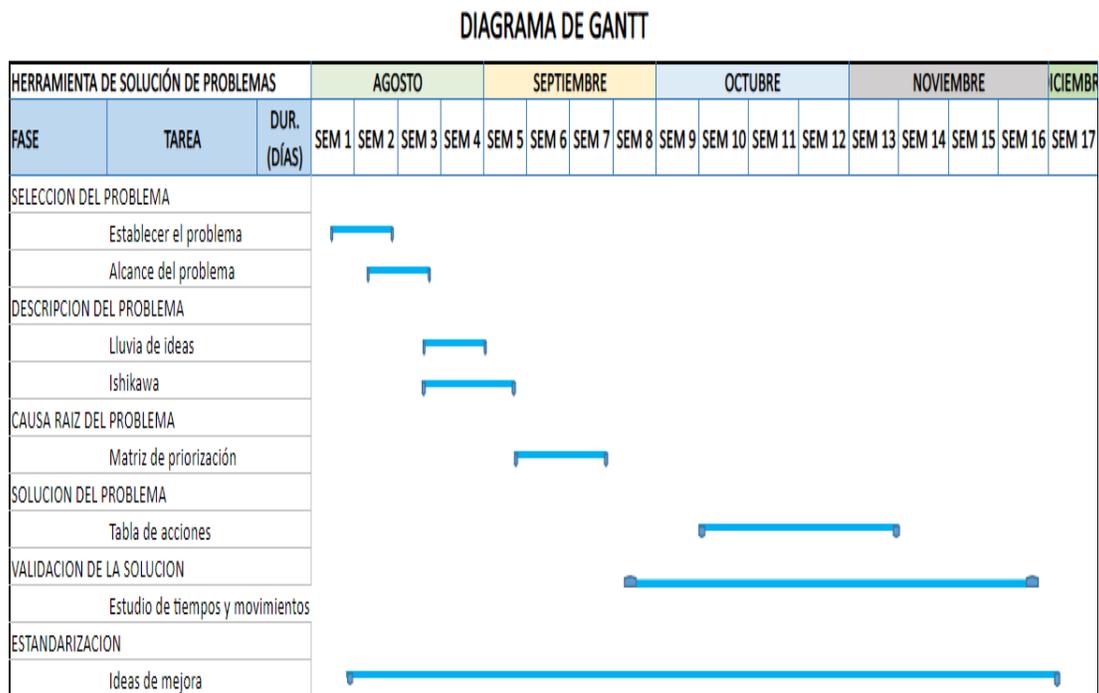


Figura 9 Diagrama de Gantt (elaboración propia)

El diagrama de Gantt se formuló mediante un cuestionario que se ejecutó con la ayuda de un ingeniero de procesos del área. Las preguntas fueron las siguientes:

- ¿Cuál es la fecha de finalización del proyecto?
- ¿Cuál es la variabilidad probable de estos datos?
- ¿Cuáles son las fechas programadas del inicio y de finalización de cada actividad específica?
- ¿Cuáles actividades son críticas en el sentido de que deben finalizar estrictamente como fueron programadas para llegar a la finalización del proyecto total?

- e. ¿Cuánto se pueden demorar las actividades no críticas antes de provocar un retraso en la fecha de finalización del proyecto total?

El diagrama de Gantt constó de 6 fases y fueron las siguientes:

### 3.2.1 Primera fase

En la **primera fase** del diagrama de Gantt se seleccionó el problema y se estableció el alcance del estudio junto con sus objetivos.

### 3.2.2 Segunda Fase

En la **segunda fase** se efectuó la descripción del problema y se identificaron las causas raíz que lo provocaron, en esta fase se utilizaron las siguientes herramientas de lean manufacturing.

#### A. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas consta de dos fases: una fase de generación de ideas y otra de aclaración de estas.

En la fase de generación de ideas el moderador (practicante) recuerda a los participantes (ingeniero a cargo, jefe de producción y operadores) las directrices para realizar la lluvia de ideas y el propósito de la sesión particular a la cual se ha convocado al equipo. Todos los integrantes del equipo deben participar.

Las directrices para seguir por equipo de trabajo son:

- Identificar claramente el problema a resolver en esa sesión particular, es decir, fijar el objetivo
- A partir de cada idea los restantes integrantes del equipo pueden encontrar la inspiración para una nueva idea

Después se realizó un listado el cual implica que el moderador escribe las ideas en una lista (en papel o sobre una pizarra), recogiendo por turno la intervención de cada persona.

En la fase de aclaración el practicante e ingeniero a cargo del proceso revisó todas las ideas propuestas, para asegurar que no haya faltado alguna.

#### B. El diagrama de Ishikawa

Con la información recabada de la lluvia de ideas se realizó un diagrama de Ishikawa para ordenar cada una de las posibles causas que se mencionaron en el área que le corresponde de las 6 M.

### 3.2.3. Tercera Fase

En la **tercera fase** se realizó una matriz de priorización para visualizar las principales causas que provocan el problema y enfocarnos en estas, con base en la ponderación de opciones para lo cual se siguieron los criterios que se muestran a continuación:

- a. Se definió el objetivo, en este caso eliminar movimientos y tiempos innecesarios
- b. Opciones para alcanzar el objetivo
- c. Criterios de decisión: Los criterios que se manejaron en la matriz de priorización fueron 4: dinero, calidad, productividad y tiempo
- d. Ponderar criterios y opciones: aquí a cada uno de los criterios se les dio un valor del 1 al 5 donde el número 1 es el que menos peso tiene y el 5 es de más importancia.
- e. Se seleccionó la mejor opción, la de mayor peso.

### 3.2.4 Cuarta Fase

Como **cuarta fase** se tiene la tabla de acciones que se utiliza para conocer cómo se va avanzando con el estudio.

Una vez que se tiene clara la estrategia que se va a seguir, es momento de plasmarla sobre el papel, indicando las acciones concretas que se van a realizar y las fechas en las que se quiere llevar a cabo. Ésta es la mejor forma de que los objetivos se cumplan.

### 3.2.5 Quinta Fase

En la **quinta fase** se efectúa un estudio de tiempos y movimientos, partiendo de los datos que ya se tienen recolectados de la empresa.

En el presente estudio se utilizó la técnica del uso del cronómetro siguiendo el método, el cual se detalla a continuación:

1. **Seleccionar el turno y explicar el objetivo del estudio:** El operario deberá ser un trabajador calificado, que posea la necesaria aptitud física y mental para ejecutar el trabajo.
2. **Obtener y registrar toda la información:** Todas las operaciones que intervienen en la elaboración del producto o pieza (Diagrama del proceso).
3. **Identificar el estudio:** Número del estudio, fecha del estudio, nombre del analista, nombre de quien aprueba el estudio.
4. **Descomposición de la tarea en elementos:** Se desglosa la tarea en elementos y a cada elemento se le determina su tiempo estándar.

5. **Calcular el tamaño de la muestra o el número de observaciones:** Se determinó el número de observaciones siguiendo las recomendaciones de la General Electric Company.
6. **Cronometrar cada elemento:** Una vez delimitados los elementos, se realiza el cronometraje. Al final de cada elemento se anota el tiempo que marca el cronómetro.
7. **Cronometrar hasta tener el número de observaciones recomendadas:** Se debe tener un registro de los tiempos cronometrados.
8. **Conversión y cálculo básico del tiempo promedio para cada elemento:** En la hoja de resumen se procede a sumar todos los tiempos básicos calculados para un mismo elemento y se divide dicho total por el número de veces cronometradas.
9. **Cálculo del tiempo estándar:** La única condición de la empresa fue realizar el estudio a partir del tiempo estándar establecido.
10. **Calcular el Takt Time:** Se determina el ritmo al cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente.
11. **Graficar y Takt Time.**
12. **Ajustar:** Unificar o separar todas las operaciones necesarias del proceso con base al Takt Time.  
$$\text{Takt time} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda de cliente}$$
13. **Obtener el tiempo estándar de cada operación.**
14. **Graficar tiempo estándar y takt time.**

### 3.2.5.1 Tiempos estandarizados por operación en la empresa

Los datos estandarizados registrados y documentados por la empresa se muestran en la tabla 1, mostrando cada una de las actividades con su respectivo tiempo y distribución del personal.

Tabla 1 Estudio de tiempos en el procesamiento de sensores (elaboración propia con datos de Fujikura, 2021).

