

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATAMOROS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

**ANÁLISIS PARA LA MEJORA DE FLUJOS DE MATERIALES Y
OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO EN LA LÍNEA DE TESLA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN
INDUSTRIAL**

PRESENTA:

ING. TIARE VEGA GARZA

DIRECTOR:

M.I.I. LUZ ORALIA PÉREZ CHARLES



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

**ANÁLISIS PARA LA MEJORA DE FLUJOS DE MATERIALES
Y OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO EN
LA LÍNEA DE TESLA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL**

PRESENTA:

ING. TIARE VEGA GARZA

DIRECTOR:

M.I.I LUZ ORALIA PÉREZ CHARLES

ASESORES:

DR. APOLINAR ZAPATA REBOLLOSO

M.G.N.M. MA DE JESÚS GARCÍA NIEVES

H. Matamoros, Tamaulipas, México

Octubre del 2019



Agradecimientos

A Dios por darme la oportunidad de cruzar etapas hermosas en mi vida y darme sabiduría cada día.

A mis padres el Dr. Alfonso Vega Gonzalez y la Lic. Ma. De la luz Garza Quezada por darme las bases y el amor que me han guiado a superar cada reto en mi vida.

A mis maestras M.I.I Luz Oralia Pérez Charles Y M.G.N.M. Ma. De Jesus Garcia Nieves quienes a lo largo de este etapa me han regalado su tiempo, experiencia y confianza.

A quienes en esta institución me han asesorado con sus consejos y conocimiento a lo largo de la maestría el Dr. Apolinar Zapata Reboloso, el M.C. Claudio Alejandro Alcalá Salinas y el Dr. Jesus Zozaya.

A quienes me han dado su apoyo incondicional la Lic. Luz Vega, Alfonso Vega, Emma Gomez y el Ing. Antonio Bravo por la paciencia, amor y comprensión que me ofrecieron en esta etapa de maestría.

Resumen

El presente proyecto plantea el análisis de la operación de transporte de material en una empresa maquiladora del sector automotriz, reconocida dentro de la zona norte de México, por su avanzado nivel de manufactura y experiencia. Implementando la herramienta OSKKK se busca la mejora, mediante la observación de trabajo y el análisis de tiempos, se reduce el tiempo efectivo y se balancea carga de trabajo del operador, mejorando el flujo de materiales en una línea de producción. Se expone que el problema se origina por una mala utilización del recurso humano, implementando un análisis que lleva el uso de herramientas de manufactura esbelta, se logra incrementar la productividad de los trabajadores, eliminando tiempo de ocio, desperdicios, recorridos ineficientes, logrando una mejora significativa en el costo de mano de obra.

Abstract

The present project presents the analysis of the operation of transport of material in a maquiladora company of the automotive sector, recognizing within the northern zone of Mexico, for its advanced level of manufacturing and experience. Implementing the OSKKK tool seeks improvement, by observing the work and analyzing the times, the effective time is reduced and the load of the operator's work is balanced, improving the flow of materials in a production line. It is explained the problem is caused by a bad use of human resources, an analysis is carried out the use of lean manufacturing tools is carried out, it is related to the productivity of the workers, the leisure time, waste, inefficient routes are eliminated , achieving an improvement The importance in the cost of labor.

Índice

Agradecimientos	I
Resumen.....	II
Abstract.....	III
Índice	IV
Índice de figuras.....	V
Introducción	VII
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Secundarios.....	3
1.4. Hipótesis	4
1.4.1. Hipótesis General	4
1.4.2. Hipótesis Secundarias	4
1.5. Justificación.....	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1. Marco Histórico	7
2.1.1. Sistema de manufactura en línea.	7
2.1.2. Sistema de Producción Toyota (TPS)	7
2.1.3. Manufactura esbelta.	9
2.2. Marco Conceptual	10
2.3. Marco Teórico.....	12
2.3.1. Control de inventarios.....	12
2.3.2. Manejo de materiales	13

2.3.3. Estudio de tiempos	14
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo de estudio.....	17
3.2. Metodología OSKKK	17
3.2.1. Observación.....	18
3.2.2. Estandarización	22
3.2.3. Kaizen flujo y procesos	29
3.2.4. Kaizen equipos	33
3.2.5. Kaizen distribución de planta.....	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS OBTENIDOS.....	38
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
Fuentes de Información.....	42
Trabajos citados	42
Bibliografía	44
Referencias	46

Índice de figuras

Ilustración 1. Situación inicial de mini-mercados de inventario en la línea	19
Ilustración 2. Situación inicial de materialistas en la línea	19
Ilustración 3. Modelos usados en las líneas.	20
Ilustración 4. Componentes necesarios en la línea de guanteras.	20
Ilustración 5. Componentes necesarios en la línea de tableros y manijas.	20
Ilustración 6. Componentes necesarios en la línea puertas traseras y frontales.....	21
Ilustración 7. Agrupación de componentes únicos.	23
Ilustración 8. Agrupación de componentes comunes.	23
Ilustración 9. Etiquetas para los bins de relleno de material en la línea.	24
Ilustración 10. Nueva organización de operarios.....	28
Ilustración 11. Etiquetas para racks del área de recibo y línea.....	28
Ilustración 12. Extracto de horario de entrega de materiales únicos.	30
Ilustración 13. Extracto de horario de entrega de materiales comunes.	31
Ilustración 14. Horario para relleno de rack de la línea.	32
Ilustración 15. Carrito surtidor con bins y horario de relleno en línea.....	33

Ilustración 16. Proceso de mejora de la estación añadiendo contenedores de material.....	34
Ilustración 17. Diseño de rack en línea, se rellena solo lo realmente necesario.	34
Ilustración 18. Acomodo de materiales que permite reducir la cantidad de racks requeridos en los proceso.	36
Ilustración 19. Flujo actual de la operación con la mejora.	38
Ilustración 20. Mejoras en porcentajes comprobadas en la empresa.	39

Introducción

La mejora continua parte de la premisa de que mediante la constante inspección de los procesos se lograra siempre un progreso en la operación.

En este trabajo de tesis se plantea como mediante la aplicación de la herramienta del sistema de manufactura Toyota “OSKKK” se puede llevar a cabo la mejora continua, reduciendo costos de materiales, así como optimizando al personal para lograr cumplir los requerimientos del cliente y mejorar las condiciones del entorno de trabajo en la línea en la que se aplicara la herramienta, creando para esto una ruta del material de la línea.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Descripción del problema

La maquiladora en la cual se llevó a cabo el siguiente proyecto de tesis se encuentra ubicada en el parque industrial de la ciudad de Matamoros y es una de las más reconocidas dentro de la zona por su avanzado nivel de manufactura y experiencia.

Es un proveedor líder global que ofrece innovación en productos de partes automotrices.

El programa tesla, cuenta con 4 líneas en las que se ensamblan lo siguiente: puertas izquierda y derecha, guanteras, paneles. Además cuenta con una línea de inspección de productos pequeños. Los materiales en la línea son proporcionados por un materialista.

En este puesto se implementará un análisis de las actividades que se llevan acabo, en el puesto se tienen dos tipos de materialistas: materialista interno y externo, el puesto consiste en encargarse de transportar el producto ya terminado, de las líneas de ensamble final hacia el área de embarques, también de llevar a la línea y rellenar la misma con componentes que se ensamblan en el producto.

Es necesario hacer un análisis para determinar la utilización efectiva de los operadores que llevan a cabo esta tarea en las diferentes líneas de producción de la fábrica, para así llegar a optimizar este puesto en donde se necesite.

En este proyecto el problema que se expone es la mala utilización del recurso humano así como de los materiales.

Con ayuda de la herramienta OSKKK se desarrollara un análisis que ayudara a encontrar áreas de oportunidad para optimizar la utilización de materialistas esperando obtener en números los que son realmente requeridos para la función y a su vez equilibrar sus cargas de trabajo y mejorar el flujo de materiales en la línea de producción.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Es posible optimizar la ruta de entrega de material, optimizar el tiempo efectivo y carga de trabajo de los materialistas con ayuda de la metodología OSKKK?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Obtener una utilización más efectiva del personal encargado de surtir materia prima a la línea, mejorando además el flujo de materia prima necesaria, sin afectar la producción de las líneas.

1.3.2. Objetivos Secundarios

1. Balancear carga de trabajo para los materialistas
2. Incrementar la utilización de los materialistas.
3. Determinar la ruta y el flujo más eficiente de los materiales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Con ayuda de la metodología OSKKK lograr optimizar la ruta de entrega de material, obtener una utilización más efectiva de los operarios, eliminar tiempos de ocio, desperdicios, recorridos ineficientes y mejorar el flujo de la línea de producción.

1.4.2. Hipótesis Secundarias

1. El análisis de la utilización de los materialistas encargados del relleno de líneas, se podrá llevar a las conclusiones que permita encontrar la manera de cubrir distintas funciones durante el turno de trabajo.
2. Aumentar la productividad en los materialistas de rellenos de línea, eliminando así tiempos de ocio.
3. Con un correcto análisis de la información se podrá desarrollar la implementación de recorridos más eficientes y se logrará reducir el tiempo de transportación de los productos mejorando su flujo.

1.5. Justificación

Económica. La implementación de este proyecto auxiliará en el aspecto económico de la empresa con un sistema que permita consumir solo lo realmente necesario, manteniendo inventarios óptimos en la cadena de suministros.

Ambiental. Al controlar el material excesivo en las estaciones de trabajo se permite reducir riesgos potenciales en el área de trabajo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTOS
TEÓRICOS

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco Histórico

2.1.1. Sistema de manufactura en línea.

1923. Henry Ford demostró cómo aumentar la capacidad de producción y reducir significativamente los costos mediante la producción secuencial o línea de producción, diseñando un método para hacer que el automóvil se deslizara por rieles para avanzar en cada una de las operaciones. Así, evitó que los obreros se trasladaran al auto transportando los materiales y herramientas, lo que generaba demasiadas esperas, búsquedas y tiempos de producción muy prolongados. Con este sistema se demostró cómo muchas empresas podían lograr grandes corridas de producción, y con ello economías de escala que harían menos costosos los productos y así más personas podrían tener la posibilidad de adquirirlos. Su sistema fue altamente revolucionario en su tiempo. (Socconini, 2018)

2.1.2. Sistema de Producción Toyota (TPS)

1946 – 1975 La manufactura esbelta son un conjunto de herramientas que permite mejorar las operaciones, reduciendo desperdicios y eliminando de lo que no agrega un valor real al producto.

Las herramientas de manufactura esbelta nacen del llamado sistema de producción Toyota.

El sistema de producción Toyota es mundialmente conocido por ser uno de los métodos de producción más exitosos creando además una gran influencia para la industria manufacturera en especial la automotriz. Este sistema es visto como la base con la cual las empresas crean sus propios sistemas.

