



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Matamoros

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

“IMPLEMENTACIÓN DE RUTA DE MATERIALES INTERNA Y EXTERNA”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

PRESENTA:

I.Q. Dulce Vanessa Chavarría de la Garza

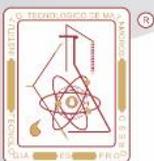
..

Director:

M.A.I. María Guadalupe Vásquez González

H. Matamoros, Tamaulipas, México Mayo de 2020

Excelencia en Educación Tecnológica®
Tecnología es progreso®





Instituto Tecnológico de Matamoros

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

“Implementación de ruta de materiales interna y externa”

NOMBRE DEL ALUMNO:

I.Q. Dulce Vanessa Chavarría de la Garza

..

DIRECTOR:

M.A.I. María Guadalupe Vásquez González

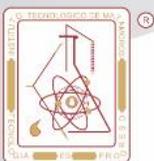
REVISORES:

M.A.I. María del Carmen Vázquez Martínez

Dra. Irma Leticia García Treviño

H. Matamoros, Tamaulipas, México Mayo de 2020

Excelencia en Educación Tecnológica®
Tecnología es progreso®



Agradecimientos

Primeramente le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi maestría, por darme la fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Luis Chavarría y Cecilia de la Garza por apoyarme en todo momento, por lo valores que me han inculcado, y por darme la oportunidad de tener una buena educación en el transcurso de mi vida, pero sobre todo por ser un gran ejemplo para mí.

Le agradezco a mi asesora de tesis M.A.I. María Guadalupe Vásquez González por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas.

Le agradezco a M.A.I. María Nieves por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estadías en la empresa, así mismo tanto al ingeniero Jorge Rubio así como al ingeniero Alfredo Mora por haberme brindado su apoyo y paciencia al realizar mi proyecto en la empresa.

Y por último le agradezco al ingeniero Claudio Alcalá por darme la oportunidad de poder ser parte de esta Maestría.

Resumen

En el presente trabajo se busca encontrar todas las causas y factores involucrados en el paro de las líneas de producción de nuestro cliente (PACCAR), implementando diversas rutas de materiales para los procesos internos y externos de la línea.

Para poder llevar a cabo estas rutas de materiales se verán involucrados diversos conceptos relacionados con esto. Más adelante se mostraran algunas metodologías que aplican para este proyecto, así como el desenlace de cómo se solucionó la problemática que se tenía para evitar paros de línea, evitar sobre inventario, y ahorro de costo.

Para poder realizar este proyecto se tomó en cuenta, los volúmenes de cada una de las líneas de producción de Paccar, ya que se cuenta con diferentes tipos de modelo lo cual cada modelo contiene diferente volumen. Además se tomó en cuenta la toma de tiempos de cada uno de los materialistas actuales y se verificaron sus trayectos hacia cada uno de los abastecimientos para poder calcular la cantidad de materialistas que en realidad se requerían en la línea.

Otros factores importantes que se tomaron en cuenta fueron, el diseño de almacenamiento de material y el diseño de carro de materialista para poder abastecer la línea de producción y así evitar los paros de producción.

Tomando en cuenta todos estos factores se logró implementar cada una de las rutas para los materialistas, reducir el exceso de material en la línea, eliminar los paros de producción por falta de material, el ahorro de personal y el ahorro de espacio en la línea

Una vez que se obtuvo la información necesaria se realizó el resultado a través de hoja de cálculos en Excel, donde se calculó la cantidad de operador requerido, material requerido por horas de acuerdo al volumen de las líneas, entre otros cálculos. Tablas de datos, donde se realizó una ayuda visual para que el materialista sepa con que material debería abastecer la línea de producción. y por ultimo imágenes de diseño de carros de materialista, ruta a los abastecimientos y almacenamiento de material.

Abstract

This work seeks to find all the causes and factors involved in the stoppage of our client's production lines (PACCAR), implementing various routes of materials for the internal and external processes of the line.

In order to carry out these routes of materials, various concepts related to this will be involved. Later on, some methodologies that apply to this project will be shown, as well as the outcome of how the problem was solved to avoid line stoppages, avoid over inventory, and cost savings.

In order to carry out this project, the volumes of each of Paccar's production lines were taken into account, since there are different types of model which each model contains a different volume. In addition, the time taken for each of the current materialists was taken into account and their paths to each of the supplies were verified in order to calculate the number of materialists that were actually required on the line.

Other important factors that were taken into account were the material storage design and the materialist cart design to be able to supply the production line and thus avoid production stoppages.

Taking into account all these factors, it was possible to implement each of the routes for the materialists, reduce the excess material on the line, eliminate production stoppages due to lack of material, saving personnel and saving space on the line.

Once the necessary information was obtained, the result was made through a spreadsheet in Excel, where the amount of operator required was calculated, material required by hours according to the volume of the lines, among other calculations. Data tables, where a visual aid was made so that the materialist knows what material he should supply the production line with. and finally images of materialist cart design, route to supplies and material storage.

Introducción

El control de suministro de materiales dentro de la industria es un punto fundamental para cualquier empresa, es la base de todo proceso productivo, al cual no se le ha dado la importancia necesaria debido a que se puede llegar a creer que no es útil para el proceso, lo cual es erróneo ya que teniendo un buen sistema de abastecimiento se puede ahorrar en muchos factores implicados como almacenamiento, costo de operador y disminución de paros de líneas de producción.

De acuerdo a esto, el suministro hacia la línea de sub ensamble, consiste básicamente en mantener siempre con el material preciso y óptimo para lograr una buena interacción con la línea principal, esto es fundamental para que las líneas de producción trabajen con la cantidad adecuada de material. Esto quiere decir que no debe sobre pasar la cantidad de material, ya que puede ocasionar un acumulamiento de material en las líneas, generando gasto de almacenamiento o en otro caso, falta de material, lo cual podría generar paro de líneas de producción.

Uno de los grandes retos que se tiene en este proyecto es la interacción de estos factores ya que se tienen que complementar cada uno de ellos entre sí para poder lograr nuestro objetivo principal que es la implementación de la ruta de materiales interna y externa.

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción	5
CAPÍTULO I	10
GENERALIDADES DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la problemática	11
1.2. Planteamiento del Problema	12
1.1. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos secundarios.....	12
1.4. Hipótesis	13
1.4.1. Hipótesis general	13
1.5. Justificación.....	13
CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
2.1. Marco conceptual.....	16
2.1.1 Balanceo de línea	16
2.1.2 Capacidad instalada	16
2.1.3 Inventario	16
2.1.4 Materias Primas	16
2.1.5 Provisiones	17
2.1.6 Componentes	17
2.1.7 Trabajo (producto) en proceso	17
2.1.8 Productos Terminados	18
2.1.9 Inventario en transporte	18
2.1.10 Just in time (JIT)	18

2.1.11 Kanban.....	18
2.1.12 Distribución de planta o Layout.....	18
2.1.13 Planeación de requerimientos de materiales (MRP).....	19
2.1.14 Rack.....	19
2.1.15 Scrap	19
2.1.16 Sistema jalar	19
2.1.17 Sistema empujar	19
2.1.18 Exceso de inventario.....	19
2.1.19 Takt time.....	19
2.1.20 Tiempo de ciclo.....	20
2.1.21 Cuello de botella	20
2.1.22 Celda de trabajo.....	20
2.1.23 Diagrama spaghetti.....	21
2.2. Marco Teórico.....	21
2.2.1 JUSTO A TIEMPO	21
2.2.2 GESTIÓN DE STOCK	23
2.2.3 KANBAN	31
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	35
3.1 Materialista interno.....	36
3.1.1 Situación inicial de la ruta de material interno.....	36
3.1.2 Mejora de la ruta de material.	38
3.2 Materialista Externo	62
3.2.1 Toma de tiempos y contenido de trabajo.	63
3.2.2 Calculo de materialista externo.....	64
3.2.3 Ruta de materialista externo	65
3.2.4 Instrucción de trabajo para materialista externo	65
CAPITULO IV RESULTADOS	66

4.1. Resultados	67
4.1.2 Resultado de toma de tiempos y contenido de trabajo de materialista interno	67
4.1.3 Resultado de requerimiento de inventario.	70
4.1.4 Resultado de cálculo de materialista interno.	72
4.1.5 Resultados de diseño de almacenamiento de material de recibo y transporte de material a la línea.....	74
.....	76
4.1.6 Resultado de Ayuda visual.....	76
4.1.7 Resultado de ruta de materialista interno	77
4.1.8 Resultado de Instrucción de trabajo.....	81
4.1.9 Resultado de toma de tiempos de materialista externo y contenido de trabajo.	81
4.1.10 Resultado de cálculo de materialista externo	81
4.1.11 Resultado de ruta de materialista externo.....	81
4.1.12 Resultado de ahorro por año	82
CAPÍTULO V CONCLUSION	83
6.1 Conclusión	84
Fuentes de Información	85
Anexos	87

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL

PROBLEMA

CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la problemática

Desde el comienzo de la era industrializada el hombre siempre se ha empeñado en fortalecer su proceso de manufactura, se ha enfocado en mejorar las actividades que les permiten una mejor producción y distribución. Esto conlleva al descubrimiento de nuevas técnicas y procedimientos que garanticen el abasto de materiales en su proceso, buscando satisfacer las necesidades del consumidor y las organizaciones que requieren del producto o servicio a ofrecer.

Las empresas se han dado a la tarea de implementar diferentes métodos, tecnologías, modelos, procesos, reingeniería y modificar la gestión entre otras. Para poder lograr una metodología adecuada, esta deberá ser estudiada en todas las áreas que implica el proceso productivo, creando métodos más eficientes de trabajo, que permitan llevar a cabo de mejor forma posible las operaciones a realizar, de manera que se puedan obtener los mejores resultados, permitiendo aumentar la productividad y calidad del producto.

La empresa automotriz en el área de la línea de producción de PACCAR presenta la siguiente problemática, PACCAR consta de dos líneas de producción, Kenworth y Peterbilt las cuales producen los interiores para puertas de camiones de carga.

Desde que se lanzó el programa no existe una ruta estandarizada de materiales entre proceso, lo que genera un descontrol total de desabasto de material o exceso de inventario en la línea de producción, esto da como resultado un problema de costo, espacio y paros por falta de material en las estaciones de trabajo afectando la calidad en el producto final y la productividad diaria de la línea.