RESUMEN ESTANDARIZADO DE SUBCONJUNTO			DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL - BALANCE				
ESTACIÓN	ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	ESTACION	OPE 1	OPE 2	OPE 3	OPE 4
OPERADOR 1	Tomar bolsa de kitting y escanear	14.80	TABLERO 1	1			
OPERADOR 1	Colocar bolsa en riel (recorrido)	4.82	TABLERO 1	1			
OPERADOR 1	Realizar encintado alterno (639 mm) ZI36266	42.56	TABLERO 1	1			
OPERADOR 2	Rutear tramada	5.40	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Hacer aro y colocar liga	6.76	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Realizar encintado alterno (985 mm) ZI36266	49.24	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Cambio de cinta	1.20	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Realizar encintado continuo (80 mm) ZI16006	8.14	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Cambio de cinta	1.20	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Realizar amarre de fijación (2)	6.00	TABLERO 1		1		
OPERADOR 2	Quitar tramada del tablero	6.30	TABLERO 2		1		
OPERADOR 2	Colocar en gancho tramada en riel con bolsa de kitting	5.60	TABLERO 2		1		
OPERADOR 3	Tomar bolsa de kitting	4.40	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Rutear tramada	3.24	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)	18.44	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Cortar sobrante de cintillo x2	13.62	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Realizar encintado continuo (60mm) ZI16006 x2	12.21	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Realizar amarre de fijación (2)	6.00	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	Colocar BR17200 (fijar)	10.09	TABLERO 2			1	
OPERADOR 3	realizar amarre		TABLERP 2			1	
OPERADOR 4	Rutear tramada	5.40	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Realizar encintado continuo (50mm) ZI16006	5.09	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Realizar amarre de fijación	3.00	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Colocar RG00600 (fijar bridas) X2	20.18	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Colocar BR00308 (fijar brida)	10.09	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Quitar y realizar aro de tramada	6.76	TABLERO 2				1
OPERADOR 4	Meter en bolsa de kitting	4.82	TABLERO 2				1

El resumen del tiempo estándar por estación se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Resumen del estudio de tiempos estandarizados (elaborado con datos de Fujikura, 2021).

RESUMEN POR ESTACIÓN		
ESTACIÓN	TIEMPO CICLO ESTACIÓN	TACK TIME
OPERADOR 1	62.18	90
OPERADOR 2	89.84	90
OPERADOR 3	68.00	90
OPERADOR 4	55.34	90

El takt time que maneja la empresa por estación es de 90 segundos por operador, se observa que los últimos datos que están documentados están dentro del rango establecido y se puede cumplir con la demanda del cliente.

### 3.2.6 Sexta fase

Se concluye este estudio con la **Sexta fase**, en esta se realizaron ideas de mejoras que se presentaron al ingeniero de procesos encargado del área mediante una idea kaizen.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS

#### 4.1 Primera fase

##### 4.1.1 Selección del problema

El problema se identificó en el área de Tiguan en la línea de sensores como se muestra en la Figura 10, ya que existía gran variabilidad de los tiempos de cada uno de los operadores que conforman el proceso, esto provoca cuello de botella en la línea.

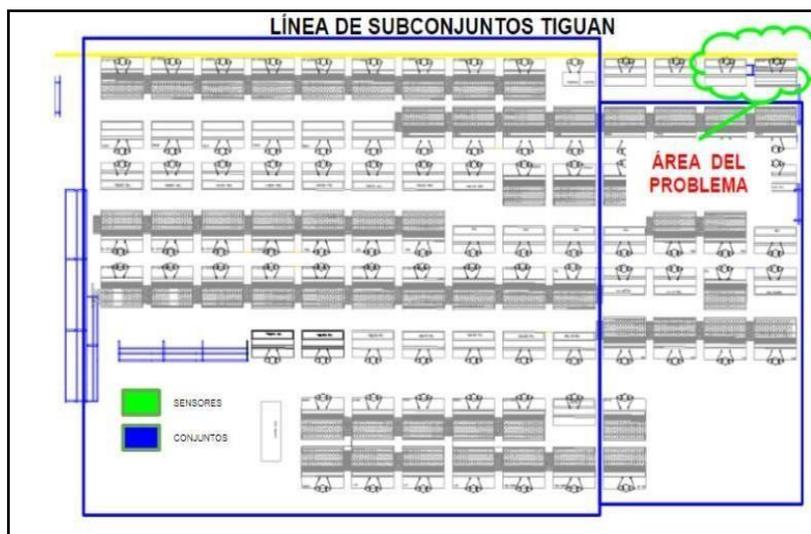


Figura 10 Área de producción (Fujikura, 2021).

#### 4.2 Segunda fase

##### 4.2.1 Descripción del problema

Se identificaron las posibles causas de que existieran cuellos de botella con ayuda de herramientas de lean manufacturing.

## 4.2.2 Lluvia de ideas

En la Figura 11 se muestra una lluvia de ideas con posibles causas del problema así mismo están subrayados de color amarillo las posibles causas principales de que exista cuello de botella en el proceso.

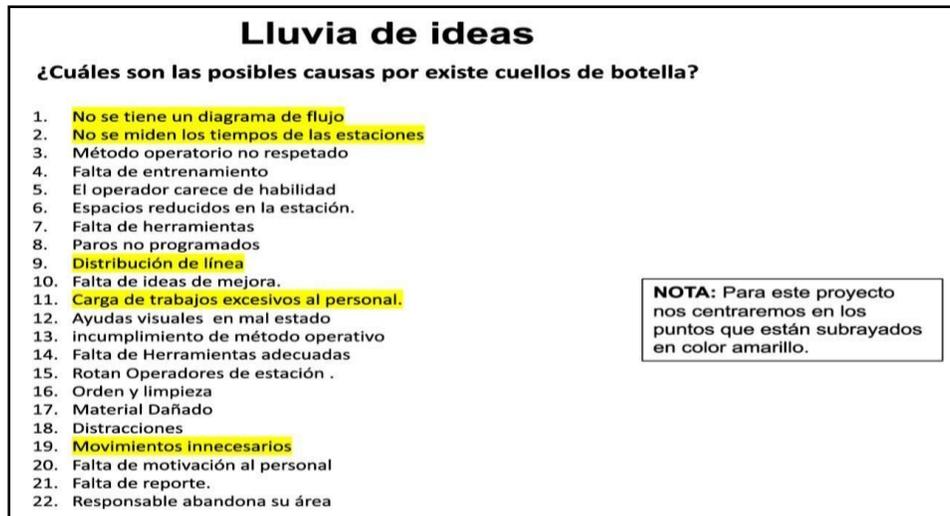


Figura 11 Lluvia de ideas (Elaborada por el equipo del área, Fujikura 2021)

## 4.2.3 Diagrama de Ishikawa

Con la información recabada de la lluvia de ideas se complementa con un diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura 12 para identificar de dónde surgen las causas del problema y averiguar cuál es el área donde se originan.

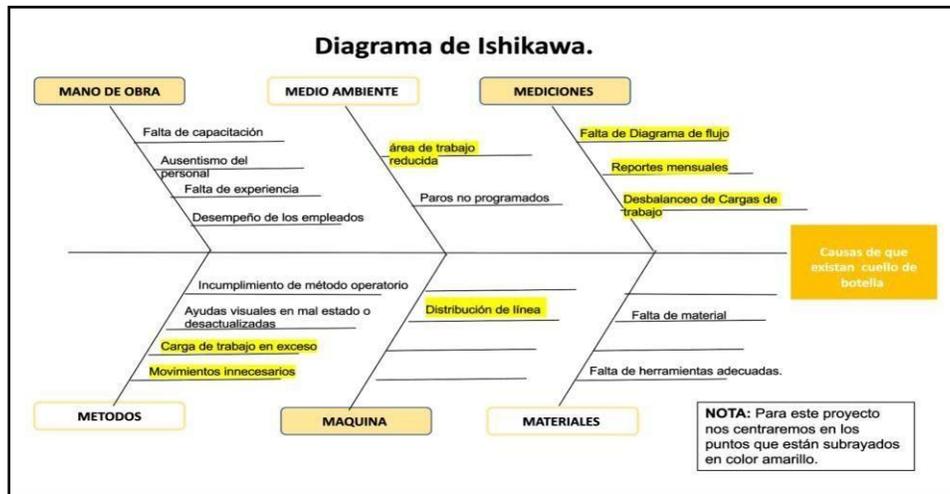


Figura 12: Diagrama de Ishikawa (Elaboración propia, 2021)

## 4.3 Tercera fase

### 4.3.1 Fin de la causa raíz

Para analizar las causas o situaciones que tienen más impacto sobre la existencia de cuello de botella en el proceso se utilizó una matriz de priorización.

### 4.3.2 Matriz de priorización

En la tabla 3 se muestra la matriz de priorización donde se encuentran subrayado con color amarillo los problemas que son más importantes, que se deben solucionar lo antes posible ya que son las causas raíz.