Taiichi Ohno es conocido como el autor del sistema de producción Toyota (TPS), Ohno fue el Primer Vicepresidente de Toyota Motor Corp. Con el apoyo de los ejecutivos de dicha empresa Sakichi Toyoda, y su hijo Kiichiro Toyoda fueron capaces de implementar un sistema que asegurara la eficiencia y calidad de sus productos a partir de la eliminación de los aspectos innecesarios en los procesos.

Logrando así captar la atención del mundo occidental hacia este sistema quienes desde luego se interesaron en seguir sus pasos. (Pegels, 1984)

Pilares del Sistema de producción Toyota.

Además de que la disciplina es fundamental para llevar a cabo un Sistema tan esbelto, el TPS se basa en seguir los siguientes conceptos.

Justo a tiempo

Producir solo en las cantidades necesarias, en un flujo continuo permitiendo así observar cuando haya problemas en el proceso y tener la facilidad de corregirlos a tiempo. Lo cual además elimina desperdicios como transporte o almacenajes innecesarios. (Toyota)

Jidoka

“Palabra japonesa que en los libros de Taiichi Ohno se traduce como “autonomación”, que significa “automatización con un toque humano.” (Lean Solutions) Llegar al flujo continuo, organizando diseños que sigan el orden de producción de los elementos y capacitar a los empleados para su uso. (Toyota)

Kaizen

Palabra de origen japonés compuesta por dos vocablos: *kai* = cambio, y *zen* = para algo mejor. Kaizen se traduce a mejora continua.

Buscar siempre oportunidades de mejor inmediatamente después de una implementación, siempre hay oportunidades, aunque no se encuentren a la vista. (Toyota)

VENTAJAS DEL SISTEMA

- Menor costo
- Mayor calidad
- Mejor servicio
- Mayor flexibilidad
- Más innovación

2.1.3. Manufactura esbelta.

1990. James Womak publicó el libro *La máquina que cambió al mundo*, e introdujo el término “Lean”, que significa “magro”, haciendo referencia a la carne sin grasa. Hacer Lean a una empresa es quitarle todo lo que no necesita para hacerla ágil en el desempeño de su negocio.

Durante varios años, el doctor James Womak y sus colegas del MIT (Massachusetts Institute of Technology) realizaron diversos estudios acerca de la industria del automóvil para dar a conocer el genoma de la cultura de la calidad detrás de las herramientas y con ello, la forma de desarrollar empresas sanas y ágiles eliminando los desperdicios. El estudio se realizó para comparar las mejores prácticas de trabajo en Estados Unidos, Japón y Alemania y entender las diferencias, similitudes y, sobre todo, los factores del éxito y fracaso de las empresas que desean implementarlo.

Lean es una filosofía de trabajo y pensamiento a largo plazo para deleitar a los clientes y lograr rentabilidad sostenida. Se sustenta en el trabajo colaborativo y desarrollo del personal mediante la utilización de herramientas implementadas a través de mejoras que desarrollan procesos estables, flexibles y con flujo continuo para entregar al cliente lo que necesita (cantidad y calidad), en el momento que lo necesita.

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo, tiempo y trabajo.

2.2. Marco Conceptual

A continuación, se citan conceptos que facilitaran la comprensión sobre el proyecto.

Desperdicio. Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto. (Lean Solutions)

Desperdicio en transporte. Cuando se transporta el material a algún sitio para un almacenamiento temporal. (Lean Solutions)

Eficiencia. La optimización de un proceso que resulta del uso de un mínimo de recursos. No está necesariamente vinculada con un valor del cliente, pues un proceso puede ser eficiente más no efectivo. (Socconini, 2018)

Estandarización

Flujo de material. Movimiento del material y producto a través de los procesos de la cadena de valor. (Socconini, 2018)

Inventario. El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. (Institución Universitaria Escolme, 2017)

Kaizen. Es un concepto basado en la idea de que todo es mejorable. Siempre. Al estar en manos de los asociados, la mejora continua se convierte en una fuerza motriz que impulsa la calidad. (Toyota)

Materiales. Cada una de los ingredientes que se necesitan para una obra, o el conjunto de ellas. (Real Academia Española, 2018)

Optimización. A nivel general, la optimización puede realizarse en diversos ámbitos, pero siempre con el mismo objetivo: mejorar el funcionamiento de algo o el desarrollo de un proyecto a través de una gestión perfeccionada de los recursos. (Julián Pérez Porto ,Ana Gardey, 2009)

La optimización de procesos industriales. La optimización de procesos industriales es el esfuerzo de la organización destinado a garantizar:

- El aumento máximo de la productividad.
- El aumento máximo de la seguridad
- La reducción de los costos de operación.

Producto terminado. Inventario de producto en estado final de transformación, listo para embarcarse o venderlo. (Socconini, 2018)

Ruta de Materiales. En este proyecto se refiere como ruta de materiales a la determinación de los trayectos empleados para surtir los componentes y productos terminados.

Sistema de producción Toyota. TPS por sus siglas en inglés. Sistema desarrollado por Toyota Motor Corporation, basado en la filosofía de que las condiciones ideales para producción son creadas cuando las máquinas, los recursos y las personas trabajan en conjunto, agregando valor sin crear desperdicios. (Socconini, 2018)

Tiempo de ciclo. La cantidad de tiempo total para realizar una tarea, proceso, actividad o servicio desde que inicia hasta que se completa. (Socconini, 2018)

Tiempo efectivo. Se entiende como tiempo efectivo de un proceso el tiempo disponible menos las paradas planificadas.

Trabajo estándar. Definición de una operación, estableciendo una secuencia de trabajo e inventario en proceso. Una desviación en el trabajo estándar se considera como una oportunidad de mejora. (Socconini, 2018)

Valor agregado. El valor agregado es la característica extra que un producto o servicio ofrece con el propósito de generar mayor valor dentro de la percepción del consumidor, es sólo aquel trabajo que el cliente está dispuesto a pagar. (Soret De Los Santos, 2004) El valor es definido por los requisitos específicos del cliente con respecto al producto o servicio. (Lean Solutions)

Valor no agregado. Cualquier actividad, producto o proceso que no agrega valor de acuerdo con los criterios del cliente. (Socconini, 2018)

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Control de inventarios

Los inventarios son conjuntos de productos almacenados compuestos por los elementos que conforman los activos de la empresa. Los inventarios se clasifican en: inventario de materias primas, producto en proceso, inventario para mantenimiento, reparación y operaciones, inventario de productos terminados.

El inventario de materias primas es en el que se encuentran aquellos elementos que la empresa compra, pero aún no se han procesado, puesto que son los mismos con los que la empresa cuenta para realizar sus productos.

El inventario de producto en proceso es aquel en el que se sitúa aquellos números de parte en los que la empresa ya hizo un proceso ya sea pasando por sub ensambles, procesos iniciales etc., sin embargo, aún no pasan por el proceso final y no son un producto terminado.

Los inventarios de Materiales para mantenimiento, reparación y operaciones. Son acumulaciones de productos terminados que la empresa almacena ya que pueden existir incertidumbres en el proceso no esperadas son productos que esperan su embarque, pero la empresa los establece antes realizando la producción anticipada por si algo llega a ocurrir.

El inventario de bienes terminados está compuesto por productos completados que esperan su embarque.

Para la correcta ejecución del proyecto es necesario conocer:

Acercas de los inventarios de materias primas, debido a que se necesita conocer la situación actual en la que se encuentran el inventario de materias primas tanto en línea como en mini mercados.

2.3.2. Manejo de materiales

Se puede definir el manejo de materiales como la combinación de movimientos, protección, almacenamiento y control para manipular los materiales y componentes.

El manejo de materiales no solo engloba a la etapa de transporte de los mismos, si no también hay que tener en cuenta el posicionamiento de los materiales en la estación de trabajo, en el almacenaje y en su distribución tanto de las materias primas como de los productos terminados, pues puede crear también un impacto que podría parecer imperceptible a la hora de la manufactura, sin embargo empleando el correcto sistema para el manejo de los materiales se crean grandes beneficios, tanto en ahorros de tiempos como en calidad.

Así pues, el manejo de materiales introduce al proyecto la oportunidad de “Reducir el tiempo dedicado a recoger o tomar el material minimiza el manejo manual costoso y cansado en la máquina o el centro de trabajo. Da al operario la oportunidad de hacer su trabajo más rápido, con menos fatiga y mayor seguridad” (Benjamin Niebel, 2018)

Aplicando los principios de manejo de materiales se busca optimizar los mismos y al personal requerido para esta labor, eliminando tiempos de transporte, preparación, entrega de materias primas, tiempos ociosos del material ya terminado o de la línea por falta de materia prima.

Sobre los principios de manejo de materiales aplicados en el proyecto:

1. Principio de planeación. Definir los objetivos, los componentes que deben ser añadidos a la ruta, materiales para rellenar las líneas, segmentar entre componentes comunes y especiales, especificar los productos terminados que la línea produce, etc.
2. Principio de estandarización. Normalizar herramientas de manejo y los mismos materiales en tipos y tamaños.
3. Principio del trabajo. Minimizar la labor sin afectar las operaciones de producción, tratando así de optimizar al personal dedicado a esto.
4. Principio de ergonomía. Establecer métodos y equipos adecuados para la realización de la labor tomando en cuenta las necesidades y capacidades de los elementos humanos otorgándoles una labor que garantiza su seguridad.

5. Principio de carga unitaria. Balancear los deberes de los materialistas, incrementando cargas de trabajo para evitar grandes tiempos de holgura, siempre preocupándose por que se logre el flujo del material en tiempo y forma.
6. Principio de utilización del espacio. Hacer un uso óptimo del espacio ocupado para las materias primas, preparación y embalaje de los productos terminados dentro de la línea.
7. Principio de sistema. Las actividades de manipulación de los materiales seguirán siempre un sistema efectivo.
8. Principio de automatización. Optimizar en los que sea posible las estructuras utilizadas para facilitar embalaje o entrega de material.
9. Principio ambiental. Garantizar a través del sistema un proceso que permita mantener el área de trabajo en un entorno pulcro.
10. Principio del ciclo de vida. Reemplazar equipos obsoletos en donde se encuentre el caso para asegurar operaciones eficientes.