Otro problema es la ruta de material terminado, ya que se cree que se cuenta con exceso de materialistas lo cual causa un problema de costo y aumento de tiempos

muerdos, por tal razón es que se consideró importante implementar una ruta de materiales estandarizada en donde le enseñe al materialista traer solo el material que se va a utilizar, así mismo calcular la cantidad de operadores necesarios para el proceso.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Es posible estructurar una ruta de materiales estandarizada en donde le muestre al materialista traer solo el material que se va a utilizar, así mismo calcular la cantidad de operadores necesarios?

1.1. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estructurar una ruta de materiales estandarizada en donde le enseñe al materialista traer solo el material que se va a utilizar, así mismo calcular la cantidad de operadores necesarios para el proceso.

1.3.2. Objetivos secundarios

1. Realizar una toma de tiempos a los materialistas internos (material comprado, abastecimiento de línea, contenedores de inyección, relleno de buffers).
2. Calcular el requerimiento de inventario.
3. Realizar el cálculo de materialista interno.
4. Diseñar de almacenamiento de material comprado y transporte de material a la línea de producción
5. Elaborar de ayuda visual.
6. Implementar ruta de materialista interno
7. Crear instrucción de trabajo para materialista interno
8. Realizar toma de tiempos de materialista externo y contenido de trabajo
9. Implementar ruta de material externo
10. Crear instrucción de trabajo para materialista externo

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al estructurar una ruta de materiales estandarizada en donde le enseñe al materialista traer solo material que se va a utilizar, así mismo calcular la cantidad de operadores necesarios, ahorraremos costo, espacio, paros de producción, y desperdicio de tiempo.

1.5. Justificación

El implementar una ruta de materiales estandarizada en la línea de producción, nace de la necesidad de eliminar los paros de línea para poder cumplir con la producción diaria, la falta de manejo de material adecuado de los procesos de recibo, la acumulación de inventario, la falta de cálculo de materialistas, el desperdicio de espacio, la falta de calidad y la productividad.

En una época de alta [eficiencia](#) en los [procesos](#) industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y [sistema](#) de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la [productividad](#) y lograr una ventaja competitiva en el [mercado](#). Aspecto importante de la [planificación](#), control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el [transporte](#), el almacenaje y localización de los materiales.

El flujo de materiales deberá analizarse en [función](#) de la secuencia de los materiales en movimiento (ya sean materias primas, materiales en productos terminados) según las etapas del proceso y la intensidad o magnitud de esos movimientos.

Un flujo efectivo será aquel que lleve los materiales a través del proceso, siempre avanzando hacia su acabado final, y sin detenciones o retrocesos excesivos.

Por otra parte el manejo de materiales y su espacio de almacenamiento se enfoca en las características y los costos de actividades de almacenamiento y manejo de materiales. Se ha estimado que estas actividades pueden absorber hasta el 20% del costo de distribución física de una empresa, por lo cual resulta importante realizar este proyecto.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS

TEÓRICOS

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco conceptual

Este apartado comprende los conceptos y términos empleados en esta investigación los cuales permitirán tener una comprensión clara.

2.1.1 Balanceo de línea

El balanceo de línea es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo. Normalmente, se asigna un trabajador a cada estación. En estas condiciones, la línea que produce al tiempo deseado con el menor número de trabajadores es la más eficiente (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.2 Capacidad instalada

Es la máxima capacidad real de trabajo y considera las disminuciones de tiempo previstas para el mantenimiento preventivo de los medios de trabajo. Estas pérdidas son generalmente recomendadas por los fabricantes de los medios de trabajo (máquinas, herramientas), por los de departamentos de mantenimiento o en el peor de los casos deben ser 5 dados con el mejor criterio por parte de los jefes de producción (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.3 Inventario

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa (Zapata Cortes).

2.1.4 Materias Primas

Las materias primas son todos aquellos productos en su estado bruto o sin modificar extraídos de la naturaleza, que sirven como insumo para fabricación de nuevos materiales y mercancías. Estas materias primas pasan por procesos de transformación en los cuales se le agrega valor para finalmente constituir el producto destinado al cliente (Zapata Cortes).

2.1.5 Provisiones

Las provisiones son todos aquellos productos que la organización requiere consumir para el proceso de fabricación y distribución a los clientes finales que no son materia prima, al ser elaborados previamente por otra empresa. Las provisiones son entonces todos los productos que la empresa obtiene a partir de sus proveedores y con los cuales se obtienen productos de mayor valor agregado para los clientes (Zapata Cortes).

2.1.6 Componentes

Los componentes son todos aquellos elementos que hacen parte de alguna maquinaria, proceso o inmueble que se requiere para el correcto funcionamiento de la empresa. Son entonces productos que no intervienen directamente en el proceso de transformación y distribución de la empresa, pero que son requeridos para esto. Un ejemplo puede ser el material de repuesto para una maquinaria, aunque estos materiales no hacen parte de los productos que la empresa fabrica, sin estos repuestos la actividad comercial se ve frenada y por ende no cumpliendo con lo solicitado por el cliente (Zapata Cortes).

2.1.7 Trabajo (producto) en proceso

Estos productos hacen referencia a todos los materiales que han pasado por un proceso de transformación parcial, al no ser elaborados totalmente con las especificaciones del cliente. Los productos en proceso son entonces productos semielaborados que se realizan básicamente para ser terminados posteriormente, ya sea porque se requiere unir con otros componentes (ensamblar), requiere una maquinaria o proceso diferente al en que son fabricados o porque se pretende terminar luego de conocer las necesidades finales de los clientes, y teniendo el producto semielaborado se puede entregar más rápido. Un ejemplo de un trabajo (o producto) en proceso puede ser la configuración parcial de un computador, que se elabora para luego ser terminado completamente, una vez el cliente final haya determinado el procesador o la capacidad de memoria que requiere (Zapata Cortes).

2.1.8 Productos Terminados

Los productos terminados son aquellos elementos que han sido elaborados totalmente para cumplir las especificaciones del cliente y que están listos para ser enviados a este. Es importante tener en cuenta que el producto terminado de una empresa particular no necesariamente corresponde al producto que requiere el consumidor final, ya que este producto terminado se puede convertir en una provisión para otra empresa (Zapata Cortes).

2.1.9 Inventario en transporte

En el transporte, constantemente existe una cantidad del inventario que se mueve de un lugar a otro; desde los proveedores hasta la planta, de la planta al almacén y del almacén a un centro de distribución o al cliente. Este inventario puede calcularse multiplicando la demanda promedio del artículo por periodo por el número de periodos comprendidos dentro del tiempo de traslado en la entrega (Zapata Cortes).

2.1.10 Just in time (JIT)

Un sistema JIT organiza los recursos, los flujos de información y las reglas de decisión que permiten a una empresa aprovechar los beneficios de los principios JIT. Para empezar, se identificarán las características de los sistemas esbeltos en los procesos de servicio y manufactureros (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.11 Kanban

Vocablo japonés que significa “tarjeta” o “registro visible”; se refiere a las tarjetas que se utilizan para controlar el flujo de producción en la fábrica (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.12 Distribución de planta o Layout

Consiste en la ordenación física (donde) de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área (cuanto), en la determinación de las figuras, formas (como) relativas y ubicación de los distintos departamentos (De La Fuente Garcia, Parreño Fernandez y Fenandez Quesada).

2.1.13 Planeación de requerimientos de materiales (MRP)

Técnica de demanda dependiente que usa una lista estructurada de materiales, inventario, facturación esperada y un programa de producción maestro para determinar los requerimientos de materiales (Heizer and Render).

2.1.14 Rack

Consiste en el montaje de una sencilla estructura que soportará la carga, pudiendo ser desmontado y almacenado con facilidad en caso de necesidad, suele utilizarse cuando se requiere una máxima compactación del almacenaje (De La Fuente Garcia, Parreño Fernandez y Fenandez Quesada).

2.1.15 Scrap

Son las piezas defectuosas que han de despreciarse (Rajadell y Sanchez).

2.1.16 Sistema jalar

Concepto que da como resultado la producción de material sólo cuando se solicita, el cual se lleva al punto donde se necesita justo cuando es necesario (Heizer and Render).

2.1.17 Sistema empujar

Los sistemas de empujar son la antítesis del JIT. Por lo general, al jalar material a través del proceso de producción cuando se requiere, en vez de “empujarlo”, disminuye los costos y mejorar el desempeño de acuerdo con el programa, mejorando así la satisfacción del cliente (Heizer and Render).

2.1.18 Exceso de inventario

Exceso de materia prima, WIP, o producto terminado que causa aumento del Lead Time, obsolescencia, daños, transporte y almacenamiento. También oculta problemas como desequilibrios en la producción, entregas tardías, defectos, down time de la maquinaria y equipos, y largos tiempos de set up. (Buzon Quijada)

2.1.19 Takt time

El ritmo de la producción conocido como “Takt Time”. Es el instante repetitivo de tiempo a lo largo del horario de trabajo desde que este inicia hasta su último segundo considerado como productivo, en el que debe salir la producción o el producto terminado en las cantidades planeadas de acuerdo a la demanda diaria del cliente.

Es una de las definiciones clave usada en producción, ritmo (por sus siglas en alemán Takt) se conoce en la filosofía japonesa como Takt Time es el ritmo de la organización en sincronía con el cliente. En la figura 1 se muestra el cálculo del takt time al que debe salir la producción. Traducido al español, el ritmo de la producción es igual al tiempo total productivo disponible entre el volumen diario de producción requerido. La fórmula considera al tiempo en segundos, pero este puede ser en minutos u horas depende del volumen, de esta manera el resultado se interpreta como, debe salir un producto terminado cada unidad de tiempo elegida por la persona que lo calcula. (Ohno)

2.1.20 Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo de una línea es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación. Si el tiempo requerido para los elementos de trabajo en una estación de la línea, la estación será un cuello de botella que impedirá que la línea alcance la tasa de producción deseada (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.21 Cuello de botella

Es un tipo especial de restricción que se relaciona con la falta de capacidad de un proceso y, por tanto, también se conoce en ciertas condiciones como recurso de restricción de capacidad (CCR, del inglés capacity constraint resource). Se define específicamente como cualquier recurso cuya capacidad disponible limita la aptitud de la organización para satisfacer el volumen de productos, la mezcla de productos o la fluctuación de la demanda requerida por el mercado (Krajewski, Ritzman y Malhotra).

