



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

## PROYECTO DE TITULACIÓN

*CONFIABILIDAD HACIA LA REALIZACIÓN DE LOS  
PRODUCTOS DE LA LINEA DE OCADO*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERA INDUSTRIAL*

**PRESENTA:**

*DANIELA DELGADILLO ESQUIVEL*

**ASESOR:**

*MIP. MARIA ESMERALDA ESPARZA MUÑOZ*



2023  
AÑO DE  
**Francisco**  
**VILLA**  
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

## **2. Agradecimientos.**

Agradezco primeramente a dios que me permitió llegar hasta donde me encuentro ahora y por darme las fuerzas para seguir adelante a pesar de todos los obstáculos presentados en mi camino, pero especialmente quiero agradecer a mi familia, mis padres y mi hermana que estuvieron presentes en este largo proceso y nunca me dejaron sola.

A mi mamá Areli Esquivel Ríos y a mi papá Ricardo Delgadillo Martínez, ya que fueron ellos quien me hicieron la persona que soy ahora y sin su apoyo y sus palabras constantes de aliento no podría lograr nada de lo que tengo hoy.

A mi hermana Jimena por todo el apoyo que me ha brindado siempre, por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles y frustrantes de la carrera y ayudarme a calmarme y seguir adelante.

A mi gran equipo de trabajo Mary, Osiel, Manuel, Eriberto y Francisco, ya que han sido de gran ayuda para superar la variedad de retos escolares presentados, pero más que nada por su amistad y compañerismo durante todo este tiempo.

A todos los maestros que han tenido influencia en mi educación, pero especialmente a los del ITPA ya que han sido una pieza clave en mi formación, agradecer su apoyo y todos los conocimientos y valores compartidos conmigo.

A mi asesor externo Otto Freeman por la oportunidad brindada para ejercer mis prácticas y así formarme como ingeniero, pero más que nada al ingeniero José Luis Guerrero Esparza por la confianza y el apoyo durante este tiempo, así como los conocimientos y experiencias enseñadas. A mi asesor interno María Esmeralda Esparza Muñoz, por dedicar tanto tiempo a las revisiones de mi proyecto, así como por los consejos brindados y todos sus conocimientos compartidos hacia mi persona, logrando así hacerme crecer como persona y como profesionalista.

### **3. Resumen.**

La empresa necesita mantener a sus clientes el mayor tiempo posibles y que estos tengan un buen servicio para seguir creciendo a nivel mundial. La mejora en este proceso es realizada con el fin de que se cumplan los estándares productivos establecidos por los clientes mes con mes, usando distintas herramientas como lo son la lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, análisis de tiempos, entre algunas otras, todo el conjunto nos ayuda a analizar los datos tomados de la línea de producción y así solucionar o disminuir en lo más posible la causa raíz del problema.

Para poder darle seguimiento a este proyecto se tomó como referencia la metodología japonesa Kaizen la cual está conformada por los siguientes pasos: planificación, análisis, Gemba, implantación, análisis de resultados y estandarización con los cuales se logra alcanzar el objetivo propuesto.

Durante el proceso del proyecto se obtuvieron una gran variedad de propuestas de solución e ideas de mejora, las cuales se van a seguir analizando en cuanto al impacto que tendrían y ver si son factibles para ser implementados a largo plazo.

A partir de la implementación de la metodología Kaizen en la problemática inicial detectada en la organización flextronics, en el área de OCADO se obtuvieron diversos resultados, dentro de los más significativos son, primeramente la detección del área a tratar y su mayor problemática, así como las ideas y sugerencias de diversas áreas dentro de la empresa, desde operarios hasta el área administrativa, con lo cual se obtuvo una solución adecuada para la problemática y su correcta implementación, así como la estandarización de la misma para evitar que este tipo de problemas se repita otra vez.

Dentro de los objetivos que se alcanzaron se tiene el conocimiento y análisis del proceso y todo lo que influye en la productividad de la línea, la recolección de ideas con las que se elaboró un diagrama de Ishikawa, para obtener la mayor causa sobre ella implementar las soluciones, todo esto para alcanzar el objetivo principal, incrementar la productividad de la línea, minimizando o evitando problemas relacionados a el área de materiales.

#### **4. Índice.**

2. Resumen.....	I
3. Índice .....	II
Lista de Tablas .....	iv
Lista de Figuras.....	iv
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	1
5.- Introducción.....	1
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	4
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	7
8. Justificación .....	9
9. Objetivos (General y Específicos).....	11
9.1 Objetivo general.....	11
9.2 Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	13
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos) .....	13
10.1 Kaizen.....	13
10.2 Diagrama de Ishikawa .....	16
10.2.1 Procedimiento para elaborar Diagramas Ishikawa clasificando en grupos predeterminados.....	17
10.2.2 Ventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa.....	20
10.2.3 Desventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa.....	21
10.3 Lluvia de ideas .....	22
10.4 Toma de tiempos .....	23
10.4.1 ¿Qué es la toma de tiempos? .....	23
10.4.2 Herramientas para toma de tiempos.....	23

10.4.3 Cronómetro.....	24
10.4.4 Formularios para el estudio de tiempos .....	24
10.4.5 Cronometraje del trabajo .....	25
10.4.6 Análisis de tiempos y movimientos .....	25
10.4.7 Definición.....	25
10.4.8 Introducción al estudio de movimientos .....	26
10.4.9 Movimientos fundamentales.....	26
10.4.10 Principios de la economía de movimientos.....	29
10.4.10.1 El uso del cuerpo humano .....	29
10.5 HOE-MPI .....	30
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	31
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	31
11.1 Planificación.....	33
11.2 Análisis .....	33
11.3 Gemba.....	35
11.4 Implantación .....	38
11.5 Análisis de resultados.....	40
11.6 Estandarización .....	43
11.7 Cronograma de actividades.....	45
CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....	46
12. Resultados.....	46
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	50
13. Conclusiones del Proyecto .....	50
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	52
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas .....	52
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	53
15. Fuentes de información .....	53

### **Lista de Tablas**

Tabla 1 Tiempo de llenado de carros .....	34
Tabla 2 Tiempo de ensamble .....	35
Tabla 3 Lluvia de ideas.....	36
Tabla 4 Tiempos actualizados de llenado.....	41
Tabla 5 Cronograma de actividades .....	45
Tabla 6 Aumento de producción mensual.....	47
Tabla 7 Resultados alcanzados.....	49

### **Lista de Figuras**

Figura 1 Organigrama de la empresa, tomada de (Gallegos, M & Moreno.G 2020, 25 febrero).....	5
Figura 2 Organigrama del departamento, tomada de (Gallegos, M & Moreno.G 2020, 25 febrero).....	5
Figura 3 Organigrama de la línea OCADO .....	6
Figura 4 Significado de Kaizen, tomada de (Santana, 2002).....	13
Figura 5 Aumento del valor añadido, tomada de (Santana, 2002).....	14
Figura 6 Etapas del desarrollo del Kaizen, tomada de (Santana, 2002).....	15
Figura 7 Estructura del diagrama de Ishikawa, tomada de (Robayo, 2013). .....	16
Figura 8 Ubicación de las categorías, tomada de (Robayo, 2013). .....	17
Figura 9 Ubicación de causas secundarias, tomada de (Robayo, 2013).....	18
Figura 10 Causas terciarias, tomada de (Robayo, 2013). .....	18
Figura 11 Trayectoria del carro.....	34
Figura 12 Trayectoria del carro.....	34
Figura 13 Diagrama de Ishikawa .....	37
Figura 14 Carro inicial.....	40
Figura 15 Carro modificado .....	40
Figura 16 Etiquetas para kiteo .....	40
Figura 17 Instructivo del proceso de manufactura .....	44
Figura 18 Grafica de aumento de producción mensual .....	47

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5.- Introducción**

La producción de cualquier línea es sin duda de las partes más importantes de una organización ya que, si no se cumple con la producción requerida de un cliente, se puede perder, perder el prestigio de la organización y, por lo tanto, tener repercusiones económicas bastante considerables.

El área de producción es una de las amplias en cualquier empresa ya que tiene mucha relación con todas las demás e incluye a muchos factores como lo son operarios, materiales, maquinaria y herramental, espacios, áreas tales como ventas, compras, ingenierías y gerencias, que son los que siempre están enterados de lo que se realiza en piso. Es de gran importancia solucionar cualquier tipo de problema que se presente en esta área, así como verificar que todo esté en las mejores condiciones posibles para cumplir con lo solicitado, sin dejar de lado la integridad de las personas.

El presente proyecto se enfoca en mejorar la producción de una línea en la empresa flextronics, considerando que una de las partes más importantes es lograr que los operadores tengan un espacio de trabajo tal que, los ayude a mantener una producción más eficiente, en donde ellos puedan desempeñarse de manera correcta y que brinden calidad, se les brinde seguridad en el desempeño de sus funciones.

Está enfocado específicamente en la problemática que se detectó con el surtido de material, ya que la línea para poder iniciar operaciones es necesario que el personal encargado de llevar el material, vaya a el almacén y con base a una lista (photobom), surta el material necesario en los carros de kiteo para realizar la producción, si no se realiza de manera correcta genera un impacto en la producción, debido al tiempo que invierten en la selección de materiales, los posibles errores de material o de cantidades de estos, así como material faltante.

Lo anterior es entonces uno de los mayores factores que están perjudicando la producción mensual del producto, es de gran importancia realizar observaciones en piso del cómo se están realizando los trabajos y darse cuenta de que es lo que afecta directa e indirectamente.

Por todo lo anterior resulta relevante realizar modificaciones a partir de análisis realizados de manera correcta que estén basados en diversas metodologías y lograr un cambio en el departamento que pueda alcanzar diversos beneficios tanto para la organización como para los trabajadores.

Por lo tanto, el documento se conforma de las siguientes partes:

- ❖ Capítulo 1: preliminares, aquí se puede encontrar la primera parte del proyecto como lo son portada, agradecimientos, resumen del proyecto, índice y tablas tanto de figuras como de tablas.
- ❖ Capítulo 2: generalidades del proyecto, aquí ya se comienza a explicar más detalladamente el lugar de la realización del proyecto, así como los porque y para que de este como lo son, la introducción, descripción de la empresa, problemas a resolver, justificación y objetivos general y específicos.
- ❖ Capítulo 3: marco teórico, en esta parte se encuentran los fundamentos teóricos en los que se basó el proyecto.
- ❖ Capítulo 4: desarrollo, esta es una de las partes más largas del proyecto ya que en ella se encuentran todas las actividades desarrolladas durante todo el periodo de realización del proyecto.



- ❖ Capítulo 5: resultados, en esta parte se exponen los resultados obtenidos después de la realización de todas las actividades.
  
- ❖ Capítulo 6: conclusiones, es de las partes finales del proyecto, en ella se escriben las vivencias de quien, realizado las actividades, así como la forma en que concluyó la realización de este proyecto.
  