Lo más importante sobre el manejo de materiales como lo dice Niebel en su libro es “Mientras menos se maneje el material mejor es su manejo.” (Benjamin Niebel, 2018)

2.3.3. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos a menudo se define como un método para determinar “un día de trabajo justo”... “el principio fundamental de la relación entre trabajo y remuneración es que el empleado crece una paga justa por día de trabajo, por el que la compañía merece un día de trabajo justo”, se define como la “cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a paso normal y usando de manera efectiva su tiempo si el trabajo no está restringido por limitaciones de proceso” (Benjamin Niebel, 2018)

Aplicado al proyecto fue necesario medir la cantidad de tiempo en el que el empleado, en este caso materialista, transporta cada uno de los productos terminados hacia el área de embarques, así como el materialista encargado de

rellenar las líneas en las que se trabajan los productos, haciendo su labor de forma normal, sin presiones para que no se afectaran los tiempos y por hacerse más rápido se le incrementara una carga de trabajo que no fuera la ideal.

La técnica empleada para medir el trabajo es el estudio de tiempos por cronometro.

Existen 2 procedimientos básicos para medir el tiempo medido de los elementos con cronometro de un ciclo de trabajo:

a) Lectura continua

Consiste en accionar el cronómetro y leerlo en el punto de terminación de cada elemento sin desactivar el cronómetro mientras dura el estudio. *se considera recomendable para cronometrar elementos cortos. (Gestiopolis, 2011)

b) Vuelta a cero o lectura repetitiva

Consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos largos. (Gestiopolis, 2011)

Se determinó que la mejor manera de estudiar el tiempo para este caso sería de vuelta a cero o lectura repetitiva, puesto que el trabajo que se está midiendo implica diferentes movimientos del operario ya que para la entrega de materias primas es necesario rellenar las estaciones de trabajo con los números de parte que se necesiten y traerlos desde el almacén o mini mercado dependiendo del componente y para el producto terminado tiene que preparar los pallets para recibir las cajas de nuevo producto, amarrarlos, subir a las carretillas, transportar el material, tiempos de espera en almacén que no son estandarizados, etc.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio

Transversal. Se recolectarán datos durante un periodo determinado de tiempo, antes y después de la aplicación de las metodologías.

De campo. Es un método cualitativo de recolección de datos encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural.

Análisis. El análisis maneja juicios, es un proceso de conocimiento que se inicia por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad, podrá establecer la relación causa-efecto entre los elementos que componen el objeto de investigación.

No experimental. Ya que para el análisis de los datos se observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.

3.2. Metodología OSKKK

La manera de implementar la filosofía de manufactura esbelta en este proyecto fue mediante la ayuda de la metodología OSKKK.

OSKKK es una para crear cambios en un lugar de trabajo. OSKKK significa: Observar profundamente, después estandarizar, seguido por 3 etapas de mejora continua (Kaizen).

Kaizen es una palabra de origen japonés compuesta por dos vocablos: *kai* = cambio, y *zen* = para algo mejor. Lo que lleva a interpretar Kaizen como mejora continua.

La mejora continua es buscar mejorar los estándares y siempre elevarlos, mejorar los procesos, eliminar zona cómoda, seguir buscando siempre oportunidades de mejora después de una mejora.

3.2.1. Observación

Es necesario responder a la pregunta ¿Qué está pasando en el área de trabajo?

En esta fase de la metodología el objetivo a cumplir es observar detenidamente todos los pasos del proceso en cuestión, documentar todos los detalles que puedan ayudar, hay que recordar que la finalidad de esto es ser obtener la capacidad de encontrar áreas de oportunidad para mejora.

Es importante analizar todos los ciclos del proceso, recopilar todos los pasos a seguir y tomar especial atención a si estos pasos están ya estandarizados en el trabajo que se está realizando.

Un punto clave en esta fase es que no se debe olvidar la gran importancia de registrar secuencialmente los pasos que se siguen en el proceso.

Señalar si durante distintas observaciones se encuentran variaciones en el proceso.

Como parte de esta primera fase de observación fue acercarse a las líneas para percibir posibles mejoras, las líneas en las que se llevara a cabo este proyecto fueron del programa de tesla en la fábrica en las cuales se encuentran 4 líneas de ensamble final, dos de puertas, izquierda y derecha, una de guantera y una más donde se manejan partes chicas.

Se observó las rutas previamente indicadas a los materialistas en sus instrucciones de trabajo, se trabajó con tomas de tiempo del recorrido y la distancia que les toma a los materialistas trasladar el material de recibo a la línea de producción y mini mercados cerca de la misma.

Para surtir la materia prima en la línea se cuenta con 5 materialistas 2 encargados de llenar el mini mercado de las líneas de guanteras y partes pequeñas, un tercero para rellenar un rack más, que es usado para surtir una pequeña estación en donde se ensamblan los componentes de las manijas de las puertas y 2 más encargados de rellenar las líneas principales, puerta izquierda y puerta derecha.

Para lograr un control del material en la línea se comenzó por inventariar toda la materia prima que se encontraba entre las líneas, en los estantes y racks que servían como mini mercados a las líneas del programa, para en las fases posteriores del proyecto tener determinado lo que se tiene contra lo que se debe tener.

En las ilustraciones 1 y 2 se plasma la situación inicial de mini-mercados de inventario y materialistas en la línea:

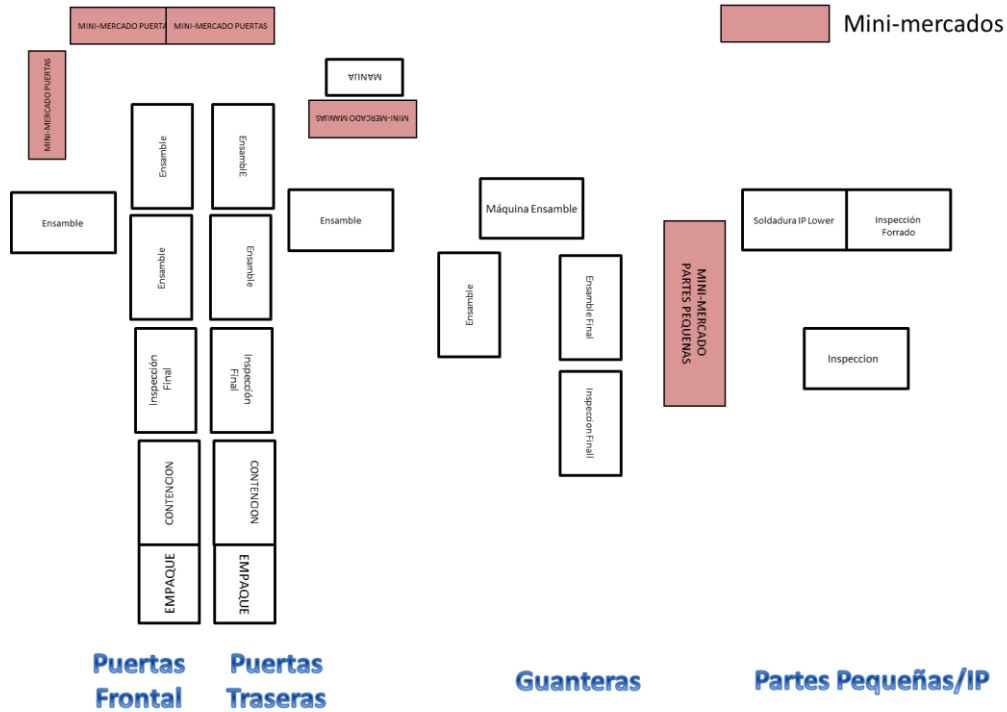


Ilustración 1. Situación inicial de mini-mercados de inventario en la línea



Ilustración 2. Situación inicial de materialistas en la línea

Para producir los números de parte la línea requiere materia prima en ocasiones hay materia que es común para distintos modelos y otros más son únicos, Se enlistaron los materiales necesarios en la línea para el ensamble de cada uno de los modelos finales requeridos en la línea.

Tesla Puertas	Tesla Guanteras	Tesla partes pequeñas	Tesla tablero inferior
1028584-53-D-TE Rev 001	1003327-14-P-TE Rev 003	1002301-14-B-TE Rev 003	1002405-14-H-TE Rev 003
1028584-51-D-TE Rev 001	1003327-17-P-TE Rev 003	1002301-21-B-TE Rev 002	1002405-17-H-TE Rev 003
16934634-SR Rev 001	1003327-21-P-TE Rev 003	1002301-22-B-TE Rev 002	1002405-21-H-TE Rev 002
6006071-53-N-TE Rev 001	1003327-22-P-TE Rev 003	1002310-14-E-TE Rev 003	1002405-22-H-TE Rev 002
1028586-51-D-TE Rev 001		1002310-17-E-TE Rev 003	
16934667-SR Rev 001		1002310-21-E-TE Rev 002	
1007936-53-N-TE Rev 001		1002310-22-E-TE Rev 002	
1007936-52-N-TE Rev 001		1008303-01-D-TE Rev 001	
1008105-54-L-TE Rev 001		1007949-00-D-EM Rev 001	
1008105-53-L-TE Rev 001		1002965-00-D-EM Rev 001	
1008105-51-L-TE Rev 001			
1008105-52-L-TE Rev 001			
6006133-53-L-TE Rev 001			
6006133-51-L-TE Rev 001			
6006133-52-L-TE Rev 001			

Ilustración 3. Modelos usados en las líneas.

	Numero de parte	Descripción
GUANTERAS	1007018-17-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PUR WHITE
	1007018-14-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B BLACK
	1007018-09-D-ES	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC GREY
	1007018-08-D-ES	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC BLACK
	1007018-02-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA TAN
	1007018-01-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA BLACK
	1007018-16-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B TAN
	1007018-15-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B GREY
	1007018-04-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LTHR GREY
	1007018-02-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA MOJAVE
	1007018-01-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA MAMMOTH
	1007018-22-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PUR 13A CREAM
	1007018-21-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B CREAM
	16932692	DAMPER GLOVE BOX
	16954430	SELF ADHESIVE RUBBER BUMPER
	16954431	SELF ADHESIVE RUBBER BUMPER
	1003331-00-B	BUMPER GLOVE BOX - RUBBER
	1007812-00-C	STRIKER COVER OUTBOARD
	1007813-00-E	PAWL OUTBOARD
	1007814-00-D	PAWL INBOARD
	1007815-00-B	BELL CRANK
	1009344-00-A	SCREW PT TRX WASHER M4X1.46-127ZNBLUE
	1021626-00-A	TORSION SPRING
	1021627-00-A	FENDER WASHER
	6007538-00-C	HINGE GLOVE BOX - BLACK
	16955465	DELTA 30 X 1.12 X 10MM TORX-ROUND WASHER HEAD DELTA PT
	16963661	GLOVE BOX INSULATOR
	1002299-00-C	ELECTRIC RELEASE GLOVE BOX (ACTUATOR)
	16905976	MINI WHITE PIN (LONG)

Ilustración 4. Componentes necesarios en la línea de guanteras.