Tabla 3 Matriz de priorización (Elaboración propia, 2021)

CTQ'S						
	PROBLEMA	DINERO	CALIDAD	PRODUCTIVIDAD	TIEMPOS	PRIORIZACIÓN
		4	4	5	5	
1	No se tiene un diagrama de flujo	1	5	5	5	74
2	Método operatorio no respetado	1	5	5	5	74
3	Carga de trabajos excesivos al personal.	2	4	5	5	74
4	Movimientos innecesarios	1	5	5	5	74
5	No se miden los tiempos de las estaciones	1	4	5	5	70
6	Responsable abandona su área	1	4	5	5	70
7	Distribución de línea	1	4	5	5	70
8	Desbalanceo de cargas de trabajo	1	4	5	5	70
9	Falta de herramientas	1	4	4	5	65
10	Paros no programados	1	1	5	5	58
11	Espacios reducidos en la estación.	1	2	5	4	57
12	El operador carece de habilidad	1	3	3	5	56
13	Incumplimiento de método operativo	1	3	4	4	56
14	Falta de entrenamiento	5	1	3	3	54
15	Falta de Herramientas adecuadas	1	3	3	4	51
16	Rotan Operadores de estación .	1	3	3	4	51
17	Ayudas visuales en mal estado	1	4	3	3	50
18	Orden y limpieza	1	3	3	3	46
19	Distracciones	1	2	3	3	42
20	Falta de motivación al personal	1	1	3	3	38
21	Falta de reporte.	1	3	2	2	36
22	Falta de ideas de mejora.	1	2	2	2	32

## 4.4 Cuarta fase

### 4.4.1 Solución del problema

Analizando la matriz de priorización, se observa que las causas que tienen más impacto en el problema se podrían solucionar, en gran parte, mediante un balanceo de línea.

### 4.4.2 Tabla de acciones

Se utilizó una tabla de acciones como se muestra en la tabla 4, con esta herramienta se buscó alinear los objetivos del proyecto en su conjunto con el trabajo que se lleva a cabo. De esta manera, cada una de las acciones que tiene lugar en el proyecto supone un paso más para que la empresa alcance sus objetivos.

La tabla de acciones, favorece en gran medida la comunicación entre los mandos y los empleados y mejora la productividad ya que todas las partes tienen una dirección clara.

Tabla 4 Tabla de acciones (Elaboración propia, 2021)

PROBLEMA	SOLUCIÓN	RESPONSABLE	AVANCE TOTAL
			FECHA
1 Balanceo de cargas de trabajo	Balanceo de línea.	Ingeniero en proceso Practicante	1 de diciembre
2 Existencia de movimientos innecesarios	Idea de mejora continua en el proceso	Ingeniero en proceso Practicante	1 de diciembre
3 Orden y limpieza en área de trabajo	Reforzar acciones de 5s y auditorías internas	Ingeniero en proceso Practicante	26 de noviembre
4 Auditoría Interna IATF	Planificar y revisar documentos, estaciones de trabajo que estén en perfectas condiciones y actualizados	Ingeniero en proceso Practicante	26 de noviembre
5 Habitar estaciones de trabajo	Planificar horarios, días en donde se realizará la actividad.	Ingeniero en proceso Practicante	10 de octubre
6 Preparación de métodos operarios para	Realizar y aprobar con superiores los nuevos métodos operarios	Ingeniero en proceso Ingeniero en proceso Practicante	19 de noviembre
7 Estandarización de áreas de trabajo	Realizar acciones de 5s	Ingeniero en proceso Practicante	10 de octubre
8 Orden y estandarización del manejo de in	Realizar acciones de 5s	Ingeniero en proceso Practicante	10 de octubre
9 Falta de diagrama de proceso	implementar un diagrama de proceso	Ingeniero en proceso Practicante	26 de noviembre
10 Reportes mensuales	Documentar mensualmente reportes	Ingeniero en proceso Practicante	26 de noviembre

## 4.5 Quinta fase

### 4.5.1 Balanceo de línea

Para un balanceo de línea el primer paso es analizar el método operatorio estandarizado, con los datos documentados por la empresa se realizó un diagrama de proceso para un mejor análisis, como se muestra en la Figura 13.

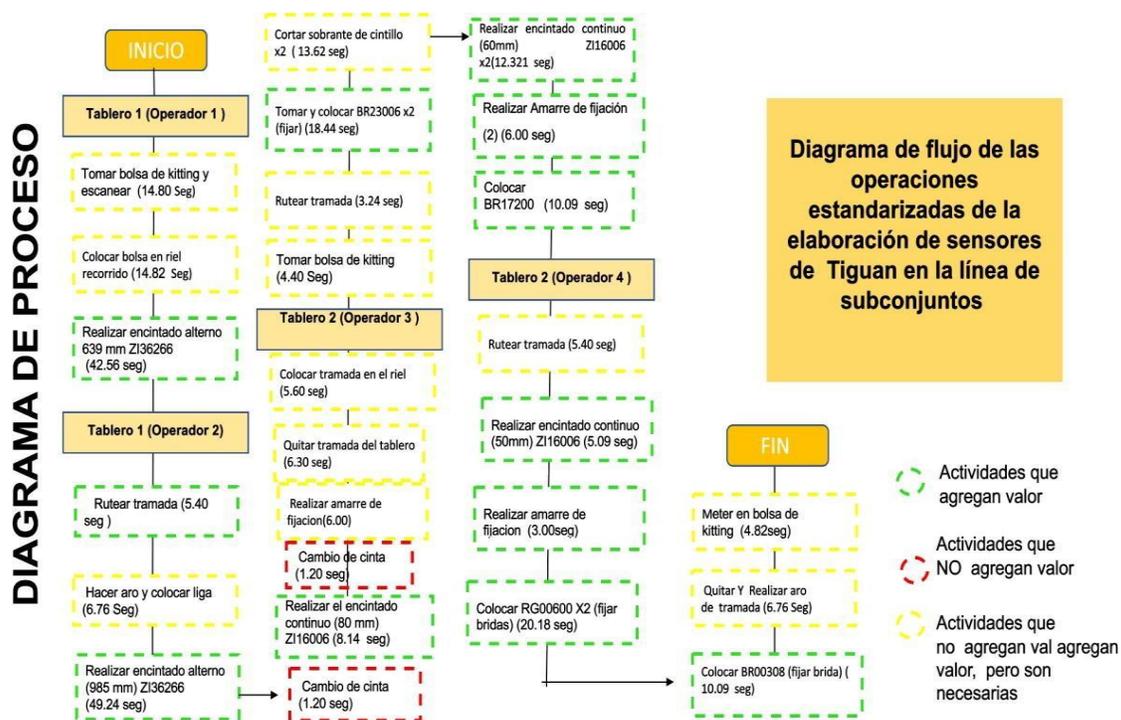


Figura 13 Diagrama de flujo de las actividades estandarizadas del proceso de sensores de Tiguan

En la Figura 13 se muestra un diagrama de flujo del proceso estandarizado de la empresa el cual se realizó para poder analizar las actividades y responsabilidades de los involucrados así mismo mostrar las actividades que tiene valor agregado y las que no para el proceso.

#### 4.5.1.2 Formato de registro de datos

Ya analizado el proceso estandarizado se utilizó para iniciar la recolección de datos del estudio de tiempos y movimientos.

En la Tabla 5 se muestra el formato que se utilizó para registrar las actividades del método operatorio.



Tabla 6 Número de ciclos de observación recomendado por la General Electric Company

Tiempo Ciclo (minutos)	Número de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
más de 40.00	3

En este caso, se procedió a medir el tiempo de ciclo necesario para la elaboración de sensores de Tiguan en la línea de subconjuntos, el tiempo cronometrado fue de 6.00 minutos, el cual estaría dentro del intervalo de 5.00 a 10.00 minutos y, por tanto, el número de ciclos a observar sería de 10.

En la tabla 7 se registran los tiempos medidos para cada operador al llevar a cabo cada elemento de las operaciones que le fueron asignadas. En esta tabla, los tiempos medidos en la línea de producción (10 observaciones o tomas) están expresados en segundos.