2.1.22 Celda de trabajo

Arreglo de máquinas y personas que se enfocan en la fabricación de un solo producto

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Time (Available seconds per working day)}}{\text{Volume (Daily production requirement)}}$$

o de una familia de productos relacionados. (Heizer and Render)

2.1.23 Diagrama spaghetti

El Diagrama de Spaghetti es la representación del flujo físico de materias, personas e información en el espacio y momento en el que se ejecuta el proceso a estudiar. Sobre un plano se ilustran todos los movimientos que se producen. Permite eliminar los innecesarios y cambiar la configuración del contexto para recortar las distancias recorridas, mejorar los tiempos de respuesta, reducir los riesgos de accidente o mejorar el aprovisionamiento, entre otras medidas. (CALETEC)

2.2. Marco Teórico

En este proyecto usamos las siguientes metodologías:

2.2.1 JUSTO A TIEMPO

Taiichi Ohno (1012-1990) fue el ingeniero japonés que diseñó el sistema de producción Just in Time (JIT) dentro del sistema de producción de la empresa Toyota. En 1932, después de graduarse como ingeniero mecánico en la Escuela Técnica Superior de Nagoya, comenzó a trabajar en la fábrica de telares de la familia Toyoda y en 1943 fue transferido a la Toyota Motor Company para reiniciar las actividades de fabricación de camiones y automóviles, siendo nombrado responsable de taller de mecanizado. En 1954 fue nombrado Director en Toyota y progresivamente fue ocupando puestos de mayor responsabilidad en la compañía hasta que en 1975 pasó a ocupar el puesto de vice-presidente.

Precisamente fue Ohno quien creó el concepto de muda al sostener que la mayoría del trabajo que se realizaba en las plantas de Toyota por ese entonces, no agregaba ningún valor porque estaba lleno de desperdicios. En forma sistémica, Ohno reconoció siete mudas clásicas:

1. Las mudas por sobreproducción.

2. Las mudas por exceso de inventarios.
3. Las mudas de procesamiento.
4. Las mudas por transporte.
5. Las mudas por movimiento.
6. Las mudas por tiempos de espera.
7. Las mudas por fallas y reparaciones.

Comprender la razón de ser de cada una de ellas y los métodos para su detección, prevención y eliminación es uno de los principales objetivos en materia de capacitación tanto de directivos como de operarios. Así los consultores japoneses consideran que en las empresas occidentales sujetas a los sistemas tradicionales de gestión se hace necesario la contratación de una a dos veces más personal del necesario, cuatro veces más espacio físico del requerido y hasta diez veces o más tiempo del necesario para cumplimentar un ciclo.

Los excesos de inventarios, productos en proceso y productos terminados son la resultante no sólo de una filosofía de gestión orientada a empujar al mercado los productos, sino además es una forma de protegerse de las discontinuidades en la producción provocadas por falta de insumos, roturas de maquinarias, fallas en los procesos, prolongados tiempos de preparación y diseños de plantas inconsistentes con los procesos (producción por funciones en contraposición a la producción en células de trabajo). Este exceso de insumos y productos terminados o en proceso origina la necesidad de mayores espacios físicos incrementando los costos de manipulación, los costos de administrar los stock, mayores costos financieros, costos por roturas, vencimientos y fuera de moda, además de entorpecer las labores cotidianas.

Las mudas de transporte hacen referencia a los traslados internos innecesarios producto de los malos diseños de las plantas y de los procesos productivos, lo cual genera costo pero no agrega valor a los consumidores finales. En el caso de los movimientos generadores de desperdicios son todos aquellos que por no contemplar un mejor diseño de los circuitos, procesos y actividades generan menores niveles de productividad en los trabajadores producto de la realización de movimientos innecesarios y un mayor desgaste físico.

Las mudas por tiempo de espera apuntan tanto a los tiempos desaprovechados por la falta de insumos como a la rotura de máquinas o bien los tiempos de preparación de las máquinas y herramientas - tiempos de set up-.

En el caso de los fallos y errores -y las actividades de corrección o pérdida de elementos-, se ocasionan en la falta de control continuo y en la aplicación de medidas preventivas (poka-yoke) que permitan generar los productos y servicios correctos en la primera vez. Esto se relaciona directamente con el último muda que son las de procesamiento. Diseñar correctamente los procesos en su debido momento incide significativamente en los costos de producción posteriores.

Entre los instrumentos utilizados en kaizen se encuentran el círculo de Deming, las cinco “S” de kaizen (también conocidos como los soles en General Motors), las siete herramientas estadísticas para la solución de problemas y el trabajo en equipo. La aplicación correcta y constante de estas técnicas garantiza el incremento de un 5% mínimo mensual de productividad en cualquier área a partir de la sexta semana después de su implementación.

Si bien el concepto de mejora continua empieza a ser adoptado por una cantidad importante de empresas, la cultura organizacional de occidente no favorece el desarrollo integral de esta filosofía. Uno de los principales obstáculos es la impaciencia de la Dirección por ver resultados inmediatos en toda la organización. El otro, y mucho más crítico, es la incapacidad de la organización para apoyar y reconocer los equipos de mejoramiento capaces de tomar decisiones propias en situaciones de trabajo que directamente los afectan. El tercer obstáculo es la falta de seguimiento por parte de la Dirección (Carro y Gonzalez Gomez, Estrategias de produccion / operaciones en un entorno global).

2.2.2 GESTIÓN DE STOCK

La gestión de stocks es un importante factor que atrae el interés de los administradores de cualquier tipo de empresa, para las compañías que operan con márgenes de ganancias relativamente bajos, la mala administración de stocks puede perjudicar gravemente sus negocios. El desafío no consiste en reducir al máximo el stock para abatir los cotos, ni tener

inventario en exceso a fin de satisfacer todas las demandas, sino en mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas con mayor eficiencia.

El stock se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se recibe es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye. El stock se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales.

La labor de la persona que administra un inventario consiste en establecer el balance entre las presiones y los costos conflictivos que actúan tanto a favor de los inventarios bajos como de los altos, y así determinar los niveles apropiados de stock. La principal razón para tener inventarios bajos es que el inventario representa una inversión monetaria temporal en bienes, por la cual la empresa tiene que pagar intereses (en lugar de recibirlos). El costo de manejo (o mantenimiento) de stock es un costo variable que se paga para tener artículos disponibles. Entre esos costos figuran intereses, almacenamiento y manejo, impuestos, seguros y mermas. Cuando esos componentes cambian según el nivel del inventario, lo mismo sucede con el costo de manejo del mismo.

Generalmente, las empresas expresan el costo de manejo de inventario de un artículo, por cierto periodo de tiempo, como un porcentaje de su respectivo valor. El costo anual de tener una unidad en inventario fluctúa normalmente entre el 20 y el 40% de su valor.

Supongamos que el costo de manejo de inventario de una empresa es de 30%. Si el valor promedio del inventario total equivale al 20% de las ventas, entonces el costo promedio anual de manejo de inventario será el 6% [$0.30(0.20)$] del total de las ventas. Este costo es considerable en términos de márgenes de ganancias brutas, los cuales a menudo son menores del 10%.

Así, los componentes del costo de manejo crean presiones a favor de los inventarios bajos.

Interés o costo de oportunidad para funcionar un inventario. Las empresas tienen que conseguir un préstamo o perder la oportunidad de hacer una inversión que prometía una ganancia atractiva. El interés o el costo de oportunidad, el que tenga mayor valor, suele ser el componente más importante del costo de manejo, pues a menudo llega al 15%. Por ejemplo, para financiar un inventario de vehículos, una concesionaria de automóviles puede conseguir

un préstamo con una tasa de interés anual del 11%, o bien, pagar en efectivo el precio de dicho inventario y perder la oportunidad de invertir ese dinero en el mercado de valores, con un rédito esperado del 12%.

Costos de almacenamiento y manejo. El inventario requiere espacio y tiene que ser movilizado para entrar o salir del almacén. Los costos de almacenamiento y manejo pueden generarse cuando una empresa alquila espacio, ya sea a corto o largo plazo. También se produce un costo de oportunidad a causa del almacenamiento, cuando una compañía podría haber usado productivamente ese espacio de almacén para otros propósitos.

Impuestos, seguros y mermas. Se pagan más impuestos cuando los inventarios son altos en determinadas épocas del año, y el seguro sobre los activos es más caro cuando los elementos por asegurar son más numerosos. Las mermas se presentan en tres formas: a) el robo o sustracción de elementos del inventario por clientes o empleados, que en algunas empresas representa un porcentaje significativo de ventas; b) la obsolescencia que se presenta cuando el inventario no puede usarse o venderse en su valor total a causa de cambios de modelos, modificaciones de ingeniería o descensos inesperados de la demanda; y c) el deterioro a causa de desperdicio o por daños físicos da por resultado una pérdida de valor.

Costo de hacer pedidos. Cada vez que una empresa solicita insumos tiene que abandonar el gasto que implica la elaboración de una orden de compra en el caso de un proveedor, o de una orden de producción en el caso de una planta manufacturera. Cuando se trata de un mismo artículo, el costo de hacer un pedido es el mismo, independientemente del tamaño del pedido: el encargado de compras debe destinar el tiempo necesario a la tarea de decidir la cantidad que solicitara en el pedido y, tal vez, para seleccionar un proveedor y negociar las condiciones de la operación. También se requiere el tiempo para preparar la documentación, realizar el seguimiento y recibir la mercancía solicitada. Cuando se trata de una orden de producción para un producto manufacturado, frecuentemente es necesario que dicha orden vaya acompañada de un proyecto general e instrucciones sobre la ruta a seguir. En definitiva existen acciones o procesos que se deben ejecutar y obviamente generar costos.