	Numero de parte	Descripción
TABLERO INFERIOR	16955946	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR WHITE
	16961970	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR13A BLACK
	16955943	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B BLACK
	16961971	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR13A CREAM
	16955945	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B TAN
	16955944	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B GREY
	16954944	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC TAN
	16955941	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC GREY
	16955940	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC BLACK
	16955939	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR TAN
	16955938	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR GREY
	16955936	IP LOWER LEFT WRAPPED - LEATHER GREY
	16955935	IP LOWER LEFT WRAPPED - LEATHER WHITE
	1007010-00-C	RETAINER GAP HIDER STEERING COLUMN LWR - BLACK
	1007015-00-C	GAP HIDER STEERING COLUMN LWR - BLACK
	11589329	CLIP RETAINING (DORADO)
16901218	PUSH NUT-M4.2x1.41 MULTI-THREAD (GMT900)	
MANIJAS	1008430-00-B	MICROSWITCH
	1009485-00-A	Microswitch Screw
	1008427-00-E	Pivot Door Opener
	1008429-00-B	Stop Bump

Ilustración 5. Componentes necesarios en la línea de tableros y manijas.

	Numero de parte	Descripción		Numero de parte	Descripción
PUERTAS TRASERAS	1007696-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH RHR	PUERTAS FRONTALES	1007708-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR FR RH RHF
	1007709-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH LHR		1002970-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR FR LH LHF
	1007950-00-D	PULL CUP INNER RH, DOORS TRIM		1007950-00-D	PULL CUP INNER RH, DOORS TRIM
	1002964-00-D	PULL CUP INNER LH, DOORS TRIM		1002964-00-D	PULL CUP INNER LH, DOORS TRIM
	1007949-00-D	PULL CUP OUTER RH, DOORS TRIM		1007949-00-D	PULL CUP OUTER RH, DOORS TRIM
	1007949-01-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM		1007949-01-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM
	1007949-02-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED, DOORS TRIM - ALC CREAM		1007949-02-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED, DOORS TRIM - ALC CREAM
	1002965-00-D	PULL CUP OUTER LH, DOORS TRIM		1002965-00-D	PULL CUP OUTER LH, DOORS TRIM
	1002965-01-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM (BLACK)		1002965-01-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM (BLACK)
	1002965-02-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPED DOORS TRIM(ALC - CREAM)		1002965-02-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPED DOORS TRIM(ALC - CREAM)
	1007982-00-C	BRKT, PWR SWITCH, RR, LH, WDO		1008403-00-B	BRKT LH FR, POST
	1008114-00-C	BRKT, POST, RH, RR DOOR		1008412-00-B	BRKT RH FR, POST
	1009367-00-B	BRKT, LH, RR, POST		10028614-00-A	BRKT PWR SWITCH. LH
	1009369-00-B	BRKT, POST, RH, RR DOOR		10028615-00-A	BRKT SWITCH FRONT RH
	1092334-01-A	ASY DECOR TRIM LH RR (GRAPHITE)		1092334-01-A	ASY DECOR TRIM LH FR (GRAPHITE)
	1092335-01-H	ASY DECOR TRIM RH RR (GRAPHITE)		1092335-01-H	ASY DECOR TRIM RH FR (GRAPHITE)
	1008626-99-A	Flat Washer 16x8.5x1.5		1008626-99-A	Flat Washer 16x8.5x1.5
	1009335-00-A	SCREW TRX WSHR M5x1.8-16 Zn		1009335-00-A	SCREW TRX WSHR M5x1.8-16 Zn
	1009338-00-A	PALNUT TYPE SD M5x10		1009338-00-A	PALNUT TYPE SD M5x10
	11610511	ERGO CLIP (EFLEX)		11610511	ERGO CLIP (EFLEX)

Ilustración 6. Componentes necesarios en la línea puertas traseras y frontales.

Dentro del proceso de reunir la información actual en la línea, se levantó el registro de lo que se encontraba de materia, esta información varía según los días, sube o baja el inventario pero en general solían llevar la misma cantidad de material a la línea cada día, por lo cual se tomó como promedio los resultados de las tablas que se pudieron analizar.

Se determina así como situación inicial que:

- No se encuentran rutas de material.
- No se encuentra definida la cantidad de componentes en producción.
- No se encuentran categorizados los materiales.
- Entre las líneas se encuentran mini mercados de material que genera espacios muertos y exceso de inventarios.
- La utilización de los operarios materialistas es baja.
- Inventarios de más de un día, lo cual da en cifras promedios de \$31,023 dólares de material entre las líneas y 34 m2 de espacio ocupado

3.2.2. Estandarización

¿Cada proceso es realizado de la misma manera?

Establecer previamente la mejor manera en la que se puede realizar una labor y continuar ejecutándola de esta misma manera en forma cíclica permite realizar una labor que asegure la productividad, calidad y seguridad del operario y el producto.

No funciona estandarizar solo los movimientos del operario, sino también las herramientas, equipo de trabajo, tareas, gestiones, etc.

Con las observaciones previas es posible determinar los lugares donde es importante y hay oportunidad de organizar para mejorar el área y la ejecución del trabajo.

Decidir a base de las observaciones la manera que ahorre tiempo y garantice seguridad en las operaciones para implementar el estándar adecuado

Hacer a todo el equipo participe de los estándares para que siempre se siga por la misma línea, es importante organizar los puestos de trabajo y los materiales que se ocupan en ello. Estandarizar el trabajo ayudara a minimizar problemas por interrupciones, ausencia de personal, etc.

Con la información que se recolecto de la etapa anterior, y habiendo llevado a cabo el análisis se determinarán las mejoras que se podrían realizar en el área con respecto a materiales.

Reducir los inventarios entre líneas, eliminando los mini mercados y surtiendo solo lo necesario, reagrupar las materias primas entre componentes comunes y únicos, tomando en cuenta que los componentes comunes son aquellos que funcionan en el ensamble de diferentes modelos finales y los únicos aquellos que se limitan a un numero de parte, ya sea por algún cambio de color o funcionamiento especial para algún modelo. De esta manera se determina que los componentes únicos son usados para todos o gran parte de los modelos que se producen en la línea y los únicos serán requeridos cuando la línea de corra ciertos modelos, reduciendo así el espacio utilizado cuando no se corren estos modelos y la perdida por material que haya pasado tiempo entre las líneas y que con el movimiento y demás factores termine con malas condiciones.

línea	Part Number	Description	línea	Part Number	Description
GLOVEBOX	1007018-17-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PUR WHITE	DOOR FRONT	1007708-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR FR RH RHF
	1007018-14-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B BLACK		1002970-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR FR LH LHF
	1007018-09-D-ES	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC GREY		1007950-00-D	PULL CUP INNER RH, DOORS TRIM
	1007018-08-D-ES	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC BLACK		1002964-00-D	PULL CUP INNER LH, DOORS TRIM
	1007018-02-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA TAN		1007949-00-D	PULL CUP OUTER RH, DOORS TRIM
	1007018-01-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA BLACK		1007949-01-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM
	1007018-16-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B TAN		1007949-02-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED, DOORS TRIM - ALC CREAM
	1007018-15-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B GREY		1002965-00-D	PULL CUP OUTER LH, DOORS TRIM
	1007018-04-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LTHR GREY		1002965-01-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM (BLACK)
	1007018-02-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA MOJAVE		1002965-02-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED DOORS TRIM(ALC - CREAM)
	1007018-01-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - LEA MAMMOTH		1008403-00-B	BRKT LH FR, POST
	1007018-22-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PUR 13A CREAM		1008412-00-B	BRKT RH FR, POST
	1007018-21-D	ASSEMBLY DOOR OUTER GLOVE BOX - PVC NAPPA B CREAM		10028614-00-A	BRKT PWR SWITCH. LH
	DOOR REAR	1007696-00-C		ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH RHR	10028615-00-A
1007709-00-C		ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH LHR	1092334-01-A	ASY DECOR TRIM LH FR (GRAPHITE)	
1007950-00-D		PULL CUP INNER RH, DOORS TRIM	1092335-01-H	ASY DECOR TRIM RH FR (GRAPHITE)	
1002964-00-D		PULL CUP INNER LH, DOORS TRIM	IP LOWER	16955946	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR WHITE
1007949-00-D		PULL CUP OUTER RH, DOORS TRIM		16961970	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR13A BLACK
1007949-01-D		PULL CUP OUTER RH WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM		16955943	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B BLACK
1007949-02-D		PULL CUP OUTER RH WRAPPED, DOORS TRIM - ALC CREAM		16961971	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR13A CREAM
1002965-00-D		PULL CUP OUTER LH, DOORS TRIM		16955945	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B TAN
1002965-01-D		PULL CUP OUTER LH, WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM (BLACK)		16955944	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC NAPPA B GREY
1002965-02-D		PULL CUP OUTER LH, WRAPPED DOORS TRIM(ALC - CREAM)		16954944	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC TAN
1007982-00-C		BRKT, PWR SWITCH, RR, LH, WDO		16955941	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC GREY
1008114-00-C		BRKT, POST, RH, RR DOOR		16955940	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC BLACK
1009367-00-B		BRKT, LH, RR, POST		16955939	IP LOWER LEFT WRAPPED - PUR TAN
1009369-00-B		BRKT, POST, RH, RR DOOR		16955938	IP LOWER LEFT WRAPPED - PVC GREY
1092334-01-A		ASY DECOR TRIM LH RR (GRAPHITE)		16955936	IP LOWER LEFT WRAPPED - LEATHER GREY
1092335-01-H		ASY DECOR TRIM RH RR (GRAPHITE)		16955935	IP LOWER LEFT WRAPPED - LEATHER WHITE

Ilustración 8. Agrupación de componentes comunes.

	Part Number	Description
GLOVEBOX	16932692	DAMPER GLOVE BOX
	16954430	SELF ADHESIVE RUBBER BUMPER
	16954431	SELF ADHESIVE RUBBER BUMPER
	1003331-00-B	BUMPER GLOVE BOX - RUBBER
	1007812-00-C	STRIKER COVER OUTBOARD
	1007813-00-E	PAWL OUTBOARD
	1007814-00-D	PAWL INBOARD
	1007815-00-B	BELL CRANK
	1009344-00-A	SCREW PT TRX WASHER M4X1.46-127ZNBUE
	1021626-00-A	TORSION SPRING
	1021627-00-A	FENDER WASHER
	6007538-00-C	HINGE GLOVE BOX - BLACK
	16955465	DELTA 30 X 1.12 X 10MM TORX-ROUND WASHER HEAD DELTA PT
	16963661	GLOVE BOX INSULATOR
	1002299-00-C	ELECTRIC RELEASE GLOVE BOX (ACTUATOR)
	16905976	MINI WHITE PIN (LONG)
	IP	1007010-00-C
1007015-00-C		GAP HIDER STEERING COLUMN LWR - BLACK
11589329		CLIP RETAINING (DORADO)
16901218	PUSH NUT-M4.2x1.41 MULTI-THREAD (GMT900)	
PUERTAS	1008626-99-A	Flat Washer 16x8.5x1.5
	1009335-00-A	SCREW TRX WSHR M5x1.8-16 Zn
	1009338-00-A	PALNUT TYPE SD M5x10
	11610511	ERGO CLIP (EFLEX)
MANIJAS	1008430-00-B	MICROSWITCH
	1009485-00-A	Microswitch Screw
	1008427-00-E	Pivot Door Opener
	1008429-00-B	Stop Bump

Ilustración 7. Agrupación de componentes únicos.