Tabla 7. Número de actividades cronometradas en segundos en la línea de producción

SUBCONJUNTO		TOMAS										VALOR	VALOR CICLO
OPERADOR 1	TIPO	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	TOMA 6	TOMA 7	TOMA 8	TOMA 9	TOMA 10	PROMEDIO	PROMEDIO
Tomar bolsa de kitting y escanear	But need	45.62	45.6	45.73	45.63	47.92	47.92	45.63	44.44	45.36	45.69	45.95	45.95
Colocar bolsa en riel (recorrido)	But need	15.8	12.94	15.87	14.99	16.01	15.82	15.94	15.63	15.47	15.75	15.42	15.42
Realizar encintado alterno (639 mm) Z136266	Adds value	41	50	45.35	45.63	46.15	50.24	41.37	41.63	41.18	41.64	44.42	44.42
<b>TOTAL</b>		<b>102.42</b>	<b>108.54</b>	<b>106.95</b>	<b>106.25</b>	<b>110.08</b>	<b>113.98</b>	<b>102.94</b>	<b>101.7</b>	<b>102.01</b>	<b>103.08</b>	<b>105.8</b>	<b>105.8</b>

SUBCONJUNTO		TOMAS										VALOR	VALOR CICLO
OPERADOR 2	TIPO	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	TOMA 6	TOMA 7	TOMA 8	TOMA 9	TOMA 10	PROMEDIO	PROMEDIO	
Rutear tramada	Adds value	7	5.62	7.16	7.12	7.43	7.17	6.83	7.15	7.35	7.15	7	7
Hacer aro y colocar liga	But need	6.89	7.89	6.58	8.9	10	8.06	8.15	8.02	8.01	8	8.05	8.05
Realizar encintado alterno (985 mm) Z136266	Adds value	17.84	19.47	20.35	18.57	19.04	19.18	18.64	19.05	19.28	19.38	19.08	19.08
Cambio de cinta	Not add	1.24	1.18	1.24	1.26	1.2	1.2	1.19	1.18	1.2	1.2	1.21	1.21
Realizar en cintado continuo (80 mm) Z116006	Adds value	4.62	5.32	4.39	4.82	4.69	4.76	4.73	5.27	4.29	4.57	4.75	4.75
Quitar tramada del tablero	But need	3.2	3.15	3.38	3.65	3.22	3.37	3.63	3.12	3.16	3.32	3.32	3.32
Colocar tramada en riel	But need	5.32	6.32	5.5	4.98	4.38	4.75	5.33	5.75	5.63	5.33	5.33	5.33
<b>TOTAL</b>		<b>46.11</b>	<b>48.95</b>	<b>48.6</b>	<b>49.3</b>	<b>49.96</b>	<b>48.49</b>	<b>41.67</b>	<b>42.39</b>	<b>41.57</b>	<b>41.8</b>	<b>48.73</b>	<b>48.73</b>

SUBCONJUNTO		TOMAS										VALOR	VALOR CICLO
OPERADOR 3	TIPO	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	TOMA 6	TOMA 7	TOMA 8	TOMA 9	TOMA 10	PROMEDIO	PROMEDIO	
Tomar bolsa de kitting	But need	4.21	3.35	3.79	3.66	4.65	3.84	3.79	3.42	3.49	3.79	3.8	3.8
Rutear tramada	But need	8.22	7.99	8.37	7.99	8.22	7.99	8.25	7.62	7.29	7.99	7.99	7.99
Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)	Adds value	12.88	12.92	12.9	12.88	12.94	12.9	12.84	12.89	12.9	12.91	12.9	12.9
Cortar sobrante de cintillo	Adds value	23.26	23.45	23.15	23.85	22.99	22.19	23.26	24.26	23.08	23.26	23.28	23.28
Realizar encintado continuo (60mm) Z116006 x2	Adds value	15.7	15.36	15.84	15.69	15.76	15.73	15.79	15.78	15.7	15.75	15.71	15.71
Realizar amarre de fijación (2)	Adds value	15.15	15.22	17.43	17.22	15.22	14.63	14	14.62	14.84	14.62	15.3	15.3
Colocar BR17200	Adds value	3.62	2.9	3.62	3.62	2.98	3.28	3.94	3.17	3.01	2.95	3.31	3.31
Realizar amarre	Adds value	27	24	21	21.62	21.8	23.63	29.83	23.72	23.41	23.12	23.91	23.91
<b>TOTAL</b>		<b>110.04</b>	<b>105.19</b>	<b>106.1</b>	<b>106.53</b>	<b>104.19</b>	<b>111.7</b>	<b>105.48</b>	<b>103.72</b>	<b>104.39</b>	<b>106.19</b>	<b>106.19</b>	<b>106.19</b>

SUBCONJUNTO		TOMAS										VALOR	VALOR CICLO
OPERADOR 4	TIPO	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	TOMA 6	TOMA 7	TOMA 8	TOMA 9	TOMA 10	PROMEDIO	PROMEDIO	
Rutear tramada	But need	11.4	8	9	13	13	11.44	11.23	11.37	11.16	11.34	11.45	11.45
Realizar encintado continuo (50mm) Z116006	Adds value	9.99	9.92	10.31	12.99	13.99	11.17	11.44	11.27	12.26	11.16	11.09	11.09
Realizar amarre de fijación	Adds value	3.15	3.15	3.15	4.15	4.15	3.28	4.14	3.84	4.33	3.85	3.72	3.72
Colocar RG00600 (fijar bridas) X2	Adds value	25.98	21.98	23.6	23.98	23.86	23.97	23.5	24.15	23.43	23.07	23.75	23.75
Colocar BR00308 (fijar brida)	Adds value	8.5	6.5	7.5	9.5	9.5	8.93	9.17	9.38	8.38	8.39	8.58	8.58
Quitar tramada y realizar aro de tramada	But need	6.46	5.32	6	8	7	6.39	7.17	7.12	7.19	6.83	6.75	6.75
Meter en bolsa de kitting	But need	7.5	6.8	7.6	6.4	8.9	7.44	7.93	7.45	6.94	7.44	7.44	7.44
<b>TOTAL</b>		<b>72.98</b>	<b>61.67</b>	<b>67.16</b>	<b>78.02</b>	<b>80.4</b>	<b>61.18</b>	<b>63.35</b>	<b>63.21</b>	<b>62.53</b>	<b>60.74</b>	<b>72.78</b>	<b>72.78</b>

Una vez que fueron cronometradas todas las actividades, se prosiguió a obtener el promedio de cada una de ellas como se muestra en la tabla 7

En la Tabla 8 se resumen los tiempos promedio para cada actividad y las actividades asignadas a cada operario, así como la distribución de personal en cada estación de trabajo.

Tabla 8 Estudio de tiempos promedios del área de sensores actuales (Elaboración propia, 2021).

RESUMEN DE DATOS POR SUBCONJUNTO			DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL - BALANCE			
ESTACIÓN	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO	ESTACION	OPE 1	OPE 2	OPE 3
OPERADOR	Tomar bolsa de kitting y escanear	45.95	TABLERO 1	1		
OPERADOR	Colocar bolsa en riel (recorrido)	15.42	TABLERO 1	1		
OPERADOR	Realizar encintado alterno (639 mm) ZI36266	44.42	TABLERO 1	1		
OPERADOR	Rutear tramada	7	TABLERO 1			
OPERADOR	Hacer aro y colocar liga	8.05	TABLERO 1			
OPERADOR	Realizar encintado alterno (985 mm) ZI36266	19.08	TABLERO 1			
OPERADOR	Cambio de cinta	1.21	TABLERO 1			
OPERADOR	Realizar en cintado continuo (80 mm) ZI16006	4.75	TABLERO 1			
OPERADOR	Quitar tramada del tablero	3.32	TABLERO			
OPERADOR	Colocar tramada en riel	5.33				
OPERADOR	Tomar bolsa de kitting					
OPERADOR	Rutear tramada					
OPERADOR	Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)					
OPERADOR	Cortar sobrante de cintillo					
OPERADOR	Realizar encintado continuo (60mm) ZI16					
OPERADOR	Realizar amarre de fijación (2)					
OPERADOR	Colocar BR17200					
OPERADOR	Realizar amarre					
OPERADOR	Rutear tramada					
OPERADOR	Realizar encinta					
OPERADOR	Realizar a					
OPERADOR	Colo					
OPERADOR						
OPERA						
OP						

Posteriormente, se calcula el takt time, este se obtiene dividiendo el tiempo disponible con el que cuenta la empresa entre la demanda del cliente. Dicho resultado señalará el tiempo máximo que el operador debe trabajar la pieza antes de pasarla al siguiente operador, es decir, el tiempo máximo que la pieza debe durar en cada operación o actividad (a fin de determinar el takt time, se hacen los cálculos correspondientes para un día). Para ello se dividió el total de segundos trabajados en un día, obtenidos de las 7.5 horas diarias en el primer turno y en el segundo 8.5 horas, entre el total de piezas diarias que deben de salir para cumplir la demanda de 40 por hora como se muestra en la Tabla 9.