Costos de preparación. El costo que implica preparar una máquina para que fabrique un componente o artículo diferente del que ha fabricado anteriormente se conoce como costo de preparación (costo de set-up). Este incluye la mano de obra y el tiempo requerido para efectuar las modificaciones, la limpieza e instalación de nuevas herramientas o aparatos. Los costos del material desperdiciado o de las operaciones de rectificación pueden ser notablemente más altos en las primeras series de producción. El costo de preparación también es independiente del tamaño del pedido, por lo cual existen ciertas presiones a favor de incluir en el pedido un suministro alto de cada componente y mantener estos en inventario.

Utilización de mano de obra y equipo. Mediante la creación de más inventario, la gerencia puede incrementar la productividad de la fuerza de trabajo y la utilización de las instalaciones en tres formas. Primera, las ordenes de producción más grandes y menos frecuentes reducen el número de preparaciones iniciales improductivas, las cuales no aportan valor alguno al producto o servicio. Segunda, al mantener un inventario se reducen las posibilidades de tener que efectuar costosas reprogramaciones de las ordenes de producción, porque los componentes necesarios para elaborar el producto no están disponibles en inventario. Tercera, la existencia de un inventario mejora la utilización de recursos porque estabiliza el ritmo de producción en las industrias cuando la demanda es cíclica o estacional.

La empresa usa el inventario acumulado durante los períodos flojos, para atender la demanda adicional en las temporadas pico, y eso minimiza la necesidad de organizar turnos de trabajo suplementarios, efectuar más contrataciones y despidos, pagar horas extra y adquirir equipo adicional.

Costo de transporte. Algunas veces, el costo del transporte de salida de la planta puede reducirse aumentando los niveles de inventario. Tener inventario disponible permite realizar más embarques con cargas completas y minimizar la necesidad de acelerar los embarques utilizando otras modalidades de transporte más costosas. La previsión hacia delante de un inventario también puede reducir el costo de transporte de salida, aún cuando el efecto de

acumulación disminuye y se requiere más inventario. El costo de transporte de llegada a la planta también logra reducirse con un inventario mayor. A veces se hacen pedidos de varios tipos de artículos al mismo proveedor. Si esos pedidos se combinan y hacen al mismo tiempo, es posible obtener tarifas de descuento, lo cual abarata los costos de transporte y materias primas.

Pagos a proveedores. Frecuentemente, una compañía puede reducir el total de los pagos que realiza a sus proveedores si es capaz de soportar niveles de inventarios más altos. Supongamos que una empresa se ha enterado que uno de sus proveedores clave está a punto de elevar sus precios. A dicha empresa le resultaría más económico pedir una cantidad mayor que de costumbre (lo cual sería equivalente a aplazar el incremento del precio), a pesar de que su inventario se incrementará temporalmente. En forma similar, una empresa puede aprovechar los descuentos por cantidad, en el cual el precio unitario disminuye cuando el pedido es suficientemente grande. Este descuento es, en realidad, un incentivo para que los clientes hagan pedidos por mayores cantidades de mercancía.

Tipos De Inventario

Otra perspectiva aplicable a los inventarios consiste en clasificar cada uno de ellos según la forma en que fueron creados. En este contexto, existen cuatro tipos de inventarios para un determinado artículo: del ciclo, de seguridad, de previsión y en tránsito. Estos no pueden identificarse por sus rasgos físicos; es decir que al mirar una pila de artículos, el administrador de inventarios no distingue cuáles pertenecen a un inventario del ciclo y cuáles a un inventario en tránsito. Sin embargo, en términos conceptuales, cada uno de esos cuatro tipos tiene una gestación enteramente diferente. Una vez que el administrador haya comprendido esas diferencias, podrá recomendar distintas formas de proceder para reducir inventarios.

Inventario del ciclo. La porción del inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño del lote se conoce como inventario del ciclo. La frecuencia con que

deben hacerse pedidos y la cantidad de los mismos recibe el nombre de cantidad de pedidos y tamaño del lote. En estos casos se aplican dos principios:

- El tamaño del lote, Q , varía en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido (o ciclo) entre los pedidos. Si se hace un pedido cada cinco semanas, el tamaño promedio del lote deberá ser igual a la demanda correspondiente a cinco semanas.
- Cuanto más tiempo transcurra entre dos pedidos sucesivos de un artículo determinado, tanto mayor tendrá que ser el inventario del ciclo.

Al principio del intervalo, el inventario del ciclo se encuentra en su punto máximo, o sea, Q . Al final del intervalo, inmediatamente antes de la llegada de un nuevo lote, el inventario del ciclo baja a su nivel mínimo, es decir, a 0. El inventario promedio del ciclo es el promedio de esos dos valores extremos:

$$\textit{inventario promedio del ciclo} = \frac{Q + 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

Esta fórmula es exacta solamente cuando la tasa de demanda es constante y uniforme. Sin embargo, incluso cuando las tasas de demanda no son constantes, proporciona una estimación razonablemente satisfactoria. Otros factores, además de la tasa de demanda (por ejemplo, las pérdidas por desperdicio de material), también pueden ocasionar errores en las estimaciones cuando se emplea esta fórmula

Inventario de seguridad. Para evitar problemas en el servicio al cliente y ahorrarse los costos ocultos de no contar con los componentes necesarios, las empresas mantienen un acopio de seguridad. Ese inventario de seguridad es una protección contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y del suministro. Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o bien, cuando en la manufactura de los artículos se generan cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones.

El inventario de seguridad garantiza que las operaciones no se interrumpirán cuando esos problemas se presenten, lo cual permitirá que las operaciones subsiguientes se lleven a cabo normalmente.

Cuando desean crear un inventario de seguridad, las empresas hacen un pedido para que sea entregado en una fecha anterior a aquella en la cual se necesita habitualmente dicho artículo. Por lo tanto, el pedido de reabastecimiento llega antes de tiempo, lo cual proporciona un “colchón” contra la incertidumbre.

Inventario de previsión. El inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en la tasa de demanda o en el suministro se conoce como inventario de previsión. Los fabricantes de aparatos de aire acondicionado, por ejemplo, suelen recibir hasta el 90% de su demanda anual durante sólo 3 meses del año. Esa irregularidad en la demanda provoca que un fabricante acumule un inventario de previsión en los períodos de baja demanda, a fin de no tener que incrementar demasiado sus niveles de producción cuando la demanda alcance sus puntos máximos. La suavización de las tasas de producción por medio de inventarios logra incrementar la productividad, ya que hacer modificaciones en las tasas de producción y en el tamaño de la fuerza de trabajo resulta costoso. Los inventarios de anticipación también son útiles cuando las irregularidades se presentan en el suministro y no en la demanda. Una empresa puede hacer acopio de un determinado artículo que compra a fuentes externas si se entera de que sus proveedores están amenazados por una huelga o tienen graves limitaciones en su capacidad de producción.

Inventario en tránsito. En el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de inventario en tránsito. Los materiales son transportados desde los proveedores hasta la planta, de una operación a la siguiente dentro del taller, de la planta a un centro de distribución o cliente distribuidor, y desde el centro de distribución a un minorista. El inventario en tránsito está constituido por los pedidos que los clientes han hecho pero que todavía no han sido repartidos. El inventario en tránsito entre dos puntos, ya sea para transporte o producción, puede medirse como la demanda promedio durante el tiempo de entrega, que es la demanda promedio del artículo por período (d) multiplicada por el número de períodos comprendidos dentro del tiempo de entrega del artículo (L), para trasladarse entre los dos puntos, o sea:

$$\text{Inventario en transito} = \text{demanda promedio durante el tiempo de entrega} = D_L = dL$$

Observe que el tamaño del lote no afecta directamente el nivel promedio del inventario en tránsito. Al incrementarse Q , el tamaño de cada pedido se expande, de manera que si un pedido que ya fue presentado aún no se ha recibido, habrá más inventario en tránsito para ese tiempo de entrega. Pero el incremento correspondiente es anulado por un decremento proporcional en el número de pedidos presentados por año. Sin embargo, el tamaño del lote puede afectar indirectamente el inventario en tránsito si al incrementarse Q también se acrecienta el tiempo de entrega. En este caso, la demanda promedio durante el tiempo de entrega, y por ende el inventario en tránsito, se incrementará. (Carro Paz y Gonzalez Gomez)

2.2.3 KANBAN

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener el envase o contenedor.

De esta forma, las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo. Estas tarjetas recogen diferente información, como la denominación y el código de la pieza a fabricar, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, etc.

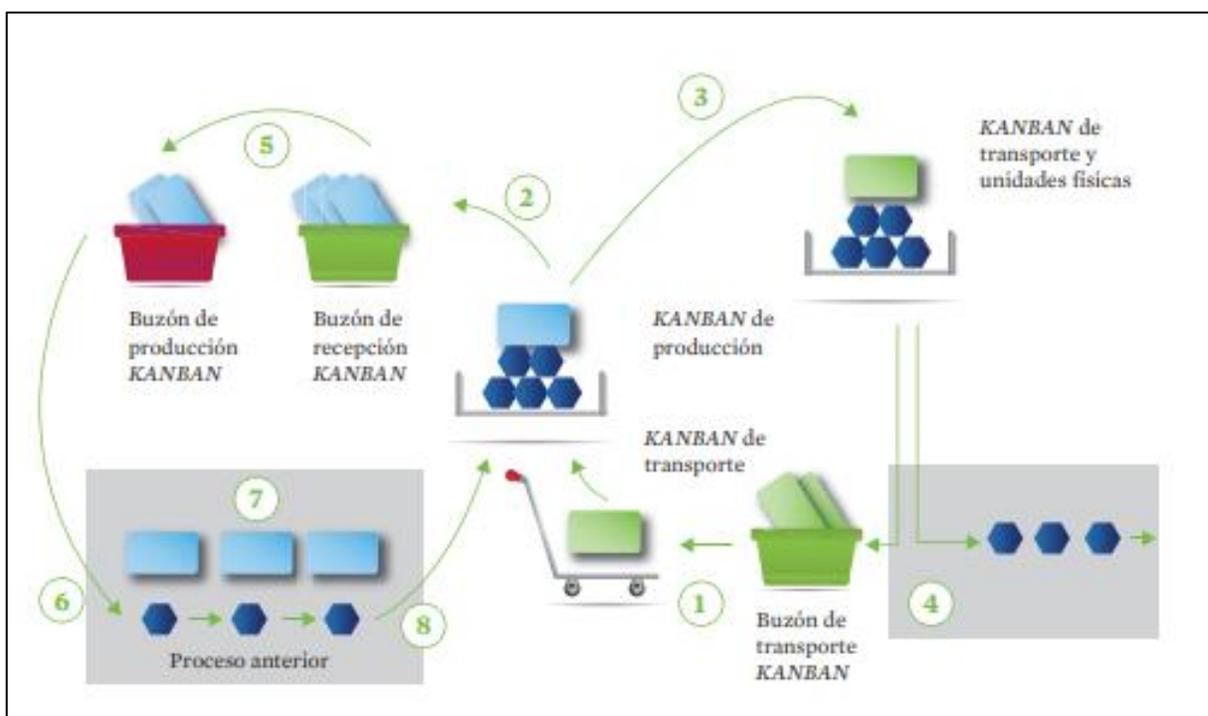


Figura 2. Esquema del sistema Kanban

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- El kanban de producción, que indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.
- El kanban de transporte, que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