- ❖ Capítulo 7: competencias desarrolladas, se mencionan las competencias que el residente desarrollo o aplico a lo largo del proyecto.
  
- ❖ Capítulo 8: fuentes de información, finalmente se colocan las bibliografías de donde fue tomada toda la información utilizada.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

Flex llegó a la entidad en 1985 y desde entonces se ha convertido en un aliado muy importante para el desarrollo económico de Aguascalientes, en su planta se fabrica tecnología para el sector salud e industriales; actualmente da empleo a 5,100 aguascalentenses.

Esta es una de las empresas que más apuesta por la diversificación de mercados en el estado. Atiende sectores como electrónico, médico, automotriz, energético, entre otros, cuya producción tiene un alcance en 40 países.

(Roy) En febrero del año pasado la compañía de componentes electrónicos anunció una inversión histórica de 65 millones de dólares para la expansión de su planta ubicada en Blvd. Zacatecas km 9.5, un proyecto que incrementó su capacidad en un 35%, y que generó 2 mil empleos en la localidad.

Flextronics es una empresa mundialmente reconocida, por la variedad de productos que ofrece, ya que no se enfoca en un solo ramo de la productividad sino en varios, ya sea médico, de vigilancia, industrial, entre otros más, Flextronics está comprometido con los clientes a satisfacer todas sus necesidades y así lograr la satisfacción de cada uno de ellos, en esta empresa se acepta a todo tipo de personas, totalmente sanas o con alguna discapacidad ya que cuenta con valores y ética muy bien definidos.

Se realizan productos como cámaras de vigilancia, medidores de agua y de luz, impresoras, dobladoras, camillas de hospital, medidores de glucosa, entre otros aparatos.

A continuación, se presentan los organigramas de la empresa, (ver figura 1), del departamento, (ver figura 2) y del área OCADO, (ver figura 3).



Figura 1 Organigrama de la empresa, tomada de (Gallegos, M & Moreno.G 2020, 25 febrero).

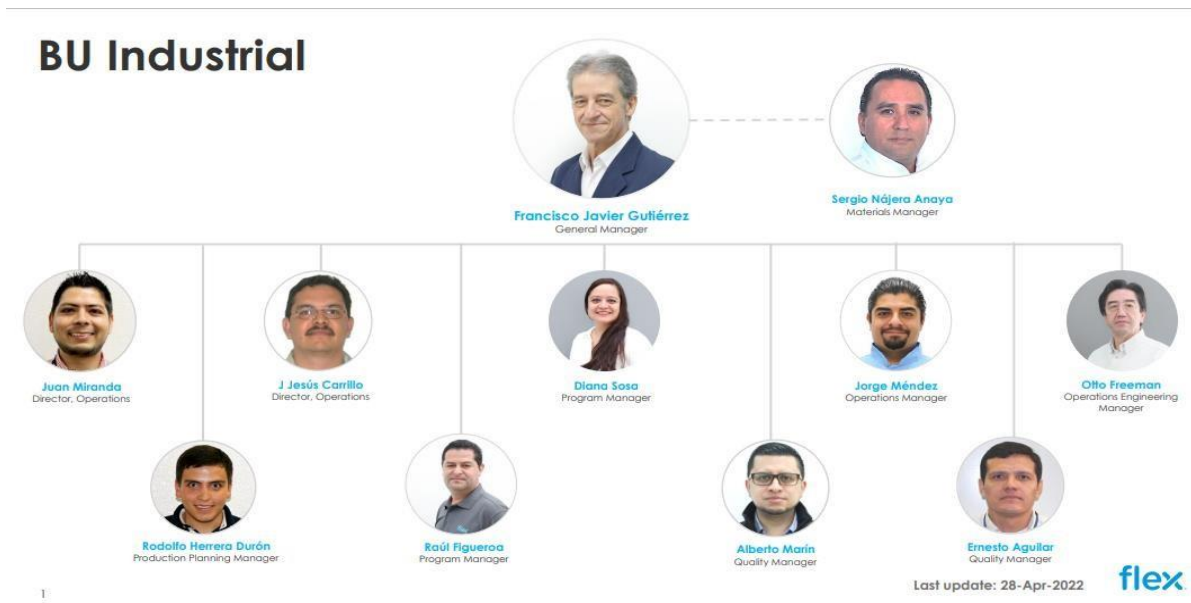


Figura 2 Organigrama del departamento, tomada de (Gallegos, M & Moreno.G 2020, 25 febrero).

El puesto que se ocupó por parte del residente fue en el área de ingeniería de manufactura enfocado en el almacén dentro de la línea de OCADO en la cual se realizan robots automatizados que ayudan a surtir los alimentos requeridos desde grandes almacenes, en esta área el encargado es el ingeniero Otto Freeman, apoyado de los ingenieros José Luis Guerrero y Raúl David, los cuales están más de cerca con todo lo referente a materiales, ellos se encargan de revisar que los materiales que el cliente solicita sean los que se están usando para ensamblar los robots.

Si el cliente pide algún cambio ellos son los responsables de verificar que se realice, así como del orden y el control de materiales en sistema, ya que se tiene registrado cada uno de los materiales existentes, y conforme se van usando, se descargan de almacén para ir registrando que material se va terminando y así realizar las compras oportunas de estos.

Para la realización de este proyecto se hará énfasis principalmente en la producción de esta línea, ya que tiene un problema con la productividad, buscando la base del problema se llegó a la conclusión de que es el almacén y el surtido de material por lo que se enfocará principalmente en esta área.

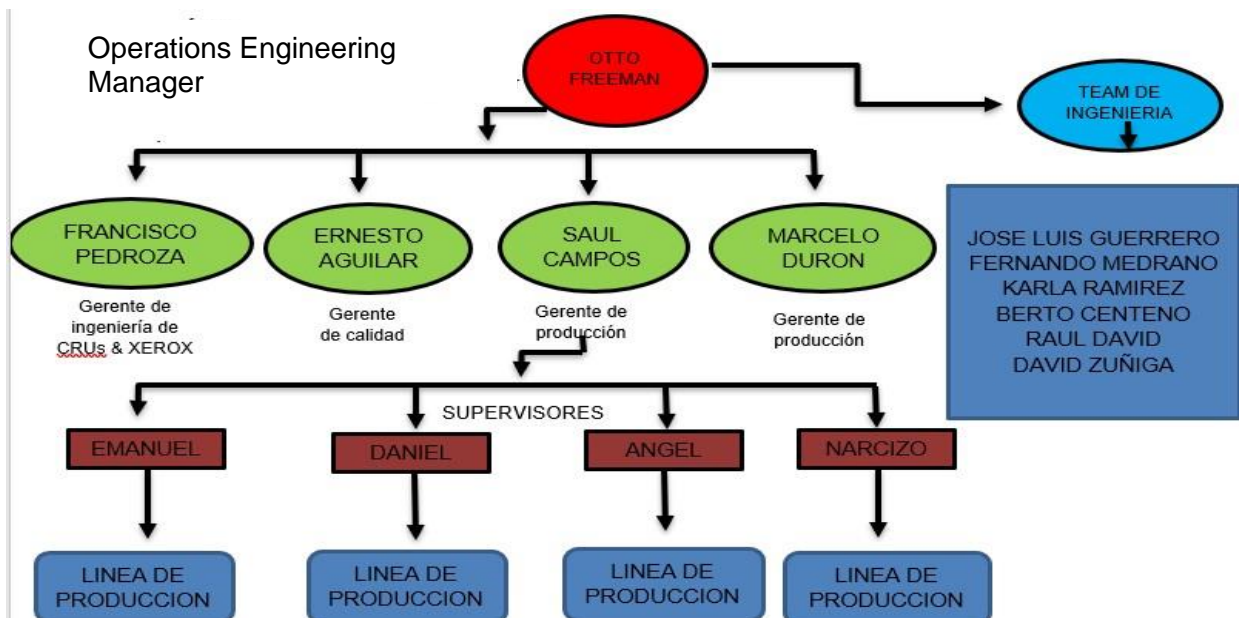


Figura 3 Organigrama de la línea OCADO.

## **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

Actualmente en la línea de OCADO comienza todo su proceso, en almacén que es donde se cuenta con todo el material necesario, este material se coloca en carros de kiteo que son llevados al área de línea final donde se ensamblan los robots automatizados que ayudan a surtir alimentos en grandes almacenes (bots), si este primer paso no se realiza de manera correcta, todo el proceso de elaboración de los bots podría fallar, ya que no se cuenta con el material adecuado.

Cada uno de los carros de kiteo cuenta con varias charolas que contienen el material necesario, estos se llenan con base a un photobom, que es una hoja que contiene el número de parte del material, la descripción y una imagen de este.

Esta línea comenzó hace aproximadamente un año y medio, por lo que se siguen mejorando tanto los procesos como la forma de surtido de material, debido a que no se ha logrado cumplir con la meta de producción establecida desde la instalación de la línea de producción. Lo anterior debido a los múltiples problemas que existen en el área, las causas de dichas problemáticas han impedido que la producción fluya y al contrario existan muchos paros de producción, lo que interrumpe un flujo continuo y establecer una productividad en un nivel alto.

Las personas que realizan el llenado de carritos, frecuentemente se equivocan de material, u olvidan colocar algunos en el carro de kiteo. Lo anterior, debido a que no existe un proceso para realizar el llenado de los carritos de material estandarizado por lo que cada operador lo realiza a su manera cometiendo así muchos errores; los errores que cometen los operadores en el surtido del carro afectan directamente el tiempo de producción lo que reduce la cantidad de piezas producidas que a su vez impacta en un incumplimiento de entregas al cliente.

Lo anterior se puede concretar en las siguientes problemáticas:

- ❖ Falta de capacitación: Las personas encargadas de el llenado de carritos lo hacen cada uno, a su manera, por lo tanto, no se tienen tiempos estándar, ni procesos establecidos, lo que genera retraso en la entrega de los carros y mal llenado de los mismos, lo que hace que la línea de producción se retrase.
- ❖ Almacén mal distribuido: Se cuentan con 12 raks de 5 niveles cada uno para la colocación de los materiales OCADO, pero el acomodo de estos y del material en ellos no es el más adecuado, lo que dificulta el recorrido de los carros entre los pasillos al momento de surtir el material.
- ❖ Carros desactualizados: Los photobom no tienen los cambios de materiales solicitados por el cliente actualizados, las etiquetas están en mal estado y equivocadas en cuanto a números y cantidades, lo que genera errores en el surtido del material.
- ❖ Falta identificaciones: Algunos de los raks no cuentan con identificaciones, o los carros no las tienen, lo que hace muy complicado saber que material corresponde a cada espacio, en algunas ocasiones ay diferencias en cuanto a números de parte y cantidades, en almacén se tienen unos y en los carros y photobom otros.