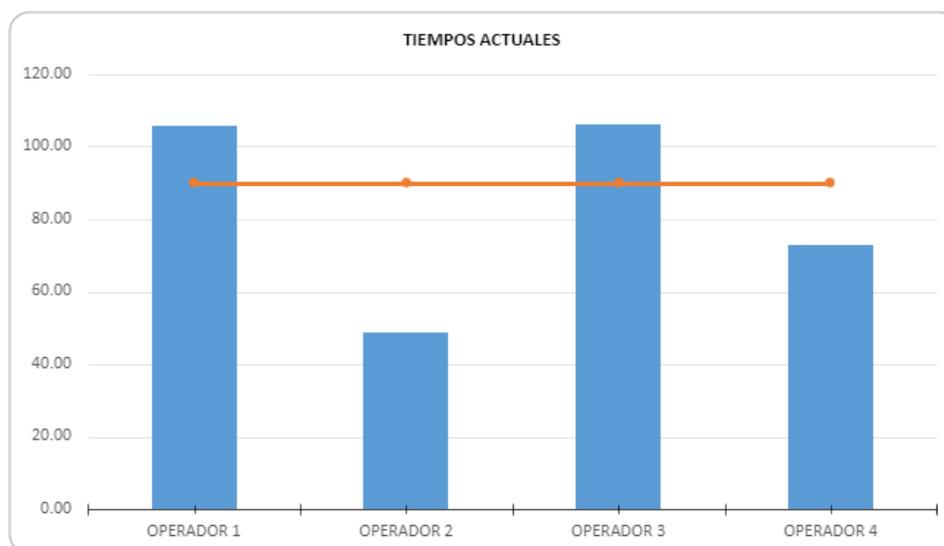
Tabla 9 Determinación del Takt time (T.T.).

ELEMENTS	TURNO 1	TURNO 2
TIEMPO DISPONIBLE (SEG)	27000	30600
PZS x HORA	40	40
PZS x TURNO	300	340
T.T.	90	90
PERSONAL	2.00	2.00

Después de obtener el tiempo promedio y el takt time, se prosiguió a hacer una gráfica con los resultados obtenidos así se realizó una comparación del estado actual del proceso con los datos estandarizados que tiene la empresa.

#### 4.5.2 Análisis del proceso

Al analizar la Gráfica 2, se observa que existe desbalanceo de cargas de trabajo, por lo que el siguiente paso es separar o unificar actividades para que se ajusten al takt time y así eliminar el mayor tiempo posible de ocio, al realizar la sumatoria de los tiempos de las actividades unificadas y de las que quedaran dentro de takt time que requiere el cliente.



Gráfica 2 Tiempos de ciclo de cada operador (promedios) para la línea de producción (Elaboración propia, 2021).

### 4.5.3 Diagrama de flujo

Con la finalidad de mejorar el análisis, se elaboró el diagrama de proceso como se muestra en la Figura 14 donde se encuentran subrayadas con color rojo las actividades que no agregan valor agregado, con verde las que aportan valor agregado y con amarillo las que no aportan valor, pero son necesarias en el proceso.

Así mismo el diagrama de proceso permitió observar cómo es el proceso y de esa manera ver si se pueden realizar modificaciones al método operatorio para reducir cargas de trabajo, reducir la variabilidad del tiempo de los operadores y eliminar actividades que no generan valor agregado.

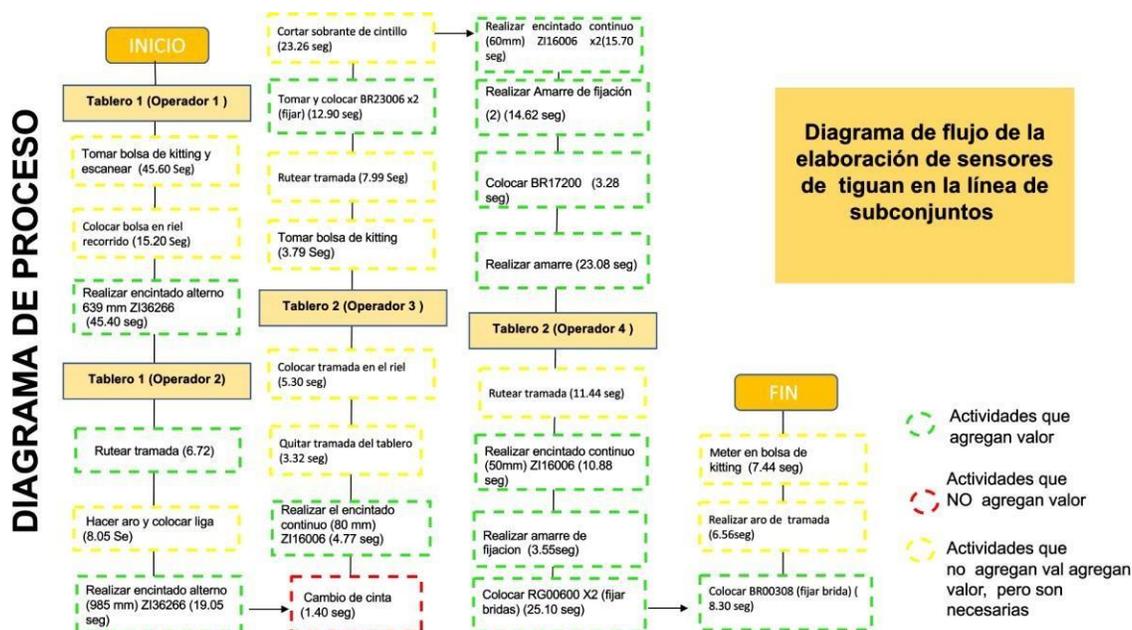
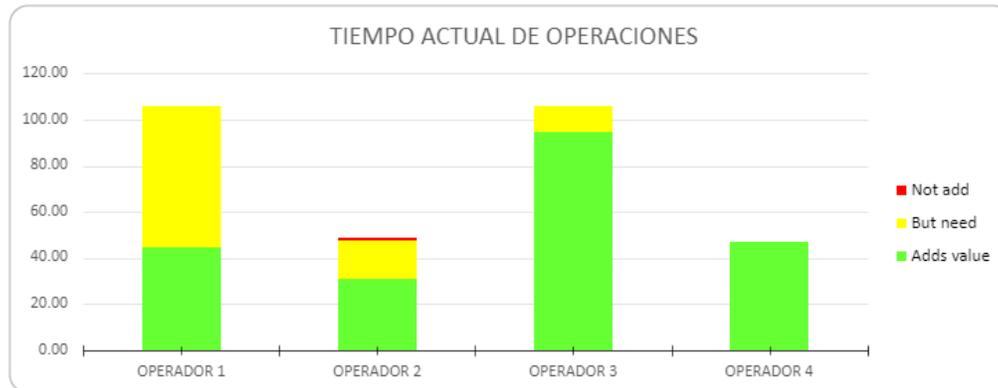


Figura 14 Diagrama de flujo del área de sensores actual (Elaboración propia, 2021).

### 4.5.4 Método de Yamazumi

Mediante el método de Yamazumi, se analizaron las actividades que agregan y no agregan valor al proceso, en la Gráfica 3 se muestran los tiempos invertidos por cada operador en el proceso actual del área de sensores.



Gráfica 3 Método Yamazumi del área de sensores actual (Elaboración propia, 2021).

Se observa en la Gráfica 3 que las actividades que no tienen valor agregado para el proceso son pocas, pero existe variabilidad de tiempo entre los cuatro operadores.

#### 4.5.5 Propuesta de balanceo

Al analizar el proceso y el modo de producción, se observó que se pueden realizar ajustes al método operatorio para que de esa forma se ayude a estabilizar la carga de trabajo de los operadores y, de esta manera, se reduzca la variabilidad de tiempo que está provocando los cuellos de botella.

En la Tabla 10 se muestra una propuesta de balanceo de línea que busca equilibrar las cargas de trabajo del personal, basado en los tiempos estándar que maneja la empresa, con la cual se logra eliminar un operador por turno.