Se llevó a cabo un plan con un sistema de dos bins, el cual consiste en entregar cierta cantidad de material al inicio del turno e ir surtiendo cada 3 o 4 horas las líneas cambiando los bins vacíos por rellenos, esto dependiendo del producto, tipo de material, cantidad a usar por pieza y por requerimiento de producción.

Los bins cuentan con ayudas visuales para que sea más fácil para el operador encontrar y rellenar los componentes dentro de la línea, marcados por colores, con el nombre de la línea, número de parte, descripción del número de parte, número de estación en la que corresponde dejar ese material en el ensamble, la cantidad de piezas con las que se rellena y la cantidad de tiempo que durará este material antes de requerir rellenar o cambiar el bin.

GLOVE BOX			
NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
1003331-00-B		650 (MEDIO BIN)	14.1
DESCRIPCION	BUMPER GLOVE BOX - RUBBER		
ESTACION	3		

DOOR FRONT			
NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
1009335-00-A		950	1.4
DESCRIPCION	SCREW TRX WSHR M5x1.8-16 Zn		
ESTACION	1		

IP LOWER			
NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
11589329		436	1.30
DESCRIPCION	CLIP RETAINING		
ESTACION	2		

MANIJA			
NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
1008429-00-B		1500	14.4
DESCRIPCION	STOP BUMP		
ESTACION	MANIJA		

Ilustración 9. Etiquetas para los bins de relleno de material en la línea.

Para los materiales de mayor volumen se manejó su distribución por contenedores para las piezas grandes y se crearon contenedores más grandes que los bins pero que pudieran caber dentro de las líneas para agilizar el relleno de material.

Se estandarizó el material dentro de la línea, con ayuda de tablas se analizó lo que es necesario en la línea con respecto a lo que requiere producir, determinando así que por tantas piezas que la línea produce en una hora, se deja material que cubriera entre 2 y 4 horas, para evitar la acumulación de material desperdiciado, dependiendo de su tamaño y frecuencia de uso.

MATERIAL EN RACK													
REAR Piezas por													
Part Number	Description	STD PACK	UM	Daily Usage (MRP)	USO POR HORA (PCS)	categoria	inventario actual en Linea	inventario actual minimercad	Total de inventario	Horas de inventario	Dias de inventario	Costo Unitario	\$Costo total del inventario
1007696-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH RHR	16	Pcs	482	52	m	32	64	96	1.846153846	0.199153597	6.05169	580.96224
1007709-00-C	ASY SPEAKER GRILL DOOR RR LH LHR	16	Pcs	482	52	m	0	96	96	1.846153846	0.199153597	6.05169	580.96224
1007950-00-D	PULL CUP INNER RH, DOORS TRIM	60	Pcs	482	52	m	40	120	160	3.076923077	0.331922662	1.79444	287.1104
1002964-00-D	PULL CUP INNER LH, DOORS TRIM	60	Pcs	482	52	m	0	60	60	1.153846154	0.124470998	1.79444	107.6664
1007949-00-D	PULL CUP OUTER RH, DOORS TRIM	60	Pcs	482	52	m	0	60	60	1.153846154	0.124470998	2.07703	124.6218
1007949-01-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM	20	Pcs	482	52	m	0	60	60	1.153846154	0.124470998	9.1474	548.844
1007949-02-D	PULL CUP OUTER RH WRAPPED, DOORS TRIM - ALC CREAM	20	Pcs	482	52	m	0	22	22	0.423076923	0.045639366	9.09365	200.0603
1002965-00-D	PULL CUP OUTER LH, DOORS TRIM	60	Pcs	482	52	m	0	120	120	2.307692308	0.248941997	2.07703	249.2436
1002965-01-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED ULTRASUEDE, DOORS TRIM (BLACK)	20	Pcs	482	52	m	56	111	167	3.211538462	0.346444278	9.1474	1527.6158
1002965-02-D	PULL CUP OUTER LH, WRAPPED DOORS TRIM(ALC- CREAM)	20	Pcs	482	52	m	0	120	120	2.307692308	0.248941997	9.09365	1091.238
1007982-00-C	BRKT, PWR SWITCH, RR, LH, WDO	150	Pcs	482	52	p	48	197	245	4.711538462	0.508256576	0.51918	127.1991
1008114-00-C	BRKT, POST, RH, RR DOOR	150	Pcs	482	52	p	40	0	40	0.769230769	0.082980666	0.51918	20.7672
1009367-00-B	BRKT, LH, RR, POST	210	Pcs	482	52	p	0	280	280	5.384615385	0.580864659	0.44673	125.0844
1009369-00-B	BRKT, POST, RH, RR DOOR	210	Pcs	482	52	p	30	0	30	0.576923077	0.062235499	0.44673	13.4019
1092334-01-A	ASY DECOR TRIM LH RR (GRAPHITE)	40	Pcs	482	52	m	0	200	200	3.846153846	0.414903328	11.28645	2257.29
1092335-01-H	ASY DECOR TRIM RH RR (GRAPHITE)	40	Pcs	482	52	m	26	88	114	2.192307692	0.236494897	11.28645	1286.6553
													\$ 9,128.72

Tabla 1. Tabla de análisis de los materiales en una línea del programa situación inicial

Fue necesaria la creación de horarios para la entrega de material, lo cual da la oportunidad de liberar personal para esta tarea ya que con horarios estandarizados una misma persona puede encargarse de surtir producto sin enfocarse en una sola línea y sin correr el riesgo de parar producción por falta de material, además con esto el operador tiene noción de en qué momento es oportuno el relleno de materiales para no ir y venir por material, regresar por material cuando se acabe otro, si no hacer todo el trabajo de manera estandarizada, incluso para el relleno de los racks que se quedaran destinados a la línea, los cuales bajaran su cantidad de uso en gran medida evitando el desperdicio.

Estación	Area	# de parte	Cajas	Duración (hrs)
1	Door Rear	1007696-00-C	3	0.92
1	Door Rear	1007709-00-C	3	0.92
2	Door Rear	1007950-00-D	30 pzs	0.57
2	Door Rear	1002964-00-D	30 pzs	0.57
1	Door Rear	1007949-00-D	52 pzs	1
1	Door Rear	1007949-01-D	52 pzs	1
1	Door Rear	1007949-02-D	52 pzs	1
1	Door Rear	1002965-00-D	52 pzs	1
1	Door Rear	1002965-01-D	52 pzs	1
1	Door Rear	1002965-02-D	52 pzs	1
3	Door Rear	1007982-00-C	2 cont	1
3	Door Rear	1008114-00-C	2 cont	1
1	Door Rear	1009367-00-B	2 cont	1
1	Door Rear	1009369-00-B	2 cont	1
2	Door Rear	1092334-01-A	1	0.76
2	Door Rear	1092335-01-H	1	0.76
1	Door Front	1007708-00-C	3	0.92
1	Door Front	1002970-00-C	3	0.92
2	Door Front	1007950-00-D	30 pzs	0.57
2	Door Front	1002964-00-D	30 pzs	0.57
1	Door Front	1007949-00-D	52 pzs	1
1	Door Front	1007949-01-D	52 pzs	1
1	Door Front	1007949-02-D	52 pzs	1
1	Door Front	1002965-00-D	52 pzs	1
1	Door Front	1002965-01-D	52 pzs	1
1	Door Front	1002965-02-D	52 pzs	1
1	Door Front	1008403-00-B	2 cont	1
1	Door Front	1008412-00-B	2 cont	1
3	Door Front	10028614-00-A	2 cont	1
3	Door Front	1028615-00-A	2 cont	1
2	Door Front	1092332-01-A	1	0.76
2	Door Front	1092333-01-H	1	0.76
1	Manija	16936161	3 lb	1 dia
1	Manija	1008428-00-E	1	0.81
1	Manija	1008647-00-E	1	0.81
1	Manija	16955513	1	0.96
1	Manija	16955512	1	0.96
1	Manija	1008432-00-E	1	1.44
1	Manija	1008435-00-E	1	1.44
1	Manija	1008436-00-E	1	1.44
1	Manija	1008433-00-E	1	1.44
3	GLOVE BOX	16954888	2 cont	1
3	GLOVE BOX	M0104242	3 lb	1 dia
1	GLOVE BOX	1007017-00-E	24 pcs	1
4	GLOVE BOX	00BBLN1017	69 pcs	3
1	GLOVE BOX	Varios modelos	Checar	
1	IP LOWER	Varios modelos	2 cont	0.85

	Modelo RH
	Modelo LH

Tabla 2. Análisis de duración de los materiales (únicos).

En base al análisis del inventario que había en línea contra lo que se necesitaba para producir, se hizo el reacomodo de material, en la tabla para analizar lo que se requiere de componentes que anteriormente se clasificaron como únicos en la línea, se acomodaron los materiales por modelo, RH o LH para el caso de puertas y el modelo que corresponda a lo que estén corriendo para el caso de guanteras y tablero inferior, con la tabla como referencia se organizó lo que se destina a cada estación, cada línea, y las cajas que duraran determinado tiempo en horas.