## **8. Justificación**

Después de haber analizado varias líneas de producción que pertenecen a la misma gerencia, como lo son XEROX (fabrican impresoras), scientific games (realizan máquinas para casinos), pitney bowes (ensamblan maquinas dobladoras de papel) y OCADO (ensamble de robots que surten alimentos de grandes almacenes), se observó que la línea de OCADO es de las más nuevas, ya que apenas tiene un año y medio que comenzó oficialmente.

Flextronics, así como tiene varios clientes que manejan la gran variedad de productos que se realizan, también tiene mucha competencia en el mercado, ya sea a nivel nacional e incluso mundial, por lo tanto, es de suma importancia ofrecer los mejores productos a los clientes en tiempo y forma para que así sigan siendo parte de la cartera de clientes de flextronics.

En el caso de la línea de OCADO, se están entregando los robots, pero en menores cantidades, ya que la línea no está produciendo lo necesario para cumplir con la demanda del cliente, al observar esto los primeros 8 meses, la gerencia envió a un inspector de su empresa el cual se encargó de realizar un análisis de todo lo referente a la línea, desde almacén, materiales, procesos, pruebas, etc.

En conjunto con el área de ingeniería y gerencia se llegó a la conclusión de que el problema más recurrente y de mayor impacto es el surtido de materiales, desde la falta de estandarización de surtido, hasta la selección de materiales incorrectos, con lo anterior se decidió darle una solución, sin embargo, es un hecho que no se ha realizado hasta el día de hoy.

Con todo lo anterior se notificó por parte del cliente a la organización de flextronics que no se consumirían más productos debido a las inconsistencias en las entregas de producción, por lo tanto, el cliente está considerando hacer el cambio de proveedor debido a la falta de cumplimiento en las entregas mensuales solicitadas.

El proyecto se perdió en la planta de flextronics Aguascalientes, se tiene un periodo corto para poder rescatar al cliente y poder demostrar que se cuenta con una línea de producción capaz de producir los requerimientos solicitados.

Junto con lo anterior se espera que el residente demuestre sus conocimientos teórico-prácticos adquiridos en el transcurso de la licenciatura y que pueda realizar un cambio para la empresa.



## **9. Objetivos (General y Específicos)**

### **9.1 Objetivo general**

Incrementar la eficiencia de la producción a un 80% en la línea de OCADO que se mide con base en la entrega a tiempo de los robots requeridos mensualmente por parte del cliente bajo una demanda previa de 600 robots al mes, de los cuales solo se producen actualmente 450, mediante la metodología Kaizen, para la mejora de la línea de producción hasta obtener una producción de al menos 480 robots mensuales, lo anterior mediante el proyecto que tendrá un tiempo de implementación de agosto-diciembre del año 2022.

### **9.2 Objetivos específicos**

- ❖ Conocer el proceso de producción, analizando los MPI's de cada una de las estaciones, analizando los procesos de manera presencial observando los movimientos que realizan, los materiales que requieren y como disponen de ellos.
- ❖ Investigar con control de producción, ingeniería y gerencia cual es el plan de producción mes con mes.
- ❖ Observar detenidamente las razones por las cuales no se está cumpliendo con la demanda solicitada por el cliente, tomar opiniones tanto de operarios, como de ingeniería y supervisión sobre las razones por las cuales no se cumple con lo solicitado.
- ❖ Analizar todas las posibles causas y realizar una clasificación de todas ellas, para así encontrar cual es la más grave y la que tiene una solución más rápida, realizando un diagrama de pescado con todas las causas.

- ❖ Realizar una lluvia de ideas, en conjunto con ingeniería y algunos operarios para obtener una solución.
  
- ❖ Realizar los cambios necesarios en el almacén, para solucionar el problema detectado.
  
- ❖ Evaluar los resultados, tomando en cuenta la producción generada después de la realización de los cambios.
  
- ❖ Medir la eficiencia de la línea, comparando la producción del mes anterior con la del último mes que se va a analizar.
  
- ❖ Estandarizar los procedimientos en relación con el proceso de llenado de carros en el almacén para así mejorar la eficiencia del proceso disminuyendo tiempos muertos, errores y aumentando por lo tanto la productividad, dejando evidencia en documentación estandarizada.

## CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

### 10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos en los que se basó este proyecto, los cuales fueron tomados con base en los objetivos establecidos y su correcto cumplimiento. Se tomo en consideración metodologías como Kaizen que es una metodología que logra la mejora continua que tiene diferentes fases las cuales son: planificación, análisis, gemba, implantación, análisis de resultados y estandarización; también partiendo de un análisis de causas mediante un diagrama de Ishikawa, continuando con el estudio de tiempos y movimientos, y con lo anterior logrando una estandarización de operaciones mediante un Instructivo de Proceso de Manufactura (MPI).

#### 10.1 Kaizen

Esta metodología de mejora continua se caracteriza por su implantación en pequeños pasos, sin grandes inversiones y con la participación de todos los empleados de la empresa.

Kaizen es una palabra japonesa que significa “cambiar para bien” o “cambiar para mejorar” representado en la (figura 4), (Santana, 2002).

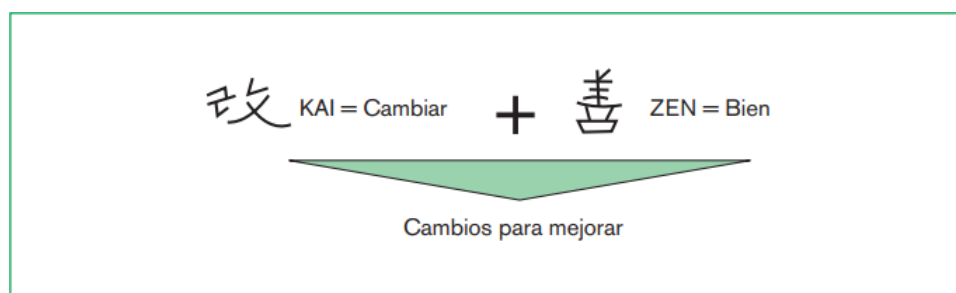


Figura 4 Significado de Kaizen, tomada de (Santana, 2002).

Kaizen es una metodología de mejora continua basada en un enfoque que se caracteriza por:

1. mejora en pequeños pasos
2. sin grandes inversiones
3. con la participación de todos los empleados
4. actuando, implantando rápidamente las mejoras.

La metodología Kaizen requiere la aportación de todas las personas de la empresa y sirve para aumentar su motivación. Anima al trabajo en equipo y enseña a sus integrantes a trabajar en la mejora de forma sistemática y ordenada, evitando en todo momento la fácil adopción de la idea feliz o de la idea sugerida por el “más jefe”.

A diferencia de lo que ocurre tradicionalmente en las empresas cuando se trata de analizar un problema para introducir una mejora, Kaizen aumenta el valor añadido mediante la supresión de desperdicios, en japonés Muda, y no por forzar mejoras.

Como se muestra en la figura 5, la auténtica mejora consiste en sustituir desperdicio por valor añadido y no en comprimir el valor añadido al forzar una determinada mejora, (Santana, 2002).

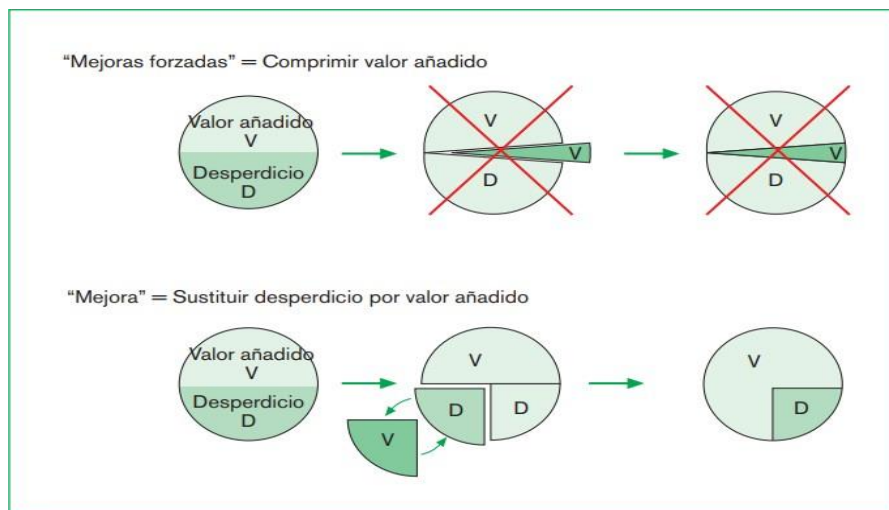


Figura 5 Aumento del valor añadido, tomada de (Santana, 2002).

Los grupos están formados por un máximo de seis personas, donde la opinión de cada uno de ellos tiene el mismo peso independientemente de su estatus jerárquico o de su grado de conocimiento directo del taller de mejora planteado. En los grupos también participan personas ajenas a los departamentos involucrados directamente en la problemática a analizar y de diferente rango.

De este modo el trabajo de grupo se enriquece con unas visiones externas más amplias y “menos contaminadas” por la rutina del trabajo diario. El trabajo del grupo sigue las tres etapas de la metodología Kaizen, planificación, análisis Gemba, reflejadas en la figura 6, (Santana, 2002).

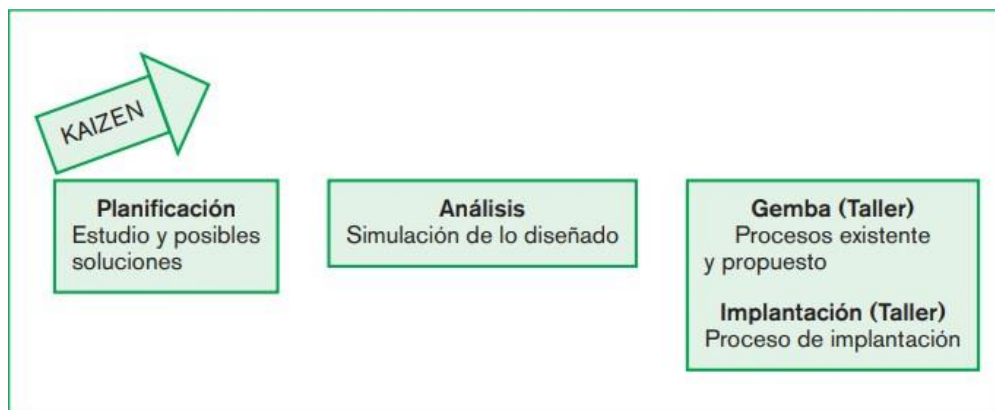


Figura 6 Etapas del desarrollo del Kaizen, tomada de (Santana, 2002).

En la etapa de planificación se realiza la toma de datos en planta, gráficos de movimientos y desplazamientos, tiempos de proceso invertidos, identificación de Muda o desperdicios, elección de objetivos de mejora y se plantean posibles alternativas de solución a la problemática planteada.