La principal aportación del uso de estas tarjetas es conseguir el reaprovisionamiento único del material vendido, reduciéndose de este modo, los stocks no deseados. Cuando se explican las cuestiones técnicas de funcionamiento del sistema aparecen dudas: ¿cómo deben calcularse el número de tarjetas en circulación?, ¿y el número de piezas por kanban?, ¿qué pasa si una desaparece?, etc. Aunque es necesario resolver estas cuestiones, lo realmente importante es formar un equipo de personas dispuestas a aprender, que busquen y encuentren caminos para minimizar el número de tarjetas para reducir y, finalmente, eliminar los stocks. Kanban ha tenido una fuerte implantación en la industria del automóvil, convirtiéndose en uno de los prototipos del

sistema JIT. Precisamente, en el sector del automóvil, la implantación del sistema pull mediante este tipo de tarjetas se ha acompañado de la aplicación de otros tres métodos operativos de gestión de la producción y logística:

Nivelación de la producción: contrato logística-producción

Para obtener la nivelación y capacidad tanto de la producción como de los materiales y recursos humanos, se establece un acuerdo, denominado “contrato”, entre las áreas de logística y de producción, referente a la variedad y cantidad a producir en un periodo mínimo de un mes. Será necesario dimensionar la cadena logística a través de los pedidos hechos por los clientes y garantizar el suministro de componentes para montar a tiempo los productos. Por su parte, el área de producción debe fabricar las cantidades pedidas, gestionando sus recursos tanto humanos como materiales, independientemente de las incidencias que se produzcan.

Relación con los proveedores

Trabajando mediante el sistema pull, sólo se fabrican aquellos productos que quiere el cliente. Pero si se desea obtener un verdadero flujo continuo hay que seguir tirando de este flujo y esto se traslada al almacén, dónde llega el material necesario para la producción. Una manera de conseguir este objetivo es mediante el aprovisionamiento según las necesidades igual que ocurre en las líneas de producción, disponiendo de una política de suministro de entregas frecuentes con los proveedores. En este sistema se buscan relaciones a largo plazo con los proveedores. Los proveedores entregan piezas de alta calidad varias veces al día, a menudo en la misma línea de montaje del cliente, lo que evita la recepción y la inspección. Se trata de un sistema casi sin papeles basado en un espíritu de confianza mutua.

Polivalencia de los operarios

El sistema pull de producción, por un lado y los requerimientos del mercado, por otro, obligan a la polivalencia, es decir, exigen que los operarios dominen más de un proceso de forma que tengan la capacidad de trabajar en varios puestos, máquinas o técnicas distintas. La polivalencia permite al equipo tener un funcionamiento autónomo ya que

las personas polivalentes no siempre se limitan a un puesto porque pueden ayudarse mutuamente, reemplazarse o cambiar de tarea.

Para conseguir flexibilidad es preciso que el número de operarios se adapte a las necesidades reales de la demanda en cada momento. Desde el punto de vista del operario, esto significa que puede ver alterada su asignación de tareas incrementándose o disminuyéndose el número de actividades a realizar o, simplemente, modificándose el orden o el contenido de las mismas. En Japón se utiliza el término shojinka para referirse a la flexibilidad en el número de trabajadores en cada taller para adaptarse a los cambios de la demanda mediante la ampliación de la gama de tareas asignadas a los operarios.

Por otro lado, la organización Lean comporta una revalorización de la figura del encargado de la planta, que tiene una tasa de polivalencia del 100%, y al que compete garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción en cuanto a calidad y rendimiento. El encargado debe estar en un estado permanente de observación crítica del desarrollo de la producción. Debe supervisar y coordinar a todos sus subordinados y tomar las decisiones oportunas acorde con el interés de la estrategia de la empresa. Los encargados, además, tienen una amplia autonomía de decisión con respecto a las sugerencias de mejora que provengan de los operarios. Los japoneses atribuyen al encargado el papel de responsable de la eliminación de las tres “M”: Muri-muda-mura, es decir, operaciones no ergonómicas o sobrecarga del trabajo (muri), despilfarros (muda) y operaciones irregulares (mura) (Hernandez Matias y Vizan Idoipe).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Materialista interno

El materialista interno es el materialista que va a recibo por material comprado, abastece la línea de producción con material de recibo, va por contenedores de material a inyección y abastece los buffers con material de inyección.

Anteriormente había en la línea de producción dos materialistas por turno lo que en total eran cuatro materialistas por día. Uno de los materialistas iba a recibo por material comprado y a inyección por contenedores con material, en ocasiones iban a recibo por un solo componente aumentando el tiempo muerto, el otro materialista abastecía las estaciones de trabajo, como no tenían una ruta estandarizada ni una instrucción de trabajo no les alcanzaba el tiempo y generaba paros de línea lo cual en ocasiones no cumplían con el requerimiento.

3.1.1 Situación inicial de la ruta de material interno

3.1.1.1 Diagrama spaguetti

A continuación se muestra el diagrama spaguetti de los materialistas que reabastece el mini mercado, estaciones y buffers.

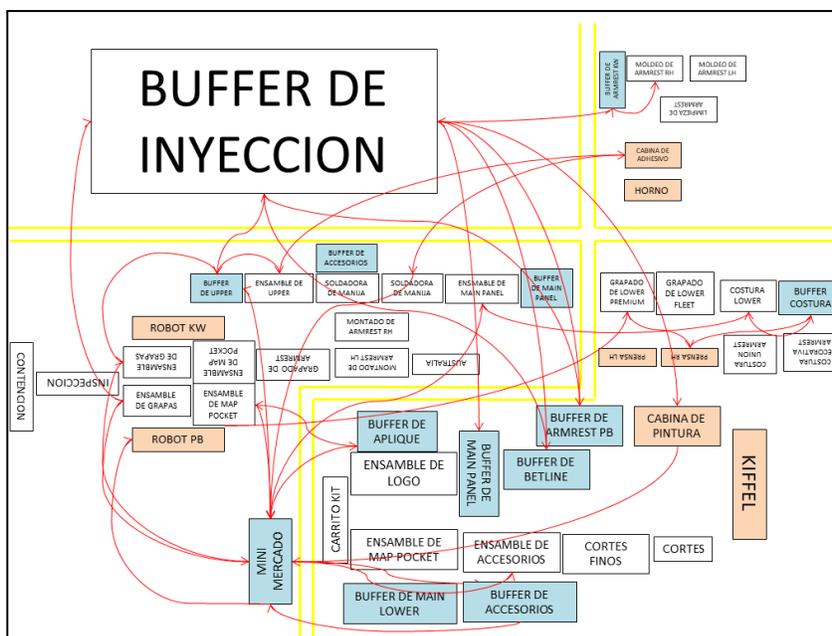


Figura 3. Diagrama spaguetti de materialista interno.

Como se puede ver en la figura 3, los materialistas no tienen una ruta estandarizada por lo que causa que trabajen de manera que ellos creen conveniente lo cual genera desabasto de material en las estaciones de trabajo, ocasionando paros de línea de producción.