Estación	Area	# de Parte	Bines	Cajas	Horas de bin/ o cajón
3	Door Rear	1007913-00-C	1	0	2.46
1	Door Rear	1009335-00-A	2	0	2.81
3	Door Rear	1009335-00-A	1	0	3.04
2	Door Rear	1008626-99-A	1	0	4.00
2	Door Rear	1009338-00-A	1	0	5.61
3	Door Rear	11610511	1	0	6.44
1	Door Front	1009335-00-A	2	0	2.28
3	Door Front	1007913-00-C	1	0	2.46
3	Door Front	1009335-00-A	1	0	3.04
2	Door Front	1008626-99-A	1	0	4.62
2	Door Front	1009338-00-A	1	0	5.61
3	Door Front	11610511	1	0	6.44
1	Manija	1008430-00-B	0	1	2.40
1	Manija	1008427-00-E	1	0	3.20
1	Manija	1008429-00-B	1	0	14.42
1	Manija	1009485-00-A	1	0	32.78
4	Glovebox	16963661	46 pzs	0	2.00
3	Glovebox	1002299-00-C	1	0	2.00
3	Glovebox	1007812-00-C	1	0	2.22
1	Glovebox	1007813-00-E	1	0	4
1	Glovebox	1007814-00-D	1	0	4
1	Glovebox	1007815-00-B	1	0	4
3	Glovebox	6007538-00-C	0.5	0	4.89
1	Glovebox	1021626-00-A	1	0	6.35
3	Glovebox	1009344-00-A	0.5	0	10.18
1	Glovebox	1021627-00-A	0.5	0	13.35
3	Glovebox	1003331-00-B	0.5	0	14.13
1	Glovebox	16954431	1	0	19.57
3	Glovebox	16932692	1	0	20.48
1	Glovebox	16954430	1	0	41.30
2	Glovebox	16955465	0.5	0	70.48
3	Glovebox	16905976	0.5	0	100.00
2	Ip Lower	11589329	2	0	2.77
1	Ip Lower	1007015-00-C	0	2	4.11
1	Ip Lower	1007010-00-C	0	1	5.71
1	Ip Lower	16901218	0.5	0	8.2

Tabla 3. Análisis de duración de los materiales (comunes).

Para el caso de los componentes comunes, se trabajó en mayor medida con bines ya que la mayor parte de estos materiales son de dimensiones pequeñas, como tornillos, clips, grapas, por lo que los bines son una opción fácil para rellenar la línea ya que permite el reemplazo del material que está en la línea para cambiarlo por un bin lleno.

La creación de horarios permitió asignar dos rutas de materiales, esta vez para componentes comunes o pequeños y para componentes únicos y en los cuales sus medidas son más grandes por lo cual solo se necesita asignar 2 materialistas para cada ruta.



Ilustración 10. Nueva organización de operarios

Como contención de material se destinó un espacio en el área de recibo de la planta para el material que se removió de los racks de línea, de esta forma se llevó el material a un lugar que cumple esta función para inventario de materia prima y se organizó para mantener en ellos el material justo, se señalizó lo mínimo y máximo de cajas que se podía almacenar en este rack de cada componente, para guardar solo lo necesario para un turno de producción.

NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
16932692		300	13.04
DESCRIPCION	Damper Glove Box	Max	Min
		1	1

Ilustración 11. Etiquetas para racks del área de recibo y línea.

En la línea se dejaron racks con medidas especiales que no ocupan mucho volumen, estos se ordenaron y etiquetaron.

# de Parte	Cajas	Duración rack (hrs)
1009335-00-A	0.25	5.00
1009338-00-A	0.5	48.08
11610511	0.5	32.05
16963661	1	6.52
1002299-00-C	1	3.48
1007812-00-C	1	15.22
1007813-00-E	1	17.39
1007814-00-D	1	17.39
1007815-00-B	1	28.26
6007538-00-C	1	21.74

Tabla 4. Requerimientos de rack que quedaron en línea.

3.2.3. Kaizen flujo y procesos

¿Es posible mejorar el flujo del material y los procesos?

Una de las etapas de menor coste, pero gran impacto es entender y analizar en donde se puede encontrar una oportunidad de mejora en como fluye la información a través de las operaciones, es de suma importancia entender como es el flujo del proceso, cada una de las etapas, el flujo de los materiales, desde el inventario en materia prima hasta el inventario de productos terminados. Para así poder determinar los tiempos que añaden valor al producto durante estos flujos y eliminar o reducir los que no.

El mayor impacto en el proyecto se ve en esta etapa, ya que se mejora el flujo en el que los materiales son distribuidos.

Se realizó el estudio de la cantidad de piezas por parte que eran necesarias para la elaboración de los diferentes modelos de parte en las líneas y con esto se determinó lo que era necesario dejar en la línea para trabajar por cierta cantidad de tiempo y posteriormente rellenar los estantes o bins antes de que se terminara el material para no afectar el flujo de piezas ensambladas pero tampoco saturar la línea de material ni al operador materialista de trabajo o dejar tiempos de holgura elevada durante su turno de trabajo.

Durante el análisis se llevó a cabo la tarea de ordenar las actividades de relleno en un horario, así no era necesario que el materialista cuide constantemente las líneas de las que se encargaba de rellenar, solo cuando era necesario ya que por la duración de los componentes que se determinó en el análisis los materiales iban a durar en la línea cierta cantidad de tiempo así es como el proceso de relleno se ve estandarizado.

El horario para la ruta de partes únicas se divide entre horas para distribuir las actividades del operario materialista durante el turno, iniciando con aquellas partes que duraran menos en cantidad según el análisis, la primera hora es necesario rellenar la mayoría de los materiales, para las siguientes horas va disminuyendo la cantidad de material necesario que se tiene que dejar en las líneas, en la primera columna se indica la estación a la que corresponde el componente para su ensamble, seguido de la línea correspondiente, numero de parte y las cajas o piezas necesarias para dejar en las estaciones, por el volumen y el uso de los componentes únicos, en línea se trabajara con una ruta de una duración de 1 hora, es decir cada hora es necesario repetir las operaciones según el horario, la segunda hora se rellena menos material y así sucesivamente, el tiempo restante de la hora el

materialista se encarga de apoyar en lo que la línea requiera, el horario esta seccionado por colores, así el materialista identifica más fácil los materiales que hay que dejar cuando hay un cambio de modelo por ejemplo en la primera hora si se está corriendo el modelo RH (derecho) solo dejara los materiales marcados con el color azul y para el lado LH (izquierdo) los marcados en el tono naranja.

PRIMER TURNO											
HORARIO											
6:40- 7:39				7:40-8:39				8:40- 9:39			
Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS
1	Door Rear	1007696-00-C	3	1	Door Rear	1007696-00-C	3	1	Door Rear	1007696-00-C	3
1	Door Rear	1007709-00-C	3	1	Door Rear	1007709-00-C	3	1	Door Rear	1007709-00-C	3
2	Door Rear	1007950-00-D	30 pzs	2	Door Rear	1007950-00-D	30 pzs	2	Door Rear	1007950-00-D	30 pzs
2	Door Rear	1002964-00-D	30 pzs	2	Door Rear	1002964-00-D	30 pzs	2	Door Rear	1002964-00-D	30 pzs
1	Door Rear	1007949-00/01/02	52 pzs	1	Door Rear	1007949-00/01/02	52 pzs	1	Door Rear	1007949-00/01/02	52 pzs
1	Door Rear	1002965-00/01/02	52 pzs	1	Door Rear	1002965-00/01/02	52 pzs	1	Door Rear	1002965-00/01/02	52 pzs
3	Door Rear	1007982-00-C	2 cont	3	Door Rear	1007982-00-C	2 cont	3	Door Rear	1007982-00-C	2 cont
3	Door Rear	1008114-00-C	2 cont	3	Door Rear	1008114-00-C	2 cont	3	Door Rear	1008114-00-C	2 cont
1	Door Rear	1009367-00-B	2 cont	1	Door Rear	1009367-00-B	2 cont	1	Door Rear	1009367-00-B	2 cont
1	Door Rear	1009369-00-B	2 cont	1	Door Rear	1009369-00-B	2 cont	1	Door Rear	1009369-00-B	2 cont
2	Door Rear	1092334-01-A	1	2	Door Rear	1092334-01-A	1	2	Door Rear	1092334-01-A	1
2	Door Rear	1092335-01-H	1	2	Door Rear	1092335-01-H	1	2	Door Rear	1092335-01-H	1
1	Door Front	1007708-00-C	3	1	Door Front	1007708-00-C	3	1	Door Front	1007708-00-C	3
1	Door Front	1002970-00-C	3	1	Door Front	1002970-00-C	3	1	Door Front	1002970-00-C	3
2	Door Front	1007950-00-D	30 pzs	2	Door Front	1007950-00-D	30 pzs	2	Door Front	1007950-00-D	30 pzs
2	Door Front	1002964-00-D	30 pzs	2	Door Front	1002964-00-D	30 pzs	2	Door Front	1002964-00-D	30 pzs
1	Door Front	1007949-00/01/02	52 pzs	1	Door Front	1007949-00/01/02	52 pzs	1	Door Front	1007949-00/01/02	52 pzs
1	Door Front	1002965-00/01/02	52 pzs	1	Door Front	1002965-00/01/02	52 pzs	1	Door Front	1002965-00/01/02	52 pzs
1	Door Front	1008403-00-B	2 cont	1	Door Front	1008403-00-B	2 cont	1	Door Front	1008403-00-B	2 cont
1	Door Front	1008412-00-B	2 cont	1	Door Front	1008412-00-B	2 cont	1	Door Front	1008412-00-B	2 cont
3	Door Front	10028614-00-A	2 cont	3	Door Front	10028614-00-A	2 cont	3	Door Front	10028614-00-A	2 cont
3	Door Front	1028615-00-A	2 cont	3	Door Front	1028615-00-A	2 cont	3	Door Front	1028615-00-A	2 cont
2	Door Front	1092332-01-A	1	2	Door Front	1092332-01-A	1	2	Door Front	1092332-01-A	1
2	Door Front	1092333-01-H	1	2	Door Front	1092333-01-H	1	2	Door Front	1092333-01-H	1
1	Manija	16936161	3 lb	1	Manija	1008428-00-E	1	1	Manija	1008428-00-E	1
1	Manija	1008428-00-E	1	1	Manija	1008647-00-E	1	1	Manija	1008647-00-E	1
1	Manija	1008647-00-E	1	1	Manija	16955513	1	1	Manija	16955513	1
1	Manija	16955513	1	1	Manija	16955512	1	1	Manija	16955512	1
1	Manija	16955512	1	3	Glove Box	16954888	2 cont	1	Manija	1008432-00-E	1
1	Manija	1008432-00-E	1	1	Glove Box	1007017-00-E	24 pcs	1	Manija	1008435-00-E	1
1	Manija	1008435-00-E	1	1	Glove Box	1007018-17/14/22/21	2	1	Manija	1008436-00-E	1
1	Manija	1008436-00-E	1	1	lp Lower	Verificar modelo	2 cont	1	Manija	1008433-00-E	1
1	Manija	1008433-00-E	1	APOYO EN LA LINEA				3	Glove Box	16954888	2 cont
3	Glove Box	16954888	2 cont					1	Glove Box	1007017-00-E	24 pcs
3	Glove Box	M0104242	3 lb	APOYO EN LA LINEA				1	Glove Box	1007018-17/14/22/21	2
1	Glove Box	1007017-00-E	24 pcs					1	lp Lower	Verificar modelo	2 cont
4	Glove Box	00BBLN1017	69 pcs	APOYO EN LA LINEA				APOYO EN LA LINEA			
1	Glove Box	1007018-17/14/22/21	2								
1	lp Lower	Verificar modelo	2 cont	APOYO EN LA LINEA				APOYO EN LA LINEA			
APOYO EN LA LINEA											

Ilustración 12. Extracto de horario de entrega de materiales únicos.