En la segunda etapa de análisis se procede a simular en “sala” las posibles soluciones. Siguiendo el criterio Kaizen, se exigen un mínimo de siete alternativas objeto de evaluación y simulación. Se elegirá la mejor de ellas y sólo ésta pasará a la tercera etapa o Gemba. En esta etapa, la solución elegida se simulará en taller y después de su simulación tendremos criterios acerca de su viabilidad e implantación, (Conesa, 2007).

Son múltiples los beneficios que se logran al aplicar una estrategia de Kaizen dentro de la organización, ya que esta filosofía de mejoramiento continuo permite alcanzar una mejor productividad y calidad, sin efectuar una inversión considerable de capital. Por otra parte, el Kaizen también es un enfoque humanista, ya que está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, (Santana, 2002).

Para el profesor Yoshinobu Nayatani, de la Osaka Electronics Communications University, las principales ventajas de la estrategia del Kaizen y la administración de control de calidad son los siguientes:

- ❖ Las personas entienden los asuntos críticos reales con mayor rapidez.
- ❖ Se pone mayor énfasis en la etapa de planeación.
- ❖ Se fomenta una forma de pensamiento orientada al proceso.
- ❖ Las personas concentran su atención en los asuntos de mayor importancia.
- ❖ Todos participan y contribuyen a la construcción de un nuevo sistema.

Mediante una estrategia de Kaizen, se logra que los negocios sean más productivos y lucrativos, sin descuidar el recurso más valioso de toda empresa, las personas, (Santana, 2002).

## **10.2 Diagrama de Ishikawa**

Estos diagramas son utilizados para explorar todas las causas reales o potenciales (entradas) que explican un efecto de interés (salida).

Se muestra la estructura en la figura 7, (Robayo, 2013).

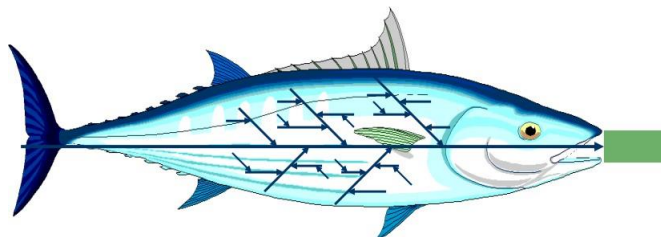


Figura 7 Estructura del diagrama de Ishikawa, tomada de (Robayo, 2013).

### **10.2.1 Procedimiento para elaborar Diagramas Ishikawa clasificando en grupos predeterminados**

1. Seleccione el efecto cuyas causas reales o potenciales desea encontrar.
2. Forme un equipo de 3 a 6 personas relacionadas con el problema.
3. Simplifique tanto como pueda el enunciado del problema, enciérrelo en un rectángulo situado al lado derecho de la hoja, y dibuje una flecha (eje principal) dirigida del lado izquierdo de la hoja hacia el rectángulo.
4. Haga una lista de los grupos o categorías dentro de las cuales va a buscar las causas reales o potenciales del efecto.
5. Enmarque las categorías en rectángulos situados alternadamente arriba y debajo del eje principal y haga incidir, de cada rectángulo, una flecha inclinada hacia la derecha, dirigida hacia el eje principal (figura 8), (Robayo, 2013).

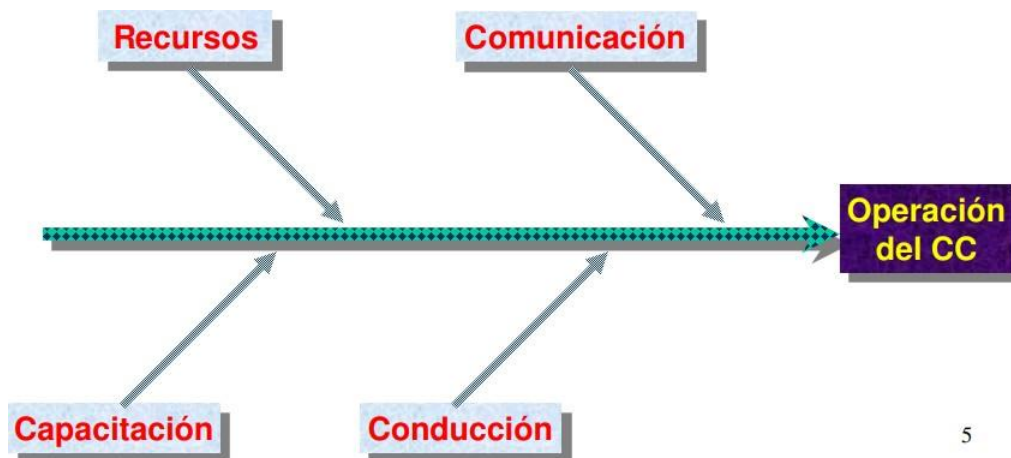


Figura 8 Ubicación de las categorías, tomada de (Robayo, 2013).

6. Por cada categoría en rectángulo (o causa primaria) haga a los miembros del equipo, la siguiente pregunta: ¿qué causas, relacionadas con esta categoría, explican el efecto?, Bautice las respuestas como “causas secundarias” y hágalas incidir, por medio de una flecha, hacia las flechas primarias (Robayo, 2013). Después de hacer la misma pregunta a los miembros del equipo para las demás categorías, el diagrama podría lucir así (ver figura 9).



Figura 9 Ubicación de causas secundarias, tomada de (Robayo, 2013).

7. Por cada causa secunda repita a los miembros del equipo, la pregunta: ¿qué causas, relacionadas con esta causa secundaria, explican el efecto? Bautice las respuestas como “causas terciarias” y hágalas incidir, por medio de una flecha, hacia las flechas secundarias. (ver figura 10), (Robayo, 2013).



Figura 10 Causas terciarias, tomada de (Robayo, 2013).



8. Continúe de esta manera preguntando y creando nuevas ramas en el Diagrama mientras siga identificando causas sobre las cuales sea posible actuar. En algunas ramas del diagrama llegará hasta un segundo nivel (hasta las causas secundarias); en otras a un tercero y en algunas más hasta un cuarto, (Robayo, 2013).

Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943, (Valenzuela, 2016).

El Diagrama de Ishikawa es también conocido con el nombre de espina de pescado (por su formar), o también llamado diagrama causa-efecto (CE). Esta es una herramienta que ayuda a estructurar la información ayudando a dar claridad, mediante un esquema gráfico, de las causas que producen un problema, pero en si no identifica la causa raíz.

Esta herramienta provee las siguientes funcionalidades básicas:

- ❖ Es una representación visual de aquellos factores que pueden contribuir a un efecto observado o fenómeno estudiado que está siendo examinado.
- ❖ La interrelación entre los posibles factores causales queda claramente especificada. Un factor causante puede aparecer repetidamente en diferentes partes del diagrama.
- ❖ Las interrelaciones se establecen generalmente en forma cualitativa e hipotética. Un diagrama CE es preparado como un preludeo al desarrollo de la información requerida para establecer la causalidad empírica, (Valenzuela, 2016).

En el análisis de un proceso industrial es frecuente realizar el diagrama de Ishikawa clasificando las causas según las “M”:

- ❖ Causas relacionadas con la Máquina (Machine). Por ejemplo, vibraciones.
- ❖ Causas relacionadas con la Materia prima (Material). Por ejemplo, diferencias entre proveedores.
- ❖ Causas relacionadas con la Método de trabajo (Method). Por ejemplo, realización de secuencias de trabajo equivocadas, etc.
- ❖ Causas relacionadas con el Operario (Men). En este caso en español no empieza con “m”. Por ejemplo, falta de formación, problemas de vista, etc.
- ❖ Causas relacionadas con el Medio ambiente (Environment). En este caso en inglés no empieza con “m”. Por ejemplo, cambios de temperatura, etc.

Es importante ordenar estas causas en grupos que tengan alguna afinidad (como es el caso de los propuestos anteriormente para el caso de una máquina industrial). En general debe profundizarse hasta alcanzar al menos tres niveles de profundidad (Ishikawa recomendaba no parar hasta llegar al quinto nivel), (Ramirez, 2009).

### **10.2.2 Ventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa**

- ❖ La herramienta establece el análisis de tendencias y la manera en que están distribuidos los datos, con el objetivo primordial de analizar los inconvenientes para tomar las acciones necesarias para su solución Tari (2000) citado por Romero & Camacho (2010).

- ❖ De acuerdo con Novillo, Maldonado, Labanda & Salcedo (2017) que citan a (Fukui, et al.2003) es una herramienta sencilla de interpretar y analizar los datos dentro del proceso se observan las causas de acuerdo un problema y los efectos que conlleva y pueden ser controlables. empezando desde un problema familiar hasta los educativos.
- ❖ Así mismo, Romero& Camacho (2010) afirman que el diagrama de Ishikawa tiene como fin permitir a la organización trabajar con grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar exactamente las posibles causas lo que, finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales, (Burgasi , Cobo , Perez, Pilacuan, & Rocha, 2021).

### **10.2.3 Desventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa**

- ❖ Novillo, Maldonado, et al (2017) concuerdan con Espinel (2007), en el sentido de que existen investigaciones que demuestran que hay falencias en la elaboración de los histogramas y los diagramas, así como dificultades en su comprensión.
- ❖ Según Aguirre Sánchez & Delgado (2017), el diagrama de Ishikawa es una herramienta ampliamente utilizada, sin embargo, existen dos problemas cruciales que tienen que ser considerados en este proceso: la subjetividad en la evaluación del experto y el componente difuso en la lingüística.
- ❖ Fishbone Diagrams (2016) citado por Aguirre Sánchez & Delgado (2017) indicó que una desventaja del diagrama es que puede otorgar aproximaciones divergentes, lo que conlleva a un gasto de energía improductivo a causa de la especulación, (Burgasi , Cobo , Perez, Pilacuan, & Rocha, 2021).

### **10.3 Lluvia de ideas**

La lluvia de ideas es una estrategia útil para formular posibles soluciones. Puede hacerse de manera individual y después comparar en equipo.

Muchas personas están familiarizadas con la técnica de lluvia de ideas y entrevistas, sin embargo, aquí se presentan algunos recordatorios:

- ❖ Recolecta tantas ideas como sea posible de parte de todos los participantes, sin criticar ni juzgar mientras las ideas son generadas.
- ❖ Todas las ideas son bienvenidas no importa que tontas o lejos parezcan. Se creativo, mientras más ideas mejor, porque en este punto no sabes que podría funcionar.
- ❖ Ninguna discusión secundaria debería de tomar lugar durante la lluvia de ideas, ya que el momento de discutir las será al final cuando se haya completado la actividad.
- ❖ No criticar ni juzgar. Ni siquiera quejarse ni fruncir el ceño o reírse, ya que todas las ideas son iguales en este punto.
- ❖ No construyas en las ideas de otros.
- ❖ Escribe todas las ideas en una pizarra para que el grupo completo pueda visualizarlas, puedes usar el diagrama de Causa-Efecto para ayudar a capturar la información.
- ❖ Establece una hora límite para la lluvia de ideas. 30 minutos es casi suficiente, (Ovalles Acosta, 2017).