3.1.1.2 Mini mercado y carro de materialista.

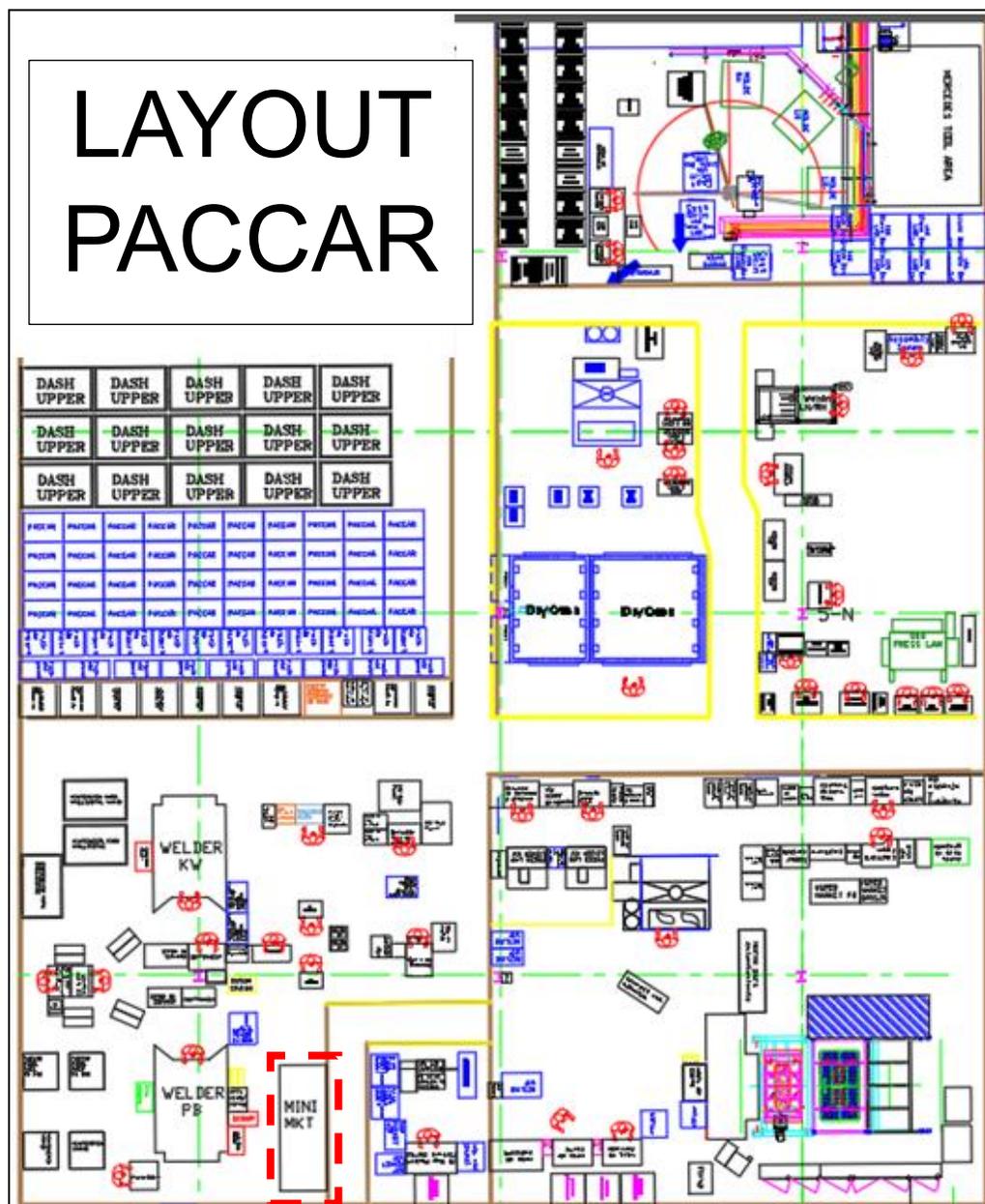


Figura 4. Layout de la línea

En la línea de producción había tres racks para el material en general de recibo y otro rack exclusivo para el área de costura, este rack no se tomó en cuenta ya que estaba muy bien diseñado, por el contrario el mini mercado de tres racks estaba muy grande, tenía una medida de 126 pies cuadrados de espacio en la línea de producción, además tenía mucho sobre inventario en él. El material no estaba identificado y había cajas en el piso. **Ver Figura 4. Anexo 1 y 2.**

En el caso del carro de materialista para ir a recibo, se tenía anteriormente un carro muy pequeño donde no estaba bien diseñado ya que era de otra línea, y el materialista no podía llevar la cantidad de cajas necesarias a la línea. Otra de las desventajas era que se le caían las cajas de material porque no tenía soportes a los lados. **Anexo 3.**

3.1.2 Mejora de la ruta de material.

3.1.2.1 Toma de tiempos de materialistas internos

3.1.2.1.1 Tiempos de material comprado (recibo) y abastecimiento de estaciones de trabajo.

Al iniciar el turno del materialista se le siguió y con ayuda de un cronometro se le tome tiempos, los tiempos se tomaron seccionados, un tiempo para el recorrido que hacía de la línea de producción a el área de recibo y de regreso a la línea, otro en la carga esto consistió en el tiempo que tardó en que le dieran la caja en recibo de cada componente que se utiliza en cada estación de trabajo, y por último se le tomo tiempos de descarga, que consiste en el tiempo que tardo en colocar cada caja en el mini mercado(almacenamiento) o en la estación de trabajo.

Una vez que finalizo el turno del materialista, se implementó una hoja de cálculo en Excel con los datos necesarios. Esto se realizó durante una semana para tener los tiempos de cada componente. Se sumaron los tiempos de recorrido, carga y descarga de cada componente y al final se calculó un promedio para saber un estimado que hace el materialista en ir por cada componente a recibo. **Ver tabla 1**

Se realizó otra tabla con tres tiempos para sacar su contenido de trabajo empleado, el primer tiempo es el tiempo de la vuelta a recibo por caja el cual se realizó la siguiente formula:

$$\frac{(424.8)(6)}{41} = 62.20 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde 424.8 es el promedio de las vueltas a recibo, 6 son las vueltas que queremos que dé al turno y, 41 es la cantidad de componentes diferentes que lleva el materialista a la línea.

Para todos los elementos se estimó que el tiempo para vueltas a recibo por caja sería de 62.20. Otro tiempo que se tomó en cuenta fue el de la espera en recibo, el materialista espera a que un operador del área de recibo le de las cajas. Otro de los tiempos que se tomó en cuenta es el del abastecimiento de la línea el materialista una vez que está en la línea abre las cajas de componentes y las coloca en sus estaciones por lo que tiene diferentes tiempos. Y por último se tomó en cuenta el tiempo en que el materialista camina de una estación a otra llevándole las cajas a las estaciones. Una vez que tuvimos estos cuatro tiempos de cada componente se sumaron para obtener el contenido de trabajo real por caja. **Ver tabla 2.**

3.1.2.1.2 Tiempos de contenedores de inyección

Se tomó tiempos del materialista cuando se dirigía a inyección por contenedores para abastecer los buffers, en Excel se creó una tabla con los datos necesarios para el cálculo de tiempos. Estos tiempos se tomaron en tres partes, el primer tiempo fue del recorrido de la línea de producción hacia inyección y de regreso a la línea de producción, el segundo fue de cuando el materialista cierra el contenedor antes de llevárselo vacío y el tercero fue de cuando le quita el separador al contenedor y lo coloca en un rack, estos tiempos al igual que los tiempos de recibo se tomaron durante una semana. **Ver tabla 3.**

3.1.2.1.3 Tiempos de relleno de buffers

En la línea de producción hay racks con material de inyección, para tomar estos tiempos se tomó en cuenta un solo tiempo que es donde el materialista toma el rack vacío de la estación de trabajo, lo lleva al buffer de inyección, lo rellena y lo lleva lleno a la estación de trabajo. Los tiempos se tomaron una semana y se colocaron en una tabla en Excel. **Ver tabla 4.**

3.1.2.3 Requerimiento de Inventario

Para determinar el requerimiento de inventario se necesita tomar en cuenta el volumen de cada línea de producción, así como la cantidad de material que contiene cada caja o empaque de componentes (std pack).

3.1.2.3.1 Volumen de líneas de producción

El volumen de las líneas de producción lo proporciona el encargado de programación de producción, este se pone en contacto con el cliente llegando a un acuerdo de cuanto se puede producir al día. Una vez que esté acordado, el encargado de programación de producción nos proporciona el volumen de que se producirá por día y la cantidad de volumen de cada modelo diferente.

- Volumen de Kenworth:

No. Parte	REQ/DAY	Descripcion
S60-1522-110652-PK Rev 001	4.2	LH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1522-110652-PK Rev 002	0.0	LH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1523-110652-PK Rev 001	4.2	RH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1523-110652-PK Rev 002	0.0	RH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1522-110671-PK Rev 002	16.8	LH KW PREMIUM - GRAY DIAMOND
S60-1522-110671-PK Rev 003	0.0	LH KW PREMIUM - GRAY DIAMOND
S60-1523-110671-PK Rev 002	17.4	RH KW PREMIUM (GRAY DIAMOND)
S60-1523-110671-PK Rev 003	0.0	RH KW PREMIUM (GRAY DIAMOND)
S60-1522-210652-PK Rev 001	12.6	LH KW FLEET-TAN VANTAGE
S60-1522-210652-PK Rev 002	0.0	LH KW FLEET-TAN VANTAGE
S60-1523-210652-PK Rev 001	12.6	RH KW FLEET (TAN VANTAGE)
S60-1523-210652-PK Rev 002	0.0	RH KW FLEET (TAN VANTAGE)
S60-1522-210671-PK Rev 002	144.6	LH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1522-210671-PK Rev 003	0.0	LH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1523-210671-PK Rev 002	132.6	RH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1523-210671-PK Rev 003	0.0	RH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1522-120901-PK Rev 002	1.8	LH KW PREMIUM (BLACK THEME)
S60-1523-120901-PK Rev 002	1.8	RH KW PREMIUM - BLACK THEME
S60-1522-110652-KM Rev 001	0.4	LH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1522-110652-KM Rev 002	0.0	LH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1523-110652-KM Rev 001	0.4	RH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1523-110652-KM Rev 002	0.0	RH KW PREMIUM (TAN DIAMOND)
S60-1522-110671-KM Rev 002	2.1	LH KW PREMIUM - GRAY DIAMOND
S60-1522-110671-KM Rev 003	0.0	LH KW PREMIUM - GRAY DIAMOND
S60-1523-110671-KM Rev 002	2.1	RH KW PREMIUM (GRAY DIAMOND)
S60-1523-110671-KM Rev 003	0.0	RH KW PREMIUM (GRAY DIAMOND)
S60-1522-210652-KM Rev 001	0.0	LH KW FLEET-TAN VANTAGE
S60-1522-210652-KM Rev 002	0.0	LH KW FLEET-TAN VANTAGE
S60-1523-210652-KM Rev 001	0.0	RH KW FLEET (TAN VANTAGE)
S60-1523-210652-KM Rev 002	0.0	RH KW FLEET (TAN VANTAGE)
S60-1522-210671-KM Rev 002	28.0	LH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1522-210671-KM Rev 003	0.0	LH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1523-210671-KM Rev 002	27.7	RH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1523-210671-KM Rev 003	0.0	RH KW FLEET (GRAY VANTAGE)
S60-1593-KA Rev 004	2.8	LH (DS) PREMIUM KWAUS (GRAY THEME)
S60-1522-410771-KA Rev 001	0.0	LH (DS) PREMIUM KWAUS (GRAY THEME)
S60-1599-111771-KA Rev 001	2.8	RH (PS) KWAUS PREMIUM (GRAY THEME)
S60-1523-410771-KA Rev 001	0.0	RH-RHD-PREMIUM KWAUS (GRAY THEME)
PACCAR KENWORTH	414.8	

Tabla 5. Volumen de Kenworth

Como podemos ver la tabla 5, muestra el número de parte final de cada interior de la puerta, el volumen por día y la descripción. Existen tres modelos diferentes estos son

las modelo Premium (color verde) y las modelo Fleet (color rosa) y las modelo Australia (color negro).