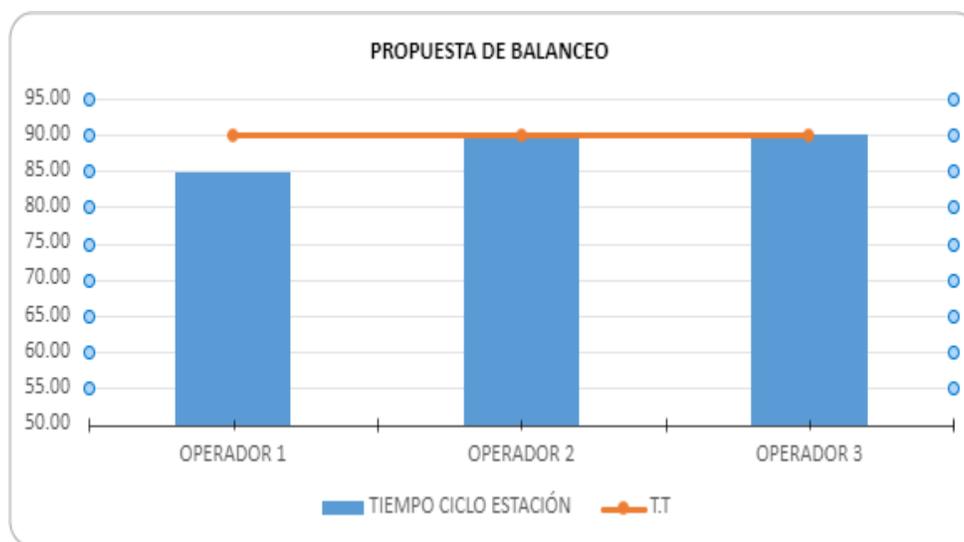
Tabla 10 Estudio de tiempos del área de sensores (Elaboración propia, 2021).

Como se muestra en la Tabla 11, los tiempos de los operadores están dentro del takt time que establece la empresa y las operaciones se encuentran distribuidas de manera equilibrada entre los tres operadores.

Tabla 11 Resumen del estudio de tiempos del área de sensores aplicando el método propuesto (Elaboración propia, 2021).

<b>RESUMEN POR ESTACIÓN</b>		
<b>ESTACIÓN</b>	<b>CICLO</b>	<b>TACK TIME</b>
OPERADOR 1	84.74	90
OPERADOR 2	90.00	90
OPERADOR 3	90.00	90
OPERADOR 4	0.00	0

Al comparar el estado actual con la propuesta, se aprecia que antes realizar el balanceo de línea este contaba con 4 operadores. Al realizar el balanceo de línea, se reubicaron y eliminaron actividades para ajustar el tiempo de cada operario al takt time y, de esta manera, nivelar la carga de trabajo entre cada uno de los operadores. En la Gráfica 4, se puede apreciar que con el método propuesto disminuyen los operarios requeridos para llevar a cabo las actividades. Además, disminuye el tiempo ocioso debido a la distribución equilibrada de las actividades entre los operarios.



Gráfica 4 Información obtenida con el método propuesto en el Área de sensores (Elaboración propia, 2021).

#### 4.5.6 Reajustes de método operatorio

En la Tabla 12 se muestran los cambios realizados en los diferentes métodos, en color gris se indican los pasos que no se llevan a cabo en el método correspondiente.

Tabla 12 Análisis de reajustes de actividades (Elaboración propia, 2021).

METODO OPERATORIO ACTIVIDADES	ESTANDARIZADO				ACTUAL				PROPUESTO		
	OPERADORES				OPERADORES				OPERADORES		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Tomar bolsa de kitting y escanear	1				1				1		
Colocar bolsa en riel (recorrido)	2				2				2		
Realizar encintado alterno (639 mm) ZI36266	3				3					14	
Rutear tramada		4				4			3		
Hacer aro y colocar liga		5				5			4		
Realizar encintado alterno (985 mm) ZI36266		6				6					20
Cambio de cinta		7				7					
Realizar encintado continuo (80 mm) ZI16006		8				8			7		
Cambio de cinta		9									
Realizar amarre de fijación (2)		10								18	
Quitar tramada del tablero		11				9			9		
Colocar en gancho tramada en riel con bolsa de kitting		12				10			10		
Tomar bolsa de kitting			13				11			11	
Rutear tramada			14				12			12	
Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)							13		5		
Cortar sobrante de cintillo x2			15				14			13	
Realizar encintado continuo (60mm) ZI16006 x2			17				15		6		
Realizar amarre de fijación (2)			16				16				19
Realizar aro y trabada										16	
Colocar BR17200 (fijar)			17				17			15	
realizar amarre			18				18				19
Rutear tramada				21				19			
Realizar encintado continuo (50mm) ZI16006				22				20	8		
Realizar amarre de fijación				23				21			19
Colocar RG00600 (fijar bridas) X2				24				22		17	21
Colocar BR00308 (fijar brida)				25				23			22
Quitar y realizar aro de tramada				26				24			23
Meter en bolsa de kitting				27				25			24

Los cambios que se sugirieron en el método operatorio propuesto fueron los siguientes:

1. Tomar bolsa de kitting y escáner (en esta actividad solo se cambió el escáner de lugar para que al operador 1 le quedara más cerca y dejara de caminar un metro de distancia y, de esta manera, se ahorrara unos segundos más en la operación).
2. Colocar bolsa en riel (recorrido) - Colocar canoa.
3. Realizar encintado alterno (639 mm) ZI36266 ---- Esta actividad se dividió en dos (Encintado 109 y encintado 530)
4. Colocar RG00600 (fijar bridas) x2 - se dividió en dos Colocar RG00600 (fijar bridas) x1

5. Se eliminaron rutear tramada y cambio de cinta.
6. De la misma forma se eliminaron por completo las actividades que no agregan valor al proceso.

También, se efectuaron cambios en la distribución de actividades entre el personal. En la Tabla 13, se muestra las actividades realizadas por cada operador en el método actual y con el método propuesto.

Se aprecia que antes de realizar el balanceo de la línea, esta contaba con 4 operadores, los cuales tenían asignadas actividades que implicaban una gran variabilidad de tiempo entre cada operador lo que provocaba cuellos de botella y un mayor tiempo ocioso. Al realizar el balanceo se combinaron actividades para ajustarlas al takt time y para que la carga de trabajo se nivelara entre cada uno de los operadores. El balanceo de línea quedó como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13 Comparación método actual-método propuesto.

RESUMEN DE DATOS POR SUBCONJUNTO ACTUAL				RESUMEN DE DATOS POR SUBCONJUNTO PROPUESTO			
OPERADOR 1				OPERADOR 1			
COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)
ACTUAL	PROPUESTO			ACTUAL	PROPUESTO		
1	1	Tomar bolsa de kitting y escanear	45.95	1	1	Tomar bolsa de kitting y escanear	14.8
2		Colocar bolsa en riel (recorrido)	15.42	2		COLOCAR CANOA	2
3	16	Realizar encintado alterno (639 mm) Z136266	44.42	4	3	Rutear tramada	5.4
OPERADOR 2				OPERADOR 2			
COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)
ACTUAL	PROPUESTO			ACTUAL	PROPUESTO		
4	3	Rutear tramada	7	5	4	Hacer aro y colocar liga	6.76
5	4	Hacer aro y colocar liga	8.05	13	5	Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)	18.44
6	20	Realizar encintado alterno (985 mm) Z136266	19.08	15	6	Realizar encintado continuo (60mm) Z116006 x2	12.21
7		Cambio de cinta	1.21	8	7	Realizar en cintado continuo (80 mm) Z116006	8.14
8	7	Realizar en cintado continuo (80 mm) Z116006	4.75	20	8	Realizar encintado continuo (50mm) Z116006	5.09
9	9	Quitar tramada del tablero	3.32	9	9	Quitar tramada del tablero	6.3
10	10	Colocar tramada en riel	5.33	10	10	Colocar tramada en riel	5.6
OPERADOR 3				OPERADOR 2			
COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)
ACTUAL	PROPUESTO			ACTUAL	PROPUESTO		
11	11	Tomar bolsa de kitting	3.8	11	11	Tomar bolsa de kitting	4.4
12	12	Rutear tramada	7.99	12	12	Rutear tramada	3.24
13	5	Tomar y colocar BR23006 x2 (fijar)	12.9	14	13	Cortar sobrante de cintillo	13.62
14	13	Cortar sobrante de cintillo	23.28		14	Realizar encintado alterno (530 mm) Z136266	36
15	6	Realizar encintado continuo (60mm) Z116006 x2	15.71	17	15	Colocar BR17200	10.09
16	18	Realizar amarre de fijación (2)	15.3		14	Realizar encintado alterno (109 mm) Z136266	6.56
17	15	Colocar BR17200	3.31	22/17/21	18	Colocar RG00600 (fijar bridas)	10.09
18	19-19	Realizar amarre	23.91	16	18	Realizar amarre de fijación (2)	6
OPERADOR 4				OPERADOR 3			
COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)	COMPARACION		ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR (seg)
ACTUAL	PROPUESTO			ACTUAL	PROPUESTO		
19		Rutear tramada	11.45	18	19-19	Realizar amarre	9
20	8	Realizar encintado continuo (50mm) Z116006	11.09	21	19-19	Realizar amarre de fijación	
21	19-19	Realizar amarre de fijación	3.72	6	20	Realizar encintado alterno (985 mm) Z136266	49.24
22	17/21	Colocar RG00600 X2 (fijar bridas)	23.75	22/17/21	22	Colocar RG00600 (fijar bridas)	10.09
23	22	Colocar BR00308 (fijar brida)	8.58	23	22	Colocar BR00308 (fijar brida)	10.09
24	23	Realizar aro de tramada	6.75	24	23	Realizar aro de tramada	6.76
25	24	Meter en bolsa de kitting	7.44	25	24	Meter en bolsa de kitting	4.82

#### 4.5.7 Mapeo de procesos propuesto

Se realizó un mapeo de proceso como se muestra en la Figura 15 con el fin de estandarizar este método nuevo de trabajo y así poder informar y capacitar al personal.