## **10.4 Toma de tiempos**

Es innegable que dentro de las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es la toma de tiempos, o por lo menos es la que más nos permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición, (Vizuete, 2014).

### **10.4.1 ¿Qué es la toma de tiempos?**

Es la medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida, (Vizuete, 2014).

Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente de constante inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo. Debe explicar al operario el porqué del estudio y responder a toda pregunta pertinente que de tiempo en tiempo le haga el operario, (Vizuete, 2014).

### **10.4.2 Herramientas para toma de tiempos**

No hay nada más acertado que un Ingeniero Industrial efectuando sus funciones con las herramientas indicadas y en el mejor estado. La toma de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental:

- ❖ Cronómetro;
- ❖ Tablero (Clipboard);
- ❖ Formularios de estudio de tiempos.

Son los útiles que deberá portar en todo momento el especialista en tiempos, sin embargo, existen una serie de elementos con los que este deberá contar, además de tener al alcance instrumentos de medición dependiendo de las operaciones que incluya el proceso, (Vizuete, 2014).

### **10.4.3 Cronómetro**

Ciertos instrumentos registradores de tiempos que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas:

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- ❖ El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- ❖ El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza tradicionalmente y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro, (Vizuete, 2014).

Tablero para formularios de toma de tiempos

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son: su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande, (Vizuete, 2014).

En la actualidad pueden conseguirse tableros que integren cronómetros electrónicos e incluso calculadoras, estos son una herramienta que simplifica mucho los movimientos del especialista.

### **10.4.4 Formularios para el estudio de tiempos**

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas), (Vizuete, 2014).

#### **10.4.5 Cronometraje del trabajo**

Existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro, estos son:

- ❖ Cronometraje acumulativo
- ❖ Cronometraje con vuelta a cero.

El cronometraje acumulativo consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio

El cronometraje con vuelta a cero consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada operación, es decir, al acabar cada operación se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar la operación siguiente, (Vizuete, 2014).

#### **10.4.6 Análisis de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempo y movimiento es una técnica de gran ayuda para las empresas, el cual no es valorado actualmente. Esta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz. El estudio de tiempo y movimiento va dirigido a la mejora de la productividad y fue utilizada desde los siglos XIX. El GSD proporciona un enfoque al área de manufactura en donde se establecen tiempos de fabricación consistentes los cuales reducen los costes de esta, (Noris, Victor, & Isabel , 2022).

#### **10.4.7 Definición**

Es un procedimiento sistemático que permite determinar el tiempo real para elaborar un producto eliminando movimientos innecesarios, (Bautista, 2013).

Finalidad: la finalidad del estudio de tiempos y movimientos es hacer que la realización del trabajo sea más fácil y productiva, mejorando los movimientos y los tiempos en que se lleva a cabo ese trabajo. La rutina seguida en el estudio de métodos como es la investigación, las técnicas y la actitud adecuada para un estudio de métodos se aplica de igual forma en estudio de tiempos y movimientos.

Lo más importante de este estudio es detectar movimientos inútiles. El estudio de tiempos es una ayuda al estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado se confirma mediante una reducción del tiempo. Mide el trabajo necesario para elaborar un producto y este estudio se justifica por ser una de las bases para el pago de salarios.

Su objetivo es determinar el tiempo estándar para una operación, es decir el tiempo que requiere un operador calificado y totalmente adiestrado para realizar la operación aplicando un método específico y trabajando a un ritmo normal, (Bautista, 2013).

#### **10.4.8 Introducción al estudio de movimientos**

Más que nadie a los Gilbert, Frank y su esposa Lillian, es a quienes se debe que la industria reconociera la importancia de un estudio minucioso de los movimientos de una persona en relación con su capacidad para aumentar la producción, reducir la fatiga e instruir a los operarios acerca del mejor método para llevar a cabo una operación, (Bautista, 2013).

Los Gilbert también desarrollaron las técnicas de análisis ciclo gráfico para estudiar la trayectoria de los movimientos efectuados por un operario y consiste en fijar una pequeña lámpara eléctrica al dedo o la parte del cuerpo en estudio, y registrar después fotográficamente los movimientos mientras los operarios efectúan el trabajo u operación. La toma resultante es un registro permanente de la trayectoria de los movimientos y puede analizarse para lograr una posible mejora, (Bautista, 2013).

#### **10.4.9 Movimientos fundamentales**

Gilbreth denominó “therblig” a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas:

- ❖ **Buscar:** es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o mueven en un intento de localizar un objeto, y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado. Buscar es un therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre.



- ❖ Seleccionar: este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejante. También es considerado ineficiente.
- ❖ Tomar (o asir): este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. Es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar.
- ❖ Alcanzar: corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencias hacia un objeto o retirándola de él. Puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo del trabajo. Sin embargo, sí puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.
- ❖ Mover: comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo.
- ❖ Sostener: esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil. Es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo.
- ❖ Soltar: este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto.

- ❖ Colocar en posición: Tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad, de hecho, de colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos.
- ❖ Recolocar en posición: este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.
- ❖ Inspeccionar: es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.
- ❖ Ensamblar: es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas entonantes. Es objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.
- ❖ Desensamblar: ocurre cuando se separan piezas entonantes unidas. Es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig.
- ❖ Usar: es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante el ciclo en que se ejecuta trabajo productivo.
- ❖ Demora (o retraso) inevitable: corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentando por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.
- ❖ Demora (o retraso) evitable: es todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente.

- ❖ Planear: es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir, (Bautista, 2013).
- ❖ Descansar (hacer alto en el trabajo): Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga.

#### **10.4.10 Principios de la economía de movimientos**

Los principios par ahorro de movimientos también está en la ergonomía brindada al obrero en cada sitio de trabajo. El principio de ahorro de energía es relativo a:

##### **10.4.10.1 El uso del cuerpo humano**

Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso. Los movimientos de las manos deber ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.

Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.

Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.

Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos, los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo, los pies no pueden accionar pedales eficientes cuando el operario está de pie los movimientos de torsión deben realizarse con los dedos flexionados, para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercano a la palma de la mano.

Disposición y condiciones de ergonomía en el sitio de trabajo, deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover.

Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical, conviene proporcionar un asiento cómodo al operario de la altura y tipo adecuadas para que se sienta en la postura adecuada. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.

Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados, deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, en la concepción del lugar de trabajo deben aplicarse las reglas de la ergonomía, (Bautista,2013).

### **10.5 HOE-MPI**

Una lista detallada de todos los componentes relacionados con un proceso en particular. A menudo incluyendo elementos como el diseño, la fabricación y la distribución, una hoja de operaciones estándar proporcionará una estimación del tiempo requerido para completar cada etapa. También se divide con frecuencia en dos secciones, manual y robot, para definir con más precisión el tiempo que se pasa entre los dos tipos de trabajo de fabricación. Una hoja operativa estándar es una herramienta utilizada en la fabricación ajustada que tiene como objetivo mejorar el proceso en su conjunto a través de la estandarización.

Esta hoja se utiliza para calcular la combinación de varios factores de tiempo en la producción, a saber, el tiempo de trabajo manual, el tiempo de marcha, así como el tiempo de procesamiento real requerido por cada máquina involucrada en el proceso, (Balderas, 2022).

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

### **11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

A continuación, se describen cada una de las actividades realizadas para que este proyecto fuera realizado con éxito, de manera general se explican cada uno de los pasos que se siguieron para lograr cumplir cada una de estas actividades.

Como se mencionó anteriormente el procedimiento se dio mediante la metodología **KAIZEN** que fue seleccionada para dar seguimiento a este proyecto, aquí se especifican las actividades a realizar y el periodo de tiempo en el que se llevaran a cabo, todas ellas dentro de los 4 meses hábiles para residencias en el año 2022.

Se implementó de acuerdo con las fases que se utilizan en Kaizen.

#### 1. Planificación

Para comenzar con el desarrollo de este proyecto el conjunto de ingenieros, gerentes y encargados de distintas áreas, definieron en que área sería más conveniente la realización de esta mejora, enseguida cual era el mayor problema de esta línea, y así se definió el problema a tratar.

Enseguida se analizaron las posibles causas de toda esta problemática.

#### 2. Análisis

Se realizó una toma de tiempos de las actividades que se realizan actualmente, con las cuales se hizo un análisis de tiempos.

#### 3. Gemba

En esta parte se realizó la recolección de ideas ya en piso, sobre las posibles causas de este problema, en la cual participaron los operarios, supervisores, calidad e ingeniería.

#### 4. Implantación

Una vez que se detectó la causa principal del problema, y que ya se definieron las soluciones, se implementan cada una de ellas.

#### 5. Análisis de resultados

Después de que se implementaron las soluciones definidas por el equipo, se realiza nuevamente un análisis de tiempos para ver los resultados del cambio, y saber si la mejora realizada funciona y nos ayudó a solucionar el problema, realizando una comparativa de la producción de un mes anterior con la del presente.

#### 6. Estandarización

Una vez analizada y validada la adaptación de los cambios, se procede a realizar la correcta estandarización de estos.

## **11.1 Planificación**

Se realizó una reunión entre gerentes, ingenieros y supervisores de las áreas que pertenecen a la misma gerencia, analizando todas las áreas que están involucradas, se llegó a la conclusión de que:

OCADO, es actualmente el área que más dinero le está dejando a la empresa y aunque tiene muy poco tiempo de haber iniciado (2 años aproximadamente) perder a este cliente causaría un impacto muy grande en la economía de la empresa, por lo tanto, se tomó este producto como el área de estudio para esta mejora, ay muchos errores en la línea pero el que más afecta es la falta de cumplimiento en tiempo con los robots solicitados por el cliente, ya que esto podría ocasionar que el cliente nos quite el proyecto y esto trae consigo muchas pérdidas económicas, por lo que ay que solucionar o disminuir en lo mayor posible esta situación.

## **11.2 Análisis**

Después de eso se realizó la recolección de varios datos sobre los tiempos de realización de las actividades al momento de surtir los materiales, desde el tiempo de vaciado de los carros, el de llenado y el de trayecto hasta el almacén.

Primeramente, se tomó el tiempo de llenado de cada carro, (ver tabla 1) para realizarlo cada una de las 6 personas encargadas toma un carro y es del que se encarga durante todo el turno. Aquí se observa el tiempo en minutos que se tarda cada una de ellas en terminar un carro de principio a fin, el tiempo varía entre cada carro debido a que algunos tienen más piezas que otros o se les complica más encontrar los materiales.