PACCAR KW PREMIUM	51.1
PACCAR KW FLEET	358.1
PACCAR KW AUSTRALIA	5.6
	414.8

Tabla 6. Volumen por modelos de Kenworth

Lo que se realizó en la tabla 6, fue que se sumó el requerimiento por día de cada uno de los modelos Premium dándonos un total de 51.1 puertas, se sumaron los modelos Fleet, dándonos 358.1 y las modelo Australia dándonos 5.6. En total el volumen es de 414.8 redondeándolo a 415 que es el volumen que utilizaremos en el proyecto para la línea de Kenworth.

- Volumen de Peterbilt

No de Parte	REQ/DAY	Descripcion
S60-1494-200722-PP REV 005	4.9	LH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1494-200722-PP REV 006	0.0	LH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1494-200722-PP REV 007	0.0	LH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1495-200722-PP REV 005	4.9	RH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1495-200722-PP REV 006	0.0	RH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1495-200722-PP REV 007	0.0	RH PB FLEET (TAN THEME)
S60-1494-200731-PP REV 006	106.1	LH PB FLEET (GRAY THEME)
S60-1494-200731-PP REV 007	0.0	LH PB FLEET (GRAY THEME)
S60-1495-200731-PP REV 006	104.7	RH PB FLEET (GRAY THEME)
S60-1495-200731-PP REV 007	0.0	RH PB FLEET (GRAY THEME)
S60-1494-101722-PP REV 005	1.8	LH PB PREMIUM W/STITCH (TAN)
S60-1494-101722-PP REV 006	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH (TAN)
S60-1494-101722-PP REV 007	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH (TAN)
S60-1495-101722-PP REV 005	1.4	RH PB PREMIUM(TAN w/ LINEN STITCH)
S60-1495-101722-PP REV 006	0.0	RH PB PREMIUM(TAN w/ LINEN STITCH)
S60-1495-101722-PP REV 007	0.0	RH PB PREMIUM(TAN w/ LINEN STITCH)
S60-1494-101731-PP Rev 006	7.7	LH PB PREMIUM W/ STEEL STITCH (GRAY)
S60-1494-101731-PP Rev 007	0.0	LH PB PREMIUM W/ STEEL STITCH (GRAY)
S60-1495-101731-PP Rev 006	7.7	RH PREMIUM PB (GRAY w/ STEEL STITCH)
S60-1495-101731-PP Rev 007	0.0	RH PREMIUM PB (GRAY w/ STEEL STITCH)
S60-1494-401742-PP REV 006	2.5	LH PB PREMIUM W/STITCH - HERITAGE W/MAHGNY STITCH
S60-1494-401742-PP REV 007	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH - HERITAGE W/MAHGNY STITCH
S60-1494-401742-PP REV 008	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH - HERITAGE W/MAHGNY STITCH
S60-1495-401742-PP REV 006	2.5	RH PB PREMIUM - BLACK W/STEEL STITCH - HERITAGE W/MAHOGA
S60-1495-401742-PP REV 007	0.0	RH PB PREMIUM - BLACK W/STEEL STITCH - HERITAGE W/MAHOGA
S60-1495-401742-PP REV 008	0.0	RH PB PREMIUM - BLACK W/STEEL STITCH - HERITAGE W/MAHOGA
S60-1494-501731-PP REV 007	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH - BLACK W/STEEL STITCH
S60-1494-501731-PP REV 008	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH - BLACK W/STEEL STITCH
S60-1495-501731-PP REV 007	0.0	RH PB PREMIUM - BLACK W/STEEL STITCH
S60-1495-501731-PP Rev 008	0.0	RH PB PREMIUM - BLACK W/STEEL STITCH
S60-1494-601731-PP REV 005	2.8	LH PB PREMIUM W/STITCH - GRAY (BLK UPR) w/STEEL STITCH
S60-1494-601731-PP REV 006	0.0	LH PB PREMIUM W/STITCH - GRAY (BLK UPR) w/STEEL STITCH
S60-1495-601731-PP REV 005	2.8	RH PB PREMIUM - GRAY (BLK UPR) w/STEEL STITCH
S60-1495-601731-PP REV 006	0.0	RH PB PREMIUM - GRAY (BLK UPR) w/STEEL STITCH
S60-1494-700731-PP REV 005	1.4	LH PB FLEET (GRAY THEME BLK UPR)
S60-1494-700731-PP REV 006	0.0	LH PB FLEET (GRAY THEME BLK UPR)
S60-1495-700731-PP REV 005	1.4	RH PB FLEET (GRAY THEME BLK UPR)
S60-1495-700731-PP REV 006	0.0	RH PB FLEET (GRAY THEME BLK UPR)
S60-1494-601722-PP REV 004	1.7	LH PB PREMIUM W/STITCH - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH

S60-1494-601722-PP REV 005	0.0	LH PB PREMIUM w/STITCH - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH
S60-1494-601722-PP REV 006	0.0	LH PB PREMIUM w/STITCH - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH
S60-1495-601722-PP REV 004	1.7	RH PB PREMIUM - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH
S60-1495-601722-PP REV 005	0.0	RH PB PREMIUM - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH
S60-1495-601722-PP REV 006	0.0	RH PB PREMIUM - TAN (BLK UPR) w/LINEN STITCH
S60-1494-700722-PP REV 004	0.0	LH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)
S60-1494-700722-PP REV 005	0.0	LH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)
S60-1494-700722-PP REV 006	0.0	LH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)
S60-1495-700722-PP REV 004	0.0	RH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)
S60-1495-700722-PP REV 005	0.0	RH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)
S60-1495-700722-PP REV 006	0.0	RH PB FLEET (TAN THEME BLK UPR)

Tabla 7. Volumen de Peterbilt

Al igual que en el caso de Kenworth se puede ver que muestra el número de parte final, el requerimiento por día y la descripción de cada modelo. Peterbilt tiene dos modelos diferentes Premium (color verde) y Fleet (color rosa).

PB PREMIUM	32.5
PB FLEET	223.3
	255.8

Tabla 8. Volumen desglosado de Peterbilt

Lo que se realizó en la tabla inferior fue que se sumó el requerimiento por día de cada uno de los modelos Premium dándonos un total de 32.5 puertas, se sumaron los modelos Fleet, dándonos 223.3. En total el volumen es de 255.8 redondeándolo a 256 que es el volumen que utilizaremos en el proyecto para la línea de Peterbilt.

3.1.2.3.2 Calculo de requerimiento de Inventario

Para el material de recibo se realizó en Excel una tabla con lo siguiente:

- El nombre de cada línea ya sea Kenworth o Peterbilt.
- El requerimiento por cada dos horas.

La línea produce 24 piezas por hora de la línea Kenworth y 16 piezas por hora de Peterbilt. Este requerimiento se calculó de las piezas que la línea produce en una hora y se multiplico por dos dando como resultado 48 para Kenworth y 32 para Peterbilt.

- El requerimiento diario.

Como se mostró anteriormente, en la tabla 5 y 7, muestra el requerimiento diario de cada una de las líneas. Para el caso de Kenworth se colocaran tres volúmenes diferentes ya que se utilizan diferentes componentes para los diferentes modelos, el volumen diario de 415 se le colocara a los componentes que todos los modelos lleva, el volumen de 51 resulta de los componentes que solo llevan los modelo Premium y el volumen que resulta 6 es para los componentes que solamente lleva la puerta Australia ver tabla 6. Para el caso de Peterbilt el volumen se va a dividir como en la tabla 8, ya que el componente del aplique cambia para los diferentes modelos.

- El nombre de cada componente.
Es el nombre que tiene cada componente que se utiliza en las estaciones de trabajo.
- La cantidad de componentes que tiene cada caja (estándar pack).
Esta información la determino de cada caja con el material de recibo, de contenedores o/y piezas de buffers.
- El número de piezas que lleva cada producto.
Es el número de componentes que lleva cada pieza producida.
- La cantidad de cajas cada dos horas.
De acuerdo al estándar pack de cada componente, el número de piezas que lleva cada producto y al requerimiento cada dos horas, se realizó un cálculo para poder saber el número de cajas que se requiere cada dos horas.

$$\text{cantidad de cajas cada dos horas} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento cada dos horas})}{\text{estandar pack de componente}}$$

Ec. 2

- La cantidad de cajas diarias.
Se calcula utilizando la formula anterior pero en lugar de requerimiento cada dos horas se utilizara el requerimiento diario.

$$\text{cantidad de cajas diarias} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento diario})}{\text{estandar pack de componente}}$$

Ec. 3

- Vueltas por día

Teniendo la cantidad de cajas diarias, se anexo otra columna de vueltas por día. Para calcular las vueltas por día, se dividió la cantidad de cajas diarias entre dos porque son dos turnos, entonces se determinó con cuantas cajas el materialista abastecerá la línea.

Para los contenedores de inyección se realizó una tabla en Excel con lo siguiente:

- El nombre de cada línea (Kenworth y Peterbilt)
- Las piezas por cada tres horas
Se realizó con la producción por hora y se multiplico por tres.
- El volumen diario
En el volumen diario se dividió para Kenworth en dos volúmenes diferentes, 415 para los contenedores que se utilizan diariamente y 100 para los contenedores que son de partes de servicio o sea no se producen seguido. Para Peterbil se utilizó el volumen diario ya que se producen seguidos todos los modelos.
- Se identificó de que era contenedor.
- La cantidad de componentes que tiene cada contenedor (estándar pack).
Esta información se obtuvo de una etiqueta que lleva cada contenedor con el número de piezas que tiene.
- El uso por producto.
Es el número de componentes que lleva cada pieza producida.
- Cantidad de contenedores cada tres horas
De acuerdo al estándar pack de cada contenedor, el número de piezas que lleva cada producto y al requerimiento cada tres horas, se realizó un cálculo para poder saber el número de contenedores que se requiere cada tres horas.

$$\text{cantidad de contenedores cada tres horas} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento cada tres horas})}{\text{estandar pack de contenedor}}$$

Ec. 4

- Cantidad de contenedores por día.

Se calcula utilizando la formula anterior pero en lugar de requerimiento cada tres horas se utilizara el requerimiento diario.

$$\text{cantdad de contenedores diarios} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento diario})}{\text{estandar pack de contenedor}}$$

Ec. 5

- Vuelta por cada 3 horas.
Como se muestra la tabla “contenedor cada tres horas”, un contenedor se vacía a las tres horas por lo tanto el materialista dará una vuelta cada 3 horas.