La ruta para los componentes comunes es más flexible, al inicio del turno se checan y rellenan todos los componentes en la línea y al ser componentes más pequeños los bins duran más tiempo en la línea, la ruta se necesita rellena cada 2 o 3 horas, y solo se rellenan algunos componentes conforme se vayan terminando siguiendo el horario durante el transcurso del turno, lo que deja las segundas horas libres para que el materialista brinde soporte en la línea y rellene los racks que quedaron reducidos en la línea.

HORARIO														
6:40- 7:39					7:40- 8:39					8:40- 9:39				
Estacion	Area	# Parte	#Bins/ piezas	#Cajas						Estacion	Area	# Parte	#Bins/ piezas	#Cajas
3	Door Rear	1007913-00-C	1	0						3	Door Rear	1007913-00-C	1	0
1	Door Rear	1009335-00-A	2	0						1	Door Front	1009335-00-A	2	0
3	Door Rear	1009335-00-A	1	0						3	Door Front	1007913-00-C	1	0
2	Door Rear	1008626-99-A	1	0						1	Manija	1008430-00-B	0	1
2	Door Rear	1009338-00-A	1	0						4	Glovebox	16963661	46 pzs	0
3	Door Rear	11610511	1	0						3	Glovebox	1002299-00-C	1	0
1	Door Front	1009335-00-A	2	0						3	Glovebox	1007812-00-C	1	0
3	Door Front	1007913-00-C	1	0						2	Ip Lower	11589329	2	0
3	Door Front	1009335-00-A	1	0										
2	Door Front	1008626-99-A	1	0										
2	Door Front	1009338-00-A	1	0										
3	Door Front	11610511	1	0										
1	Manija	1008430-00-B	0	1										
1	Manija	1008427-00-E	1	0										
1	Manija	1008429-00-B	1	0										
1	Manija	1009485-00-A	1	0										
4	Glovebox	16963661	46 pzs	0										
3	Glovebox	1002299-00-C	1	0										
3	Glovebox	1007812-00-C	1	0										
1	Glovebox	1007813-00-E	1	0										
1	Glovebox	1007814-00-D	1	0										
1	Glovebox	1007815-00-B	1	0										
3	Glovebox	6007538-00-C	0.5	0										
1	Glovebox	1021626-00-A	1	0										
1	Glovebox	1009344-00-A	0.5	0										
3	Glovebox	1009344-00-A	0.5	0										
1	Glovebox	1021627-00-A	0.5	0										
3	Glovebox	1003331-00-B	0.5	0										
1	Glovebox	16954431	1	0										
3	Glovebox	16932692	1	0										
1	Glovebox	16954430	1	0										
2	Glovebox	16955465	0.5	0										
3	Glovebox	16905976	0.5	0										
2	Ip Lower	11589329	2	0										
1	Ip Lower	1007015-00-C	0	2										
1	Ip Lower	1007010-00-C	0	1										
1	Ip Lower	16901218	0.5	0										

**SOPORTE
EN LA
LINEA**

 CAJA O PIEZAS

Ilustración 13. Extracto de horario de entrega de materiales comunes.

Debido a que con las rutas de material se busca mejorar el flujo de materiales sin afectar la producción, es necesario pensar en el material que necesita estar cerca de la línea para los cambios rápidos de modelo por lo que el rack que se dejó en la línea, en el cual se minimizo el inventario, se creó un horario en el cual solo es necesario rellenarse con cajas 3 veces durante el turno por su duración, de esta manera los cambios de modelo no se ven afectador por el tiempo de relleno de líneas de los materialistas.

HORARIO								
6:40- 7:39			10:00-11:00			11:00-12:00		
Area	# de Parte	Cajas	Area	# de Parte	Cajas	Area	# de Parte	Cajas
Glovebox	1007813-00-E	1	Glovebox	1002299-00-C	1	Door Front	1009335-00-A	2
Glovebox	1007814-00-D	1	Ip Lower	1007015-00-C	2	Glovebox	16963661	1
Glovebox	1007815-00-B	1				Ip Lower	1007010-00-C	1
Glovebox	6007538-00-C	1				Manija	1008430-00-B	4
Glovebox	1021626-00-A	1						
Glovebox	1009344-00-A	1						
Glovebox	1021627-00-A	1						
Glovebox	1003331-00-B	1						
Glovebox	16954431	1						
Glovebox	16932692	1						
Glovebox	16954430	1						
Glovebox	16955465	1						
Glovebox	16905976	1						
Ip Lower	11589329	1						
Ip Lower	1007015-00-C	2						
Ip Lower	1007010-00-C	1						
Ip Lower	16901218	1						
Manija	1008430-00-B	4						
Manija	1008427-00-E	2						
Manija	1008429-00-B	1						
Manija	1009485-00-A	1						

Ilustración 14. Horario para relleno de rack de la línea.

3.2.4. Kaizen equipos

¿Se puede mejorar los equipos dispuestos?

El cuarto paso del Kaizen consiste en visualizar las mejoras en los equipos, esto implica analizar la forma en cómo se hacen las cosas para encontrar la posibilidad de aplicar cambios de modelos más rápidos, implementar mejoras en las máquinas para reducir sus ciclos e incrementar su calidad, eliminar esperas forzadas por maquina o herramientas, automatizar las herramientas que los operarios utilizan para sus labores simplificando así su trabajo.

Con el apoyo del taller de Kaizen de la empresa se realizó un carro surtidor, que permitiera ayudar al trabajador a realizar todas las entregas y rellenos de material requeridas por hora en un solo viaje, así el operador rellena los bins en su carrito y solo se acerca a las líneas a dejar el bin relleno y lo intercambia por el que se estaba utilizando en la línea.



Ilustración 15. Carrito surtidor con bins y horario de relleno en línea.

Además se agregó a la línea contenedores para las piezas de mayor volumen, los cuales pueden contener material de hasta por dos horas en línea. Y mejora el aspecto de la estación y del desempeño del operador que trabaja en el proceso de ensamble al tomar las piezas del contenedor y no tenerlas por todo la mesa de trabajo.



Ilustración 16. Proceso de mejora de la estación añadiendo contenedores de material.

Los racks que se quedaron en la línea para evitar la afectación de tiempos en cambios de modelo se realizaron con medidas basadas en la cantidad de cajas necesarias y su tamaño.

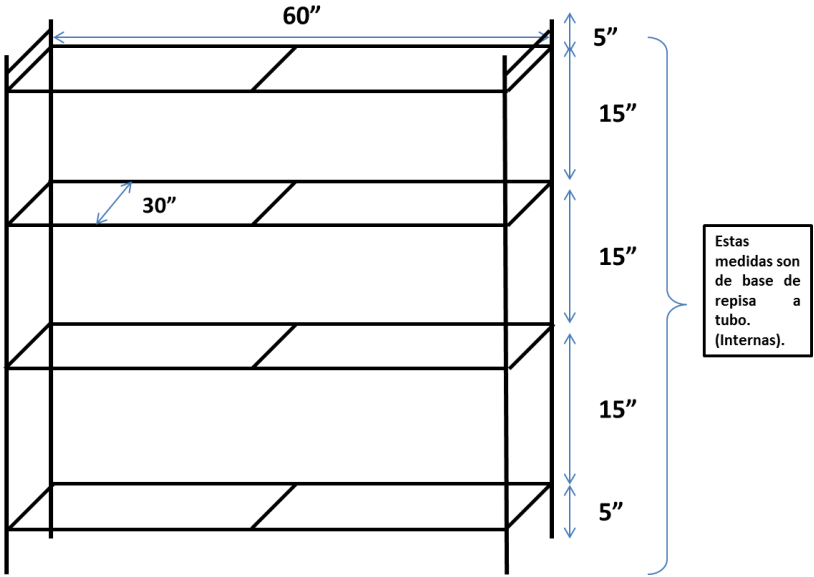


Ilustración 17. Diseño de rack en línea, se rellena solo lo realmente necesario.

3.2.5. Kaizen distribución de planta

¿Una modificación en la posición de las máquinas y/o material incrementaría la productividad?

Al finalizar los pasos anteriores de Kaizen es hora de analizar mejoras en diseño, esta fase es la que implica un mayor costo a la hora de implementarlo, sin embargo, hay que tomar en cuenta la relación de costo- beneficio y si a largo plazo es mayor el beneficio que se obtendrá de esta implementación.

Organizando los datos obtenidos sobre los flujos que forman parte del proceso se puede decidir si es necesario un rediseño del área de trabajo que permita aumentar la productividad, tal vez reduciendo tiempos o eliminando espacios ocupados de una manera innecesaria para hacer espacio a nuevos productos, tal vez solo recorrer las estaciones para dar la oportunidad de herramientas que simplifiquen el trabajo, eliminar cuellos de botella, etc.

Es óptimo implementar diseños que trabajen con todos los principios de manufactura esbelta, diseños que reduzcan desperdicios, que mejoren la labor del trabajador.

Se redujo el espacio utilizado en las líneas, ya que el material se encontraba estandarizado, se podía reducir las acumulaciones de sobre inventario de materia prima, las líneas contaban con 5 racks de material, al llevar a cabo el proceso de estandarización en los materialistas, el operador deja de traer cajas de materia de recibo cada que ve un espacio vacío y solo lo trae cuando es necesario para el proceso y se cuenta con solo 2 racks diseñados específicamente para que pueda contener las cajas necesarias de material uno de materiales comunes los cuales se utilizan para todos los distintos modelos y uno con partes únicas que contiene el material que solo se utiliza según la demanda del modelo que se esté corriendo en ese momento, así el materialista solo se encarga de rellenar esos 2 rack y reducir sus idas en el turno al área de recibo a solo 3 vueltas por día.