*Tabla 1 Tiempo de llenado de carros*

TIEMPO DE LLENADO DE CARROS	
CARRO 1	23 min
CARRO 2	25 min
CARRO 3	30 min
CARRO 4	40 min
CARRO OTGA	10 min
CARRO SHELF	10 min

En esta tabla se puede observar la gran variación que existe entre cada uno de los carros, por lo tanto, ay personal sin trabajo mientras que con otros carros la línea llega a parar por lo tardado que es llenarlos.

Enseguida se tomaron los tiempos en que se vacían los carros (ver tabla 2), los tiempos de ensamble de todos los materiales que contiene cada uno de ellos.

Tabla 2 Tiempo de ensamble

TIEMPO DE ENSAMBLE					
SUB-10	20 min	CARRO 1	SUB-140	30 min	CARRO 3
SUB-20			SUB-150	25 min	
SUB-30			SUB-160	15 min	
SUB-40			SUB-170	18 min	CARRO 4
SUB-50	15 min		FINAL 10	20 min	
SUB-60	45 min		FINAL 20	15 min	
SUB-70	30 min		FINAL 30	15 min	
SUB-80	10 min		FINAL 40	25 min	
SUB-90	45 min	FINAL 50	15 min		
SUB-100	30 min	FINAL 60	25 min		
SUB-110	15 min	CARRO 2	FINAL 70	20 min	
SUB-120	10 min		CARRO SHELF		
SUB-130	5 min				

Para poder llevar los carros de material de la línea de ensamble a el almacén y viceversa, se realiza una trayectoria muy larga (ver figuras 11 y 12).

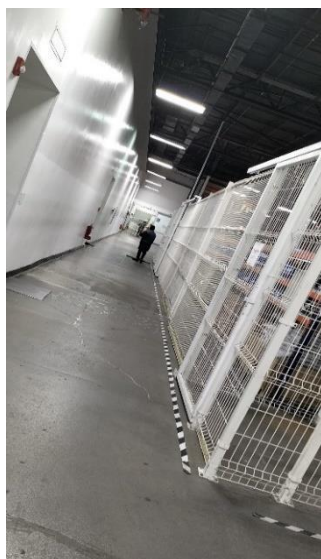


Figura 11 Trayectoria del carro

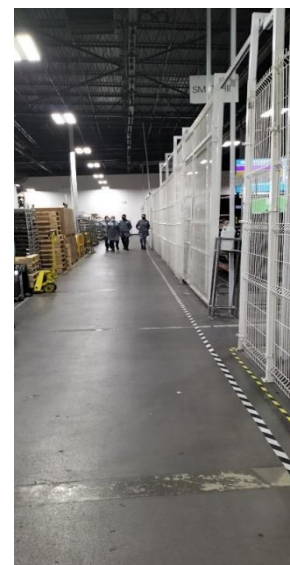


Figura 12 Trayectoria del carro



Todo este recorrido da un total de 2.20 minutos de ida y otros 2.20 de regreso, por lo tanto, por viaje son 4.40 minutos solo en el traslado, a este tiempo se le suma que para poder sacar carros se tiene que registrar el material en la “aduana”, en la cual se tardan aproximadamente 3 minutos en atender a las movedoras.

Uno de los problemas más notorios fue el tiempo de traslado entre el almacén y la línea de ensamble, por lo que se realizó una entrada al almacén más cercana a nuestra área, con la finalidad de que ya no se traslade tan lejos el carrito, y ya solo se atiendan a las movedoras de OCADO, por esta aduana.

### **11.3 Gemba**

Lluvia de ideas acerca de cuál podría ser la causa del problema

*Tabla 3 Lluvia de ideas*

OPERARIOS	Falta de material. Materiales equivocados. Carros de material que no llegan a tiempo.
SUPERVISORES	Operarios no conocen el proceso. Falta velocidad en los operarios. Ausencias de personal.
PERSONAL DE MATERIALES	Carros difíciles de mover. Mucho recorrido hasta el almacén. No existe un proceso a seguir. Materiales revueltos. Falta una referencia para saber que materiales se deben surtir.

Se realizó una encuesta los operarios que son los que saben más de los problemas que se presentan en la línea, a los supervisores encargados de que se cumplan las metas productivas y a los encargados de surtir el material a la línea de ensamble, de tal manera que nos dijeran cuales creían que son las causas más probables de este problema, todas las ideas que nos dieron se plasmaron en esta tabla, (ver tabla 3).

Posteriormente toda la información se separó en un diagrama de Ishikawa (ver ilustración 13) basado en las 5M mencionadas en nuestro marco teórico, de tal manera que se separaron cada una de ellas en los subgrupos correspondientes, observando así cual era el mayor problema, en este caso la materia prima, la cual será en la que se enfocará el proyecto.

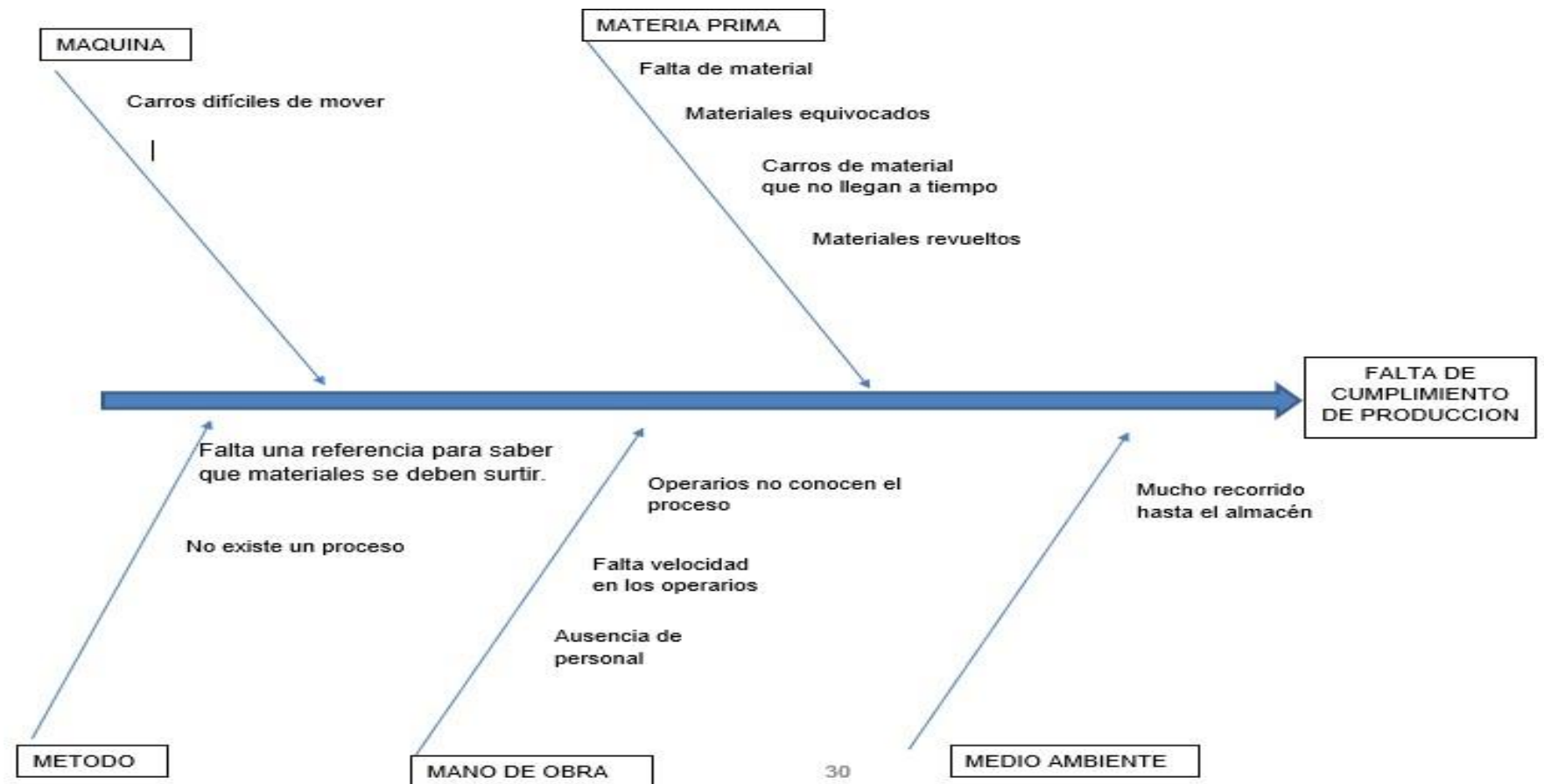


Figura 13 Diagrama de Ishikawa

Tomando en cuenta las ideas recabadas en piso, para identificar la verdadera causa, se realizó el diagrama de Ishikawa de la (figura 13), por lo tanto, podemos concluir que, aunque puede haber muchas causas para que se de este tipo de problemas, en esta ocasión el principal es en los materiales que llegan a línea, esto incluye tiempos y materiales que se surten o no al personal operario.

#### **11.4 Implantación**

Se realizó el requerimiento de la disminución de tamaño de los carros, para que de esta manera sea más sencillo su transporte y manejo dentro del almacén, para lo cual se tuvo que gestionar con los directivos, usando las siguientes justificaciones:

El proveedor trabajara en esta conversión de carros de kiteo, en sincronía con la línea de producción para evitar impactos en cumplimiento del plan de producción diario.

Este trabajo es con el fin de reducir los gastos por mantenimiento de los carros de kiteo actuales, ya que el constante cambio de rieles que llevan los actuales carros de kiteo es costoso. El cambio recurrente de los rieles encarece el mantenimiento y tuvimos que desarrollar un nuevo diseño que nos permita eliminar el gasto.

Explico también por qué la necesidad y beneficios de este trabajo. (conversión de carros largos actuales en creeform a carros cortos en PTR).

1. Es carro más liviano y estable para el acarreo de los materiales, del almacén a línea de ensamble.
2. Se eliminan rieles de corredera con balines, por corredera guía de junquillo con solera (nuevo diseño).
3. Carros más durables y robustos para el manejo y acarreo de materiales, cambio de tubos creeforman a PTR.
4. Mas ergonómicos para kiteadores y acarreadores. Se reduce el tamaño del carro.
5. Nuevo diseño desarrollado por el proveedor e ingeniería de manufactura Flex.



Figura 14 Carro inicial



Figura 15 Carro modificado

Es una gran diferencia en cuanto a tamaño y a manejo de este, es más rápido y no estorba tanto, se puede observar el gran cambio entre uno y otro (ver figuras 14 &15).

Se realizó el etiquetado para los materiales, basados en una secuencia de ensamble, se le coloco etiqueta correcta a él rack, a dos bins por material y a las charolas de quiteo (ver figura 16), en estas etiquetas muestra:

- ❖ Secuencia por orden de uso.
- ❖ Cantidad de piezas que se deberían colocar.
- ❖ Numero de parte de cada uno de ellos.
- ❖ Foto de la pieza.