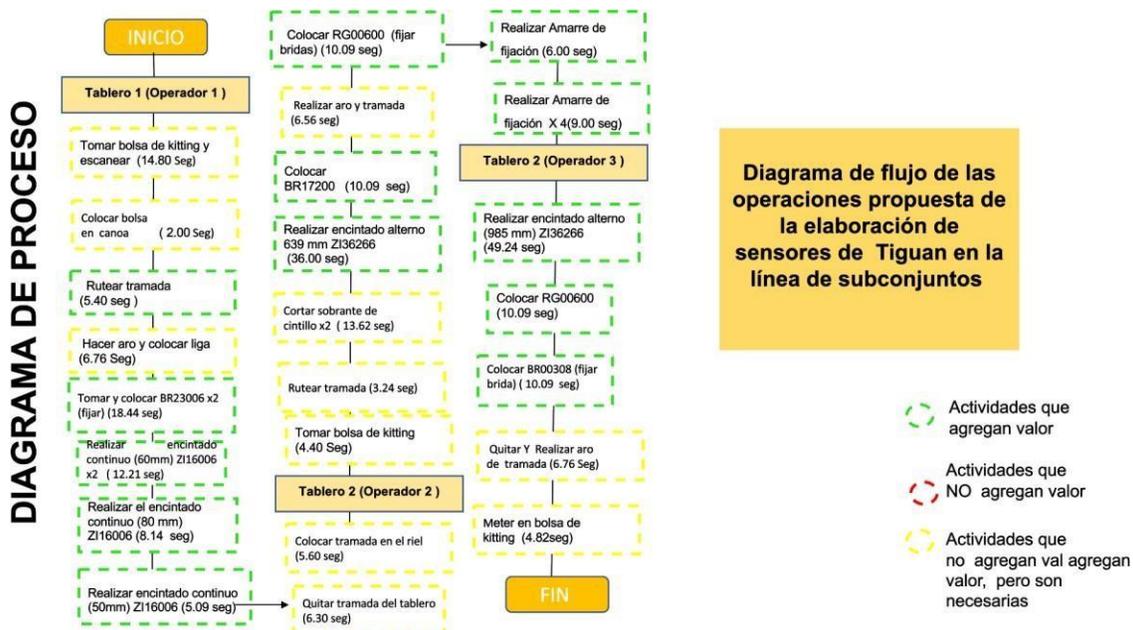
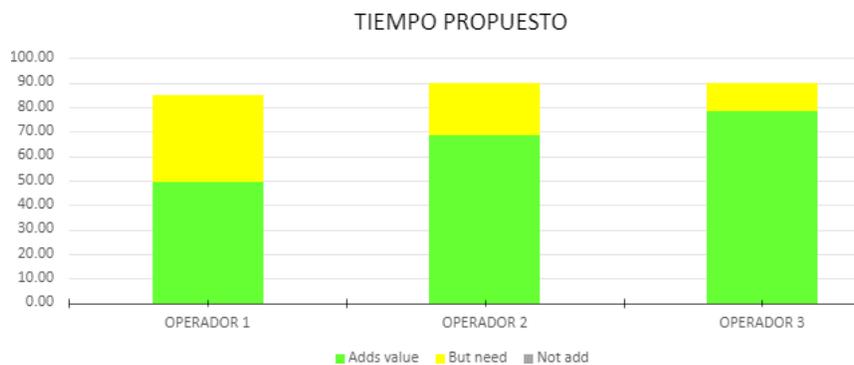


Figura 15 Mapeo de procesos propuesta (Elaboración propia, 2021).

### 4.5.7 Yamazumi propuesto

Como se muestra en la Gráfica 5, en el análisis de la propuesta mediante un diagrama de Yamazumi es notorio que ya no existen actividades que no agregan valor al proceso y que el tiempo de los operadores se encuentra balanceado.



Gráfica 5 Yamazumi (Elaboración propia, 2021).

En la Tabla 14 se observa que en el método propuesto disminuye 67.77 segundos el tiempo de ciclo del método actual de trabajo, es decir, se redujo 20 % el tiempo de ciclo, así como también se deja de requerir a un operador por turno.

Tabla 14 Comparación de estudio de tiempos actuales / propuestos del área de sensores (elaboración propia, 2021).

RESUMEN POR ESTACIÓN ACTUAL		RESUMEN POR ESTACIÓN PROPUESTO		
ESTACIÓN	TIEMPO CICLO ESTACIÓN	ESTACIÓN	TIEMPO CICLO ESTACIÓN	TACK TIME
OPERADOR 1	106.2	OPERADOR 1	84.74	90
OPERADOR 2	48.42	OPERADOR 2	90.00	90
OPERADOR 3	104.62	OPERADOR 3	90.00	90
OPERADOR 4	73.27	OPERADOR 4	0.00	0
<b>TOTAL TIEMPO</b>	332.51	<b>TOTAL TIEMPO</b>	264.74	

## 4.6 Sexta fase

### 4.6.1 Estandarización y mejora continua

Con el método propuesto, no hay necesidad de invertir para poder eliminar los cuellos de botella. Adicionalmente, se obtendrán beneficios como la distribución adecuada de las actividades entre los operadores (lo cual reduce el tiempo ocioso). En la Figura 16, se muestra la mejora lograda con la realización del balanceo de línea.

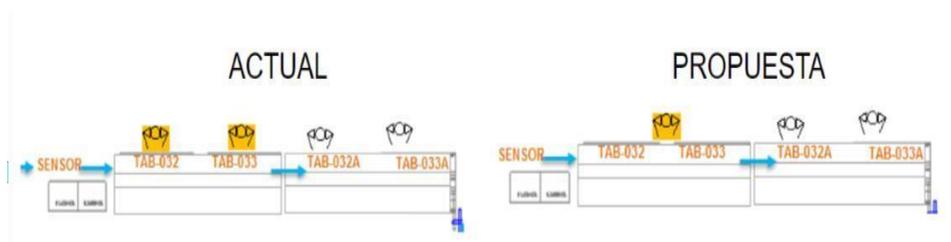


Figura 16 Mejora continua del proceso (elaboración propia, 2021).

Asimismo, con la implementación del método propuesto se logrará una mayor productividad, ya que se requerirá un operador menos por turno, lo que representa una disminución de costos de 10,560 USD/año. En la Tabla 15, se desglosan las

horas ahorradas y los costos evitados, en diferentes unidades de tiempo, al llevar a cabo la propuesta mencionada.

Tabla 15 Idea kaizen, reducción de un operador (elaboración propia, 2021).

HORAS AHORRADAS	TOTAL	RECURSOS EN DÓLARES	TOTAL
9 h/día X 2 turnos	<b>18 h/día</b>	2 personas/día X 440 USD/mes	<b>880 USD/mes</b>
18 h/día X 20 días	<b>360 h/mes</b>	880 USD/mes X 12 meses	<b>10,560 USD/año</b>
360 h/mes X 12 meses	4,320 h/año		

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- 1.- La aplicación del balanceo de línea y del proceso de mejora continua permitieron disminuir el tiempo promedio de ciclo en la línea de Tiguán sensores, el tiempo de ciclo promedio disminuyó de 332.51 s a 264.74 s. Estas dos técnicas permitieron dejar de requerir a un empleado por turno, lo que representa una disminución de costos de 10,560 USD/año.
- 2.- Los movimientos innecesarios, la carga de trabajo excesiva, el método operatorio no respetado y la falta de un diagrama de flujo fueron las principales causas, identificadas en este estudio, que provocan los cuellos de botella y, por tanto, los tiempos improductivos.
- 3.- La aplicación de diferentes herramientas de la ingeniería industrial (balanceo de línea, mejora continua en el proceso, elaboración de diagramas de proceso, entre otras) permitieron nivelar la carga de trabajo de los operadores y, por tanto, disminuir el tiempo ocioso. Estas herramientas permitieron identificar, y eliminar, las actividades que no agregan valor.
- 4.- Se estandarizó el método operatorio propuesto para acceder a los beneficios indicados en este estudio. Sin embargo, es necesario llevar a cabo auditorías internas para asegurar que el método propuesto se está llevando a cabo de manera correcta.
- 5.- La aplicación de la metodología kaizen permitió mejorar la productividad en la línea de Tiguán sensores, ya que disminuyó el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades en el área de sensores.