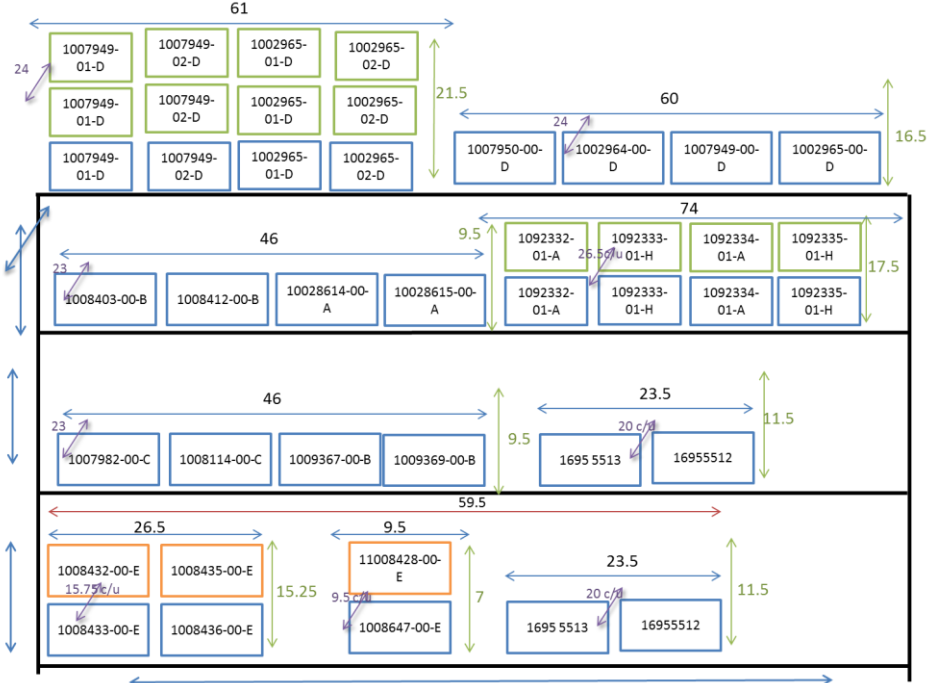


Ilustración 18. Acomodo de materiales que permite reducir la cantidad de racks requeridos en los proceso.

El cambio de rack permite hacer una mejora en el diseño del área asignada a las líneas, quitando los 3 racks que ahora se vuelven innecesarios y dejando libre un espacio de 19.4 m²

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS OBTENIDOS

CAPÍTULO IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Implementando los resultados obtenidos del análisis para aumentar la utilización del operador, se cambió el flujo de las operaciones, el material llega a la planta al área de recibo en un espacio llamado supermercado, ahí se comienza la ruta de material, en un área de secuenciado el materialista puede llevar acabo el relleno de las partes comunes que se clasificaron en un tamaño pequeño y mediano dentro de los bines y de las partes únicas, que varían de un modelo a otro y son de tamaño más grandes diferenciadas de las comunes, por lo cual se organizó el relleno de estas partes para que su duración en la línea sea de entre 1 a 2 horas, y la duración de las partes pequeñas es de 2 a 4 horas

Flujo actual

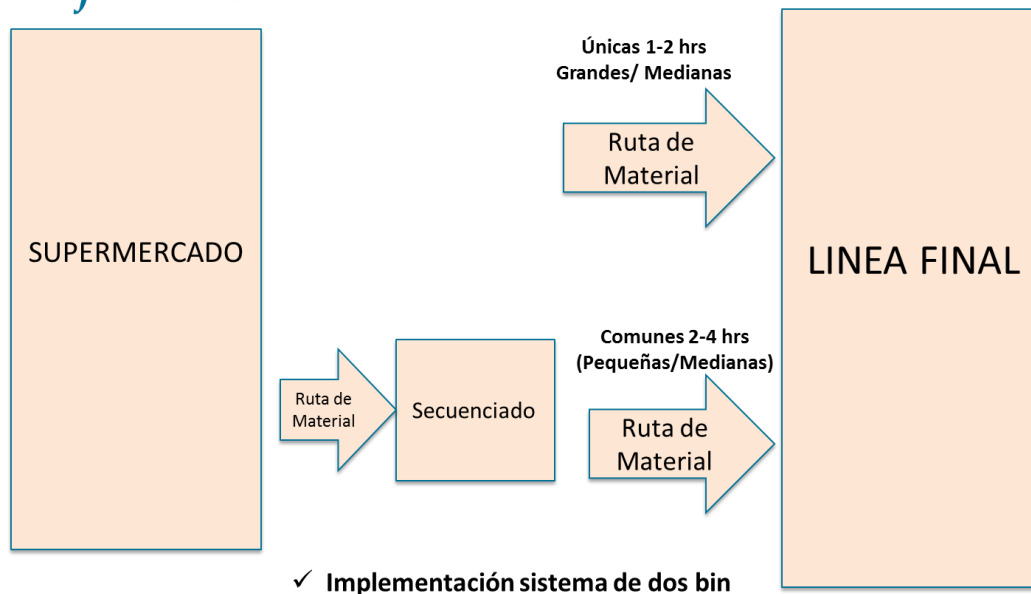


Ilustración 19. Flujo actual de la operación con la mejora.

Hubo una reducción de los gastos orientados a inventarios, ya que se eliminaron los mini mercados entre las líneas, en promedio minimizando en un 17%, que se traduce de 1.8 días de inventario a solamente 0.2 días, que monetariamente, calculando el valor de inventario el ahorro realizado fue de \$21,375 dolares.

Estandarizando la ruta de material se permite balancear la carga de trabajo y aumentar la utilización del operador de una manera significativa, con lo que se obtiene que el trabajo que antes era realizado por 5 operadores materialistas ahora lo puedan realizar solo 2, uno encargado de las partes comunes y otro encargado de la ruta de partes únicas. Reduciendo la cantidad de operadores en un 60%, y esto permite trasladar a este personal a otras áreas de la empresa en la cual eran necesarios.

Se liberó un espacio de 19.47 m² reduciendo los racks ocupados en línea un 56%. A continuación se plasma las mejoras en porcentajes comprobadas en la empresa.




<i>Inventarios</i>			<i>Materialistas</i>		<i>Liberación de espacios</i>	
% DE MEJORA			% DE MEJORA		% DE MEJORA	
Lineas	Dias de inv.	Costo Total de inv.	Lineas	Materialistas	Lineas	Espacio liberado
Glovebox	85%	51%	Glovebox	60%	Glovebox & Ip Lower	100%
IP Lower	90%	43%	IP Lower	60%	Tesla Door 1	100%
Tesla Door Rear	87%	84%	Tesla Door Rear	60%	Tesla Door 2	49%
Tesla Door Front	86%	80%	Tesla Door Front	60%	Total:	56%
Total:	86%	69%	Total:	60%		
Total:	1.8	\$ 31,023	Total:	5	Total:	34.5 m
						
Total:	0.2	\$ 9,648	Total:	2	Total:	15.08 m

Ilustración 20. Mejoras en porcentajes comprobadas en la empresa.

**CAPÍTULO V.
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con ayuda de las herramientas OSKKK aplicadas al análisis fue posible realizar un ahorro en la empresa, se mejoró el flujo de las operaciones haciendo el proceso de entrega de material más rápido y estandarizado para la operación, se aumenta la productividad de los operadores sin llegar a afectarlos, balanceando las labores que deben realizar dándoles las herramientas para realizar diariamente un trabajo justo y que se vuelve más sencillo al estar ahora estandarizado, además se cuenta con las personas necesarias en el proceso de entrega, dando a operaciones la oportunidad de acomodar personal en líneas de producción o trabajos en los que hagan falta.

Se recomienda seguir con la organización del material en las rutas para evitar desperdicios, y fomentar la practica en el operador.

Se recomienda además trabajar con los operarios en llevar a cabo las labores diarias de una manera más estandarizada, basándose en herramientas de manufactura esbelta, haciendo esto gradualmente para evitar la resistencia al cambio.

Fuentes de Información

Trabajos citados

Benjamin Niebel, A. F. (2018). *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo* (11 ed.). Alfaomega grupo editor.

definicion. (s.f.). *Definicion productividad*. <https://definicion.de/productividad/>.

Gestiopolis. (2011). *Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>

Institución Universitaria Escolme. (2017). *Contabilidad, inventarios*. Medellín . Recuperado el 2018, de [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad %202/Inventario.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf)

Lean Solutions. (s.f.). *Concepto*. <https://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>.

Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Oxford. (2018). *definicion Operario*. <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/operario>.

Pegels, C. (1984). The Toyota Production System - Lessons for American Management. *International Journal of operations & Production Management*, 9. doi:10.1108/eb054703

Real Academia Española. (2018). *Definición Materiales*. Madrid: ASALE.

Santesmases, M. (1996). Términos de Marketing. Diccionario-Base de Datos. En M. Santesmases, *Términos de Marketing. Diccionario-Base de Datos* (pág. 1069). Pirámide.

Socconini, L. (2018). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Guadalajara, México : Pandora Impresores.

Toyota, M. (s.f.). *Toyota Production System*. <https://www.toyota.mx/nota/sistema-de-produccion-toyota-la-filosofia-empresarial-mas-admirada>.

Bibliografía

- Benjamin Niebel, A. F. (2018). *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo* (11 ed.). Alfaomega grupo editor.
- definicion. (s.f.). *Definicion productividad*. <https://definicion.de/productividad/>.
- Gestiopolis. (2011). *Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
- Institución Universitaria Escolme. (2017). *Contabilidad, inventarios*. Medellín . Recuperado el 2018, de [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad %202/Inventario.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf)
- Jay Heizer, B. R. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7 ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Lane, G. (2009). *Mr. Lean buys and transforms a manufacturing company*. CRC Press.
- Lean Solutions. (s.f.). *Concepto*. <https://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>.
- Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Oxford. (2018). *definicion Operario*. <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/operario>.
- Pegels, C. (1984). The Toyota Production System - Lessons for American Management. *International Journal of operations & Production Management*, 9. doi:10.1108/eb054703
- Real Academia Española. (2018). *Definición Materiales*. Madrid: ASALE.
- Santesmases, M. (1996). Términos de Marketing. Diccionario-Base de Datos. En M. Santesmases, *Términos de Marketing. Diccionario-Base de Datos* (pág. 1069). Pirámide.

Socconini, L. (2018). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Guadalajara, México : Pandora Impresores.

Toyota, M. (s.f.). *Toyota Production System*. <https://www.toyota.mx/nota/sistema-de-produccion-toyota-la-filosofia-empresarial-mas-admirada>.

Referencias

- Benjamin Niebel, A. F. (2018). *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo* (11 ed.). Alfaomega grupo editor.
- Gestiopolis. (2011). *Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
- Institución Universitaria Escolme. (2017). *Contabilidad, inventarios*. Medellín . Recuperado el 2018, de [http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad %202/Inventario.pdf](http://www.escolme.edu.co/almacenamiento/tecnicos_oei/Contabilidad/Unidad%202/Inventario.pdf)
- Jay Heizer, B. R. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7 ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Lane, G. (2009). *Mr. Lean buys and transforms a manufacturing company*. CRC Press.
- Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Pegels, C. (1984). The Toyota Production System - Lessons for American Management. *International Journal of operations & Production Management*, 9. doi:10.1108/eb054703
- Socconini, L. (2018). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Guadalajara, México : Pandora Impresores.
- Toyota, M. (s.f.). *Toyota Production System*. <https://www.toyota.mx/nota/sistema-de-produccion-toyota-la-filosofia-de-empresarial-mas-alla-de-la-manufactura>.