Figura 16 Etiquetas para kiteo

### **11.5 Análisis de resultados.**

Con el uso de este MPI el llenado de los carros es más rápido, ya que todas las movedoras saben cuáles son los pasos a seguir para realizar el llenado correctamente. Con el cambio de los carros, es más rápido transportarlos y realizar el llenado de estos en el almacén, son más ergonómicos.

Y finalmente con la implementación de la aduana más cerca, se redujeron considerablemente los tiempos de traslados ya que como solo se usa para este producto, no tarda más de 1 minuto en atender a las movedoras y darles salida a los carros, en el caso del tiempo de traslado de almacén a línea y viceversa, se redujo de un 2.20 minutos hasta 1.05 de ida y 1.05 de regreso.

Se volvieron a tomar tiempos de los llenados de los carros, usando los carros más pequeños y el MPI realizado con anterioridad y a continuación se presentan los datos obtenidos, (ver tabla 4).

*Tabla 4 Tiempos actualizados de llenado*

TIEMPO DE LLENADO DE CARROS	
CARRO 1	14 min
CARRO 2	13 min
CARRO 3	12 min
CARRO 4	22 min
CARRO OTGA	6 min
CARRO SHELF	3 min

Como se puede observar, los cambios fueron muy significativos en cuanto a los tiempos tomados, ya que disminuyeron considerablemente haciendo así el proceso de ensamble más rápido, puesto que los operarios tienen sus materiales en tiempo y forma para realizar así los robots solicitados.

*Tabla 5 Tiempo inicial de llenado*

TIEMPO DE LLENADO DE CARROS	
CARRO 1	23 min
CARRO 2	25 min
CARRO 3	30 min
CARRO 4	40 min
CARRO OTGA	10 min
CARRO SHELF	10 min

*Tabla 6 Tiempo final de llenado*

TIEMPO DE LLENADO DE CARROS	
CARRO 1	14 min
CARRO 2	13 min
CARRO 3	12 min
CARRO 4	22 min
CARRO OTGA	6 min
CARRO SHELF	3 min

*Tabla 7 Diferencia de tiempos*

DIFERENCIA
9 min
12 min
18 min
18 min
4 min
7 min

Como podemos observar es muy considerable la disminución de los tiempos obtenidos (ver tabla 8) en un inicio (ver tabla 6) y después de la realización de todos los cambios mencionados anteriormente, (ver tabla 7), no es posible mantener un mismo tiempo en el llenado de todos los carros, debido a que cada uno contiene distinta cantidad de materiales. Los tiempos de vaciado de los carros son los mismos, debido a que no se realizaron modificaciones en el ensamble, solo la producción aumenta debido a que se tienen los materiales en tiempo.

Con la realización de las mejoras descritas a lo largo de este proyecto se logró cumplir con los objetivos propuestos en un inicio e incluso superarlos, ya que la producción se incrementó hasta obtener 490 bots por mes, cuando se había propuesto un alcance de 480.

El proceso nos ayudó a realizar los análisis correspondientes en piso, así como realizar comparaciones de todos los tiempos que se involucran en el proceso, con ello cumplimos nuestros objetivos específicos, ya que logramos interactuar con los operarios en la línea de producción, para obtener las posibles causas, pero también con gerencia y control de producción para medir el progreso obtenido dentro de esta.

### **11.6 Estandarización**

Se realizó un MPI en el cual se establece el proceso que se debe llevar a cabo cada vez que llegue una persona nueva a surtir los carros de kiteo, (ver figura 17).

Con el uso de este MPI el llenado de los carros es más rápido, ya que todas las movernoras saben cuáles son los pasos a seguir para realizar el llenado correctamente.

Con el cambio de los carros, es más rápido transportarlos y realizar el llenado de estos en el almacén, son más ergonómicos.



FECHA DE EMISION: 06/10/2020  
 ELABORACION: José Luis Guerrero  
 APROBACION: Guadalupe SMKT OCADO

CLIENTE / EMPRESA: OCADO  
 ID + REV: OSU-NI-TSD01027-D  
 DESCRIPCION DEL PRODUCTO: SMKT OSU  
 NO. DE PARTES: OSU-181000-PL/OSU-181000-RL/OSU-181000-RA/OSU-181000-BA/OSU-181000-BA  
 MAQUINA: 2 DE 3

**TQC**

Al inicio de cada turno laboral y antes de **comenzar** el proceso para el llenado de los carros de kites, revisar y validar que el SMKT se encuentre **ir pío, ordenado, bien identificado, sin material roto** y sin exceso de **material**. En caso de encontrar alguna condición antes descrita, reportar al supervisor de materiales del área o al especialista de **OCADO** y al ingeniero de manufactura para corregir.

**OPERACION**

4.- El rack de SMKT de OCADO **está** identificado conforme a la secuencia de uso de cada material, respecto a la secuencia de ensamble del BOT, definida por ingeniería de manufactura.

5.- Para el llenado del carro kit, el **operario** tomará la cantidad de componentes por **cantidad** de parte, lo cual se indica en cada etiqueta, y los irá colocando en cada charola, en la misma secuencia de ensamble del BOT, definido por Ingeniería de Manufactura. Cada charola del carro de kites tiene un color (código de colores) para su fácil **identificación** de los materiales. **IMPORTANTE:** Retire el papel o cartón que protege la parte y **deponerlo** dentro del contenedor correspondiente. No coloque el papel o cartón sobre **las charolas**, evite contaminarlas de **partículas** o residuos del papel o cartón retirado, **deponiéndolo** en el contenedor.

6.- Cada etiqueta de identificación para cada material indica, número de secuencia, cantidad a surtir, número de parte, descripción del ensamble, código de colores, foto de la parte y código de barras.

**VERIFICACION**

Revise que el material en el carro este **de acuerdo** a la etiqueta del mismo y a la etiqueta que se encuentra pegada en el rack.

**SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

Usar el cabello corto o recogido, no usar cadenas, anillos, pulseras, mangas sueltas u otros objetos que puedan ser factor de riesgo durante la operación, apagar la luz de su estación en horas no productivas.

Al finalizar el turno, no olvidés limpiar tu **zona** y herramientas de trabajo y colocarlas en sus áreas asignadas.

**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL (EPP)**

Lentes, Zapatos de seguridad, Bota antiestática y Guantes de resistencia.

Es su responsabilidad el utilizar en forma adecuada el equipo de seguridad y las herramientas del proceso.



Ruta de Picking



Carro de kiteo vacío



Charola de kiteo vacía



Charola de kiteo completa

HERRAMIENTAS				EPP		MATERIALES			
Icono	Num. de <del>uso</del>	Descripción	Torque	Icono	Icono	Icono	Icono	Icono	Icono
	1	N/A	N/A						
	2	N/A	N/A						
	3	N/A	N/A						
	4	N/A	N/A						
	5	N/A	N/A						

Figura 17 Instructivo del proceso de manufactura

## **11.7 Cronograma de actividades**

*Tabla 5 Cronograma de actividades*

<b>Actividades</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>1. Planificación</b>				
<b>2. Análisis</b>				
<b>3. Gemba</b>				
<b>4. Implantación</b>				
<b>5. Análisis de resultados</b>				
<b>6. Estandarización</b>				

Las actividades descritas en el cronograma (ver tabla 8) son todas aquellas fases que se desarrollaran.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### **12. Resultados**

Las actividades realizadas fueron como ya se mencionó planificación, donde se realizó una reunión entre gerentes y personal de más alto rango, para llevar a cabo el análisis en cuanto a las líneas y sus áreas de oportunidad, teniendo en cuenta los clientes y sus exigencias para así lograr definir el área en la que se trabajó el proyecto y la principal problemática que presenta.

En el análisis se realizó una toma de tiempos de todas las actividades relacionadas a la producción, gracias a lo cual se pudo realizar un análisis más completo de la línea y observar cuales eran los factores que más tiempo le restaban al flujo de producción.

Al pasar a la etapa de gemba se logró realizar la recolección y análisis de las opiniones de los operarios, personal de ingeniería y supervisión, sobre las causas más probables de esta problemática, recopilando estos datos en un diagrama de Ishikawa que fue de gran utilidad para darnos cuenta de que la principal problemática de este problema es el área de materiales.

Teniendo toda la información recaudada, se implementaron cambios en las herramientas de trabajo del personal de materiales, así como los cambios necesarios en el proceso de llenado de estos, logrando así una mejora considerable más que nada en la comodidad del personal para realizar su trabajo.

Una vez implementados los cambios, se procedió a volver a analizar los tiempos y la cantidad de piezas producidas en el turno, para hacer un contraste contra lo que se tenía anteriormente, obteniendo así los resultados esperados, para cumplir con el objetivo establecido en un inicio.

Tabla 6 Aumento de producción mensual

PIEZAS PRODUCIDAS INICIALMENTE	PIEZAS PRODUCIDAS DESPUES DE LA MEJORA
450	490

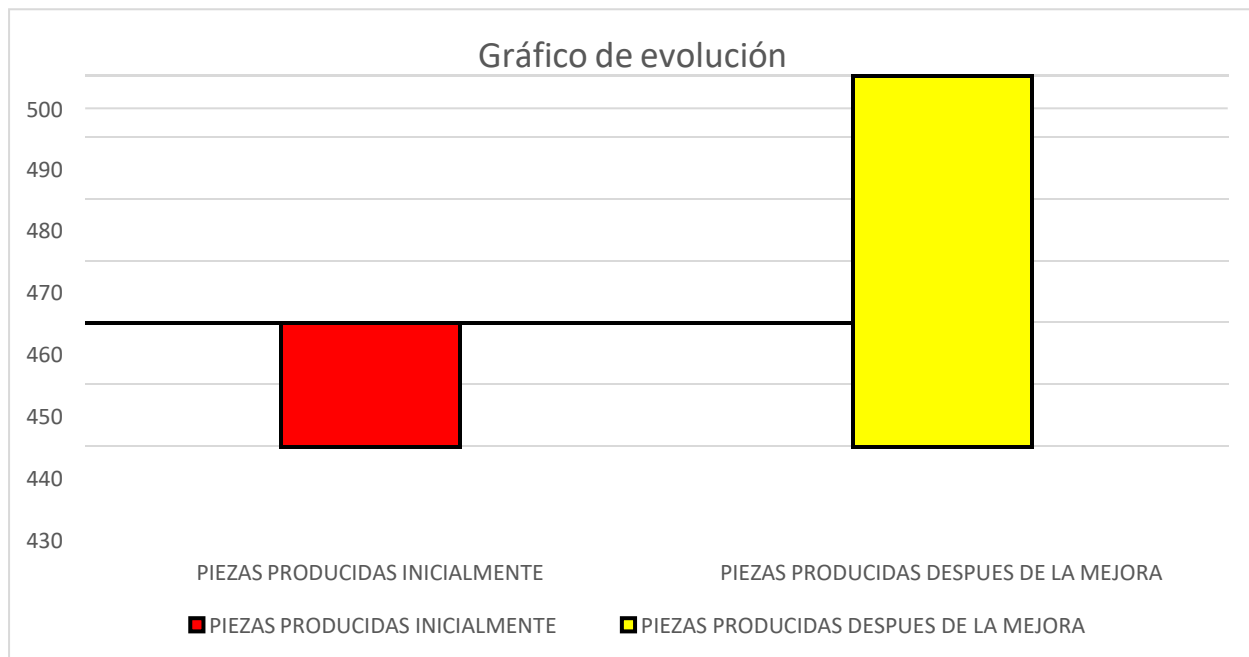


Figura 18 Grafica de aumento de producción mensual

Al realizar el análisis final de los resultados se puede observar (ver tabla 6 & figura 18) el cambio que hubo en cuanto a la producción de la línea, demostrando así que se cumplió el objetivo planteado y se obtuvo un incremento mayor de lo esperado en la producción mensual de la línea de OCADO.