## **5.2 Recomendaciones**

### **5.2.1 Orden, limpieza e identificación**

Durante el desarrollo de la estancia, percibí que no existe un orden en la materia que se utiliza así mismo no se respeta el sitio donde debe ser colocada. Además, se aprecian detalles de estandarización como: góndolas de materiales sin identificar y que el operador no deposita su material en el lugar designado, los cuales deben ser atendidos. Recomiendo ampliamente aplicar la metodología 5S para solventar estos puntos.

### **5.2.2 Material informativo**

El material que presente información requerida para efectuar las labores y que se encuentre en mal estado debe ser restaurada o cambiada.

Es necesario mantener el orden y estandarizar los formatos del material que proporciona información (carpetas, hojas, documentos, ayudas visuales, etc.).

### **5.2.3 Estandarización**

Adicionalmente, se recomienda la estandarización continua de los procesos, métodos y áreas de trabajo para hacer posible la mejora continua en la industria, en este caso de la empresa Fujikura.

## Referencias

- Acevedo, A. y Conde, L. (2013). Metodología para el diseño, estandarización y mejoramiento de procesos en una empresa prestadora de servicio. (Trabajo de grado para ingeniería) Universidad Ean Facultad de Ingeniería de producción.
- Fundibeq (2021). Diagrama Ishikawa. UNAM.
- García, R. (2011). Estudio del trabajo (3º edición) Mc Graw Hill.
- Global Training Industry (2021). Lean Manufacturing. Global Training Industry.
- Global Training Industry (2021). 7 herramientas básicas de la calidad. Global Training Industry.
- Hernández Matías, J. C., y Vizán Idoipe, A. (2013). Lean Manufacturing, Conceptos, técnicas e implantación. Escuela de Organización mundial, (EOI).
- Janania, C. (2008). Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos. (2º edición) Limusa.
- López, A. Alarcón, E y Rocha M. (2014). Estudio del trabajo una nueva visión (1º edición) Grupo Editorial Patria.
- Palacios, L. (2009). Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. (1º edición) ECOE EDICIONES.
- Meyers, F. E. (2000). Estudio de tiempos y movimientos (2da Edición ed.) Pearson Education.
- Niebel, B., Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y
- Silva Sanchez, O., y Silva Sanchez, G. (2005). 7 herramientas básicas de la calidad. Instituto Tecnológico de Ocotlán
- Soconini, L. (2019). Lean Manufacturing paso a paso. (1º edición) Marge Books.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



**Asunto:** Voto Aprobatorio

**DR. GREGORIO BAHENA DELGADO**  
**DIRECTOR DE LA EESX**  
**P R E S E N T E**

Por medio del presente, los revisores de la tesis que lleva por título: **PROPUESTA DE BALANCEO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ**. Que ha realizado la pasante de la Licenciatura en **Ingeniería Industrial y de sistemas, Lucila Guadalupe Salgado Miranda**, otorgamos nuestro voto de aprobación para su impresión por haberse realizado las correcciones consideradas pertinentes de nuestra parte.

**Atentamente**  
**Por una humanidad culta**  
Una universidad de excelencia

Dr. Esteban Montiel Palacios

\_\_\_\_\_

Dra. María del Carmen Fuentes Albarrán

\_\_\_\_\_

Dr. Félix David Olivos Juárez

\_\_\_\_\_

Ing. Marco Antonio Alvarado Camacho

\_\_\_\_\_

M. C. José Alejandro Hernández  
Hernández

\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ESTEBAN MONTIEL PALACIOS** | Fecha:2023-03-01 15:06:03 | Firmante

OnE43LK2A9VONpn24QBhvlZjnmDWdk1Ksa+OxI5fglbt6CGxsW/FYhL3CN0n85IGnIrVEt4/Cx435LcdpgulDwwYSEQyI9KHGc8nxWsr5xS0j9wPr904Y09iDwu7wsAebJynUW/RlOwiRtdRBsr0orqNDR44tUiqD8yf+pXMDaAlz6LqUurLrerNS7C5rUCxNecOL53Z4UknFY0WtcNHIXnX2+VXNYFNb1rY7IkExVZby7mlFm1bYXIOJTG+IYj6dD1R88qabxuvu+vE9/LResUceBnYo1lzzXfCwWpNNTdBkO26v+JsGxCJnBhjojiqYnB/p+ZJ+i3ocobsMFoLQ==

**MARIA DEL CARMEN FUENTES ALBARRAN** | Fecha:2023-03-01 16:55:18 | Firmante

iIVbviglCVwrfZUnjbDafjXCTAPZbE454p2KchlJkwxzXMUOVwPKDPdCviXnALR+DT9+NhVEHih/6/Exu9s4sZ8SWq5gKwPym3t443zaj46ennR44OqJoaG1yQnw0feHrJtHCsQjW6Wlz3vVdX6HCz1m0FUD7dt9+6Bv/A7RUqqslBpujQcXAJJM5KSuRqlehpXmk5eS6DdFvKGI47/IBf9xBeZdpp5GBheLoYUL2N3kedNMy6WNUJ4oxsCYIhIPEPyOKZb6iiozd2rn3UkarnE7lopYV7SO0T6SArxn+t11fsy6yNnIBrTVkYqgncY9DQZPLY1OfOiKodtGUUnUCg==

**MARCO ANTONIO ALVARADO CAMACHO** | Fecha:2023-03-07 22:05:28 | Firmante

F+IFDRFeV2A3gYj+HEw3nhUZHkR3ZvuhLUJTU4NksLM1tStgQXRqk4K54HZjihWE5mibEc0A24mfJZ3nZSFbTTQd59QK3R8seSEOGuiFqOk3yikPFNyMohstxKamZFWKSo86+/DsDwyvp6xFDxLJ+I9/29k3moYrM+5krtOTxCESpY2zGBOqJEb+BoRik2uQOluoyxiiTzT2Q4+Q3qoBr0M9Lrsoh0RFyrCkxpLuxg0MwLsaC/2W4uafuYICiq/he0FDjkX4lquykTp1gjHNYh7/eSBL0S+HjaTmV1jI7H3WD17U6oJHZAHFxIEI7kbx0HfkQla4clg/rPTsxlw==

**JOSE ALEJANDRO HERNANDEZ HERNANDEZ** | Fecha:2023-03-11 12:36:56 | Firmante

XdRGM+tD6M+TvMf0FwhqXW91sxzq/c1ZcQwJH90G9lRiCiKIGtmK/IDz4IQ8rLlPOnJOvugnoFiAh5khhw+Hyp1giZ12xnNifSIDJ7/1cqihd7DLVfJ9Lqwt8tmGAsD53IIS22EJgl7FTKvm2CizLcfyqTS6JaQXbVqSdydsOE+pOuZT+AQ3IW3TDnQ4ULIB90XWd4iCxZWJcmkE5iz+gkyxhvn9uRWqhTaJ1XU21tGjoX4vQ5U6T/rtoyHGGuq7S+ODQLVGT43FZW9NI6ZhfZauM9YYBDqocYkryqeVXxyt+GVx8oDR05QLZmbYD68idONp6oqXemCF/MPCH/IQ==

**FELIX DAVID OLIVOS JUAREZ** | Fecha:2023-03-14 14:57:40 | Firmante

PSeh4fFY89a7nrIszOz3zW1u1w2b7irSIXCazM4aMS+IGndZ/N3y8Bt6SzuOYB2vIHqZiULP7XZT1Tk9jSwTMfCNnBb2+2kg8RdQCvtJSp3mVgb8LjocZPPdMIHQVt6ngsH1RtuEaiyBNGCcSMK4QuY3Y2uvf3oaKMrKSGNqrHCyM+dp7pwnarGFjs5hdhQCFgu7/jq2Gp88+NWsd6xVrutAap1cZoq9z2Bm1d9mbjd0dPr5nVQIMA+MTVoviwwGzpptNx7jcUxBI+P1zy+7MBvtCiBu+9Eca/Y59HcpEFjfeP5VpUtNysh2F2BZfbujdh8fKxYN5EUx49rQ==



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

R6xFCeN00

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/lwgUOu2NQRqoGRy8E7t7FeTphTURIK6G>



Una universidad de excelencia

RECTORÍA  
2017-2023