Finalmente, para que el cambio realizado quedara estandarizado y se realizara así el proceso de aquí en adelante, se elaboró una HOE o MPI (Instructivo de proceso de manufactura), en el cual se establece todo el proceso que se debe realizar para que los carros se surtan con el material necesario y correcto.

A continuación, los resultados alcanzados en contraste con los objetivos declarados al inicio del proyecto se pueden evaluar en la siguiente tabla, (ver tabla 9).

Tabla 7 Resultados alcanzados

Objetivo Propuesto	Resultado Esperado
Incrementar la eficiencia de la producción a un 80% en la línea de OCADO, con 480 piezas mensuales	Se alcanzó una productividad de 490 piezas mensuales.
Conocer el proceso de producción	Se bajo a piso y se analizó el proceso y cada uno de sus factores hasta comprenderlo totalmente.
Investigar con control de producción, ingeniería y gerencia cual es el plan de producción mes con mes.	Se logro investigar de manera correcta la información solicitada para completar el análisis requerido.
Observar detenidamente las razones por las cuales no se está cumpliendo con la demanda solicitada por el cliente, tomar opiniones tanto de operarios, como de ingeniería y supervisión sobre las razones por las cuales no se cumple con lo solicitado.	Se realizó un análisis de manera correcta ya que con él se pudo determinar la problemática que más afecta a la línea y por la cual no se está produciendo lo requerido por el cliente.
Analizar todas las posibles causas y realizar una clasificación de todas ellas, para así encontrar cual es la más grave y la que tiene una solución más rápida, realizando un diagrama de pescado con todas las causas.	Se logro obtener respuestas tanto de operarios, como supervisores y gerencia, de tal manera que se logró la realización de un diagrama de Ishikawa para determinar las causas más probables hacia la problemática señalada.

<p>Realizar una lluvia de ideas, en conjunto con ingeniería y algunos operarios para obtener una solución.</p>	
<p>Realizar los cambios necesarios en el almacén, para solucionar el problema detectado.</p>	<p>Se aplicaron de manera correcta los cambios propuestos y necesarios para la mejora de la línea, mismos que habían sido analizados y determinado con anterioridad en conjunto con ingeniería.</p>
<p>Evaluar los resultados, tomando en cuenta la producción generada después de la realización de los cambios.</p>	<p>Se realizaron evaluaciones en tiempos involucrados ya directamente al almacén y materiales, después de la implementación de las mejoras.</p>
<p>Medir la eficiencia de la línea, comparando la producción del mes anterior con la del último mes que se va a analizar.</p>	<p>Se comparo la producción de meses pasados con los presentes en los cuales ya es notoria la mejora, puesto que, arroja discrepancias significativas en tiempos.</p>

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

### **13. Conclusiones del Proyecto**

Flextronics es una empresa de nivel mundial, en la cual se producen una gran cantidad y variedad de productos como lo son: cámaras de vigilancia, impresoras, dobladoras, máquinas de casinos, medidores de agua, de luz y de gas, aun con todo lo anterior sigue buscando nuevos proyectos y dándose a conocer para crecer en el mundo del mercado. Sin embargo, con todo lo analizado anteriormente se puede concluir que es de suma importancia poner una estricta atención a todo lo que conforma la producción, pero en especial a la mano de obra y a los materiales, ya que son lo básico para que cualquier línea de producción funcione.

Las acciones aplicadas son cambios radicales y definitivos en la línea de OCADO, que deben ser estandarizados y mejorados a largo plazo como los tiempos de surtido de material, la forma del llenado de carros, entre otras acciones beneficiarias para la producción adecuada de los productos.

Con la aplicación de los conocimientos del residente los objetivos planteados inicialmente fueron cumplidos exitosamente demostrando en la producción mensual un crecimiento de hasta 490 piezas, con la realización de cambios aplicados principalmente a el área de materiales y almacén, haciendo cambios en las herramientas de trabajo como lo son, los carros de kiteo, los procesos de manufactura (MPI), e incluso mejoras en la eliminación de tiempos de transporte, lo que demuestra que la aplicación de la metodología Kaizen logro un impacto significativo en la línea.

Con lo que se espera que el cliente vea que si se puede cumplir con la demanda requerida y el proyecto se extienda aún más tiempo y se le otorguen a Flex futuras versiones nuevas de este producto.

De igual manera en el proceso del desarrollo del proyecto se detectaron más áreas de mejora en la línea, las cuales se irán analizando y buscando una solución adecuada, para no dejar de lado la mejora continua e ir mejorando día con día.



## CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Observé y analicé de manera sistemática todo el proceso de fabricación del producto.
2. Gestione de manera eficiente recursos para el mejoramiento de las herramientas de trabajo.
3. Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas,
4. procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
5. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos.
6. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la
7. gestión empresarial con una visión estratégica.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### **15. Fuentes de información**

- Bautista, K. (Abril de 2013). "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS . Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4962/1/t807id.pdf>
- Burgasi , D., Cobo , D., Perez, K., Pilacuan, R., & Rocha, M. (Febrero de 2021). *Revista electrónica TAMBARA*. Obtenido de EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN : [https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA\\_FINAL-PDF.pdf](https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf)
- Conesa, J. E. (Septiembre-Octubre de 2007). *Kaizen: cuando la mejora*. Obtenido de Tecnica industrial: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32533308/Kaizen.\\_Cuando\\_la\\_mejora\\_se\\_hace\\_realidad-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667180749&Signature=K-BTms3dsLWupGFwXghaxLIPFh4xk~wgZQSB25j59JOduEXREtykuJmIW7T08EEWFyq37awCXY2UPjJREbqinC~wapajifNghTjMe6H497pT4dHE8](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32533308/Kaizen._Cuando_la_mejora_se_hace_realidad-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667180749&Signature=K-BTms3dsLWupGFwXghaxLIPFh4xk~wgZQSB25j59JOduEXREtykuJmIW7T08EEWFyq37awCXY2UPjJREbqinC~wapajifNghTjMe6H497pT4dHE8)
- Noris, T., Victor, S., & Isabel , P. (2022). *Dialnet*. Obtenido de Metodología de estudio de tiempo y movimiento: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300063>
- Ovalles Acosta, J. G. (22 de Diciembre de 2017). *Herramientas para el análisis de causa raíz*. Obtenido de <file:///C:/Users/90795/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/129df686-84a0-4023-877c-0f589f9882da/Dialnet-HerramientasParaElAnalisisDeCausaRaizACR-6300059.pdf>
- Ramirez, A. (Marzo de 2009). *Academia*. Obtenido de Herramientas de calidad: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62425347/HERRAMIENTAS\\_DE\\_CALIDAD20200320-96683-1iwjtyp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669434065&Signature=L6jRGw6s-kBLR8OcNpinoiYE26KILxmC1brE8WZu2QjrW69rhDM5ZAGNPhLkH45ongdniqTeD~BTYfA0hBnhR8JqKjmqtsZb13Oo0LAt5WxTL6](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62425347/HERRAMIENTAS_DE_CALIDAD20200320-96683-1iwjtyp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669434065&Signature=L6jRGw6s-kBLR8OcNpinoiYE26KILxmC1brE8WZu2QjrW69rhDM5ZAGNPhLkH45ongdniqTeD~BTYfA0hBnhR8JqKjmqtsZb13Oo0LAt5WxTL6)
- Robayo, V. (2013). *Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58297051/Diagrama\\_de\\_Ishikawa-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667192145&Signature=PR111VegpJftE146jzekZRakkHemKIAvSs16IbZ-BA8~0TW0vqL4YfNUXsz3uZt~wv2kn3enwwzv3m0Vtd27rSzr6CZkx9rIUcnc2HuRBII1VuLXP1bxCKNNUABXzf-X9ajt42](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58297051/Diagrama_de_Ishikawa-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667192145&Signature=PR111VegpJftE146jzekZRakkHemKIAvSs16IbZ-BA8~0TW0vqL4YfNUXsz3uZt~wv2kn3enwwzv3m0Vtd27rSzr6CZkx9rIUcnc2HuRBII1VuLXP1bxCKNNUABXzf-X9ajt42)
- Roy. (s.f.). *INNOVACION ECONOMICA*. Obtenido de <https://innovacioneconomica.com/flex-una-empresa-de-alto-impacto-para-aguascalientes/>
- Santana, J. (2002). *KAIZEN O LA MEJORA CONTINUA*. Obtenido de Industrial Data: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62229726/KAIZEN\\_0\\_LA\\_MEJORA\\_CONTINUA20200228-70564-9hpl3d-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667189557&Signature=OfgxUdlAwy6ut6xOzdgq9M3YzXBPwuk~0ibPGwtmTZ~Sx43BvtTymfvExCFa2jA-6jDptqpOIGMKqX-XME1p-8PO3BD~SKDNkPZnfFmqRe6](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62229726/KAIZEN_0_LA_MEJORA_CONTINUA20200228-70564-9hpl3d-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667189557&Signature=OfgxUdlAwy6ut6xOzdgq9M3YzXBPwuk~0ibPGwtmTZ~Sx43BvtTymfvExCFa2jA-6jDptqpOIGMKqX-XME1p-8PO3BD~SKDNkPZnfFmqRe6)
- Valenzuela, L. (2016). *Academia*. Obtenido de Duagrama de Ishikawa: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51937786/Ishikawa-with-cover-page->

v2.pdf?Expires=1669433582&Signature=SlSUYgYSoM-  
Caa14YDNLoxlnSPdM3H074uiKY2YOp86glEioOHBplzy-  
MIVdz7wAQNpEoz00ZvxDcNQJOf7scJqDIbmsL-6ezUUnPMNeL8zKJd5togPd8c-  
RI9WJi6Yrv9BY0Zkp8ml-KZ7qZE

Vizuite, E. M. (2014). *Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial*.  
Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/425/1/UNACH-EC-IINDUST-2014-0003..pdf#pa>