Para los llenados de buffers se realizó una tabla en Excel con lo siguiente:

- El nombre de cada línea (Kenworth y Peterbilt)
- Las piezas producidas por hora.
- El volumen diario.

Se colocó el volumen diario para ambas líneas, para Kenworth 415 y para Peterbilt 256. En el caso de Peterbilt se dividió su volumen ya que tenemos dos tipos de productos diferentes, las puertas Premium y las puertas Fleet, algunos de los componentes se utilizan en ambas puertas pero en el caso del aplique tiene dos modelos diferentes uno para cada modelo de puerta por lo tanto cambia, y tenemos un volumen de 223 puertas Fleet y un volumen de 33 puertas Premium dándonos la suma de 256 ver tablas 6 y 8.

- Se identificó de que era el buffer.
- La cantidad de componentes que tiene cada buffer (estándar pack).
Esta información la sacamos de una etiqueta que lleva cada buffer con el número de piezas que tiene.
- El uso por producto.
Es el número de componentes que lleva cada pieza producida.
- Cantidad de buffers cada hora.
De acuerdo al estándar pack de cada buffer, el número de piezas que lleva cada producto y al requerimiento cada hora, se realizó un cálculo para poder saber el número de buffers que se requiere cada hora.

$$\text{cantidad de buffer por hora} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento cada hora})}{\text{estandar pack de buffer}}$$

Ec. 6

- Cantidad de contenedores por día.
Se calcula utilizando la formula anterior pero en lugar de requerimiento cada hora se utilizara el requerimiento diario.

$$\text{cantidad de buffer diario} = \frac{(\text{uso por pieza})(\text{requerimiento diario})}{\text{estandar pack de buffer}}$$

Ec. 7

- Vuelta por día.
Con el cálculo de cantidad de buffer diario se puede calcular cuántas vueltas dará el materialista para ir a la estación de trabajo y llenar un buffer.

3.1.2.4 Cálculo de materialista interno

Para el cálculo de materialista aplicamos la siguiente formula.

$$\text{calculo de materialista} = \frac{(\text{standar pack requerido por dia})(\text{contenido de trabajo})}{\text{tiempo disponible}}$$

Ec. 8

El estándar pack (cajas por día, contadores por día o buffers por día) requerido por día ya lo tenemos en las tablas 9, 10 y 11, el contenido de trabajo lo tenemos en las tablas 2, 3 y 4. Lo que falta es el tiempo disponible para ello se calcula a continuación.

La línea de PACCAR tiene dos turnos, el primero turno trabaja de 6:30am a 4:20pm y el segundo turno es de 4:20pm a 1:00am, tienen dos descansos, el primero es de 30 minutos y el segundo es de 20 minutos. Para poder calcular el número de materialistas requeridos necesitamos el tiempo disponible.

Si el primer turno trabaja 10 horas con 20 min se le deberá restar los 50 minutos de descanso que tienen para saber el tiempo disponible. En el caso del segundo turno se maneja de la misma manera, si trabajan 9 horas con 57 minutos se debe restar los 50 minutos de descanso.

Dándonos 9.27 horas disponibles para el primer turno y 8.67 para el segundo turno. se deberán sumar las dos horas disponibles para saber cuántos materialistas por día se

requieren y se deberán pasar a segundos ya que el contenido de trabajo lo tenemos en segundos.

$$\text{tiempo disponible en horas} = 17.94 \text{ horas}$$

$$\text{tiempo disponible en segundos} = 17.94 * 3600 = 64584 \text{ segundos}$$

Ec. 9

Teniendo este dato se agregó una columna en cada tabla (9, 10 y 11) con el cálculo de materialista.

- Calculo de materialista para el material de recibo

El cálculo de materialista lo calculamos con la ecuación que se mencionó anteriormente

$$\text{calculo de materialista} = \frac{(\text{standar pack requerido por dia})(\text{contenido de trabajo})}{\text{tiempo disponible}} \quad \text{Ec. 10}$$

El estándar pack lo obtuvimos de la tabla 9, el contenido de trabajo de la tabla 2 y el tiempo disponible de la ecuación 9. En este caso todos los componentes del material de recibo se calcularon con la ecuación 10. Al tener el resultado de cada uno de ellos se sumaron todos los cálculos de operador y nos dio como resultado 0.1694 de operador, este resultado está a una eficiencia del 100%. Un operador no debe trabajar a una eficiencia del 100% por si ocurren fallos por lo que se le dio un 90% de eficiencia lo cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia al 90\%} = \frac{\text{eficiencia al 100\%}}{1.1}$$

El resultado nos da 0.1864

Ec. 11

- Calculo de materialista para los contenedores de inyección

Utilizando la ecuación 10, la tabla 10 para la cantidad de contenedores que requerimos, la tabla 3 para el contenido de trabajo de cada contenedor y la ecuación 9 del tiempo disponible podemos calcular el número de materialistas para los contenedores que se requieren.

Al tener el resultado de cada uno de ellos se sumaron todos los cálculos de operador y nos dio como resultado 0.2525 de operador, este resultado está a una eficiencia del 100%, lo cual se le debe dar una eficiencia del 90% de eficiencia con la ecuación 11, el resultado nos dio 0.2778 de operador.

- Calculo de materialista para relleno de buffers

Utilizando la ecuación 10, la tabla 11 para la cantidad de buffers que requerimos, la tabla 4 para el contenido de trabajo de cada buffer y la ecuación 9 del tiempo disponible podemos calcular el número de materialistas para los rellenos de buffers

Al igual que los otros cálculos de materialistas el resultado de cada uno de ellos se sumaron todos los cálculos de operador y nos dio como resultado 0.4240 de operador, este resultado está a una eficiencia del 100%, lo cual se le debe dar una eficiencia del 90% de eficiencia con la ecuación 11, el resultado nos dio de 0.4664 de operador.

Al finalizar cada uno de los cálculos de materialista sumamos los tres cálculos a una eficiencia del 90% y ese resultado será la cantidad de materialistas totales que se requieren para las líneas de producción.

$$\text{calculo de materialista al 90\%} = (0.1864 + 0.2778 + 0.4664)$$

Al sumar los cálculos de materialista nos da como resultado 0.96 de materialista. Por lo que en realidad se utiliza un materialista por turno para abastecer las líneas de producción.

3.1.2.5 Horas requeridas

Para confirmar que se necesita un materialista por turno para abastecer las dos líneas de producción se realizó el cálculo de horas requeridas el cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Horas requeridas} = \frac{(\text{vueltas por día})(\text{contenido de trabajo})}{3600}$$

Ec. 12

- Horas requeridas para materialista de material de Recibo.

En este caso se utilizó la tabla 9 para obtener las vueltas por día y la tabla 2 para el contenido de trabajo. Los 3600 son los segundos de tiene una hora, ya

que se van a calcular las horas que se requieren. Aplicando la fórmula para cada uno de los componentes de recibo se anexo una columna donde dio la cantidad de horas requeridas de cada componente. Al tener cada resultado se sumaron todas las horas requeridas de todos los componentes y al igual que al cálculo de operador se le dio un 90% de eficiencia (ec.11).

LINEA	PCS X 2 HR	VOLUMEN	COMPONENTE	STD PACK	USO POR PIEZA	CAJAS POR 2 HRS	CANTIDAD DIARIA DE CAJAS	VUELTAS POR DIA	OP. REQUERIDO	HRS REQUERIDAS			
KW	48	415	HANDLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	40	1	1.20	10.38	5.19	0.0178	0.3187			
			GOOSENECK-WS (MANIJA)	66	1	0.73	6.29	3.14	0.0118	0.2115			
			SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	450	1	0.11	0.92	0.92	0.0035	0.0628			
			SCREW - DELTA 50 X180 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8	0.08	0.72	0.72	0.0026	0.0464			
			SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	5000	5	0.05	0.42	0.42	0.0015	0.0267			
			DIE CUT FOAM	125	1	0.38	3.32	3.32	0.0156	0.2805			
			PERIMETRAL SEAL KW (SELLO)	400	1	0.12	1.04	1.04	0.0047	0.0851			
			REFLECTOR KW	250	1	0.19	1.66	1.66	0.0058	0.1038			
			BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	5500	1	0.01	0.08	0.08	0.0003	0.0046			
			CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4	0.02	0.13	0.13	0.0007	0.0117			
			FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	6000	3	0.02	0.21	0.21	0.0008	0.0139			
			J-Nut (M6x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	4500	4	0.04	0.37	0.37	0.0014	0.0247			
			Bumper- KW Inside Handle	5500	2	0.02	0.15	0.15	0.0005	0.0097			
			PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	1000	1	0.05	0.42	0.42	0.0014	0.0255			
			STAPLES (GRAPAS)	20000	160	0.38	3.32	1.66	0.0043	0.0771			
			SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4.15	0.0161	0.2896			
			SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4.15	0.0161	0.2896			
			BUTTON-INSERT COVERSTOCK (BOTON/LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	0.51	0.0017	0.0299			
			SEWN - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	0.51	0.0017	0.0313			
			SKIN/DIECUT-CL-SOUL-LWR/0MM										
			PB	32	256	SKIN/DIECUT-CLS001-LWR (WINIL LOWER FLEET)	100	1	0.48	0.51	0.51	0.0021	0.0377
						PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	1440	8	0.27	0.28	0.28	0.0011	0.0190
						CLIPS (VSCO) (GMT900) (CLIPS DE AUSTRALIA)	5000	4	0.04	0.00	0.00	0.0000	0.0003
BRACKET HANDLE (BRACKET)	23	1				1.39	11.13	2.78	0.0094	0.1694			
APPLIQUE FLEET	24	1				1.33	10.67	2.67	0.0091	0.1624			
PULL HANDLE (MANIJA)	48	1				0.67	5.33	2.67	0.0089	0.1594			
PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	400	1				0.08	0.64	0.64	0.0031	0.0548			
REFLECTOR PB	250	1				0.13	1.02	1.02	0.0036	0.0641			
LOGO	120	1				0.27	2.13	2.13	0.0074	0.1334			
NUT U M4.2 (GMT900) (NUT)	4000	2				0.02	0.13	0.13	0.0004	0.0078			
REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	284	1				0.11	0.90	0.90	0.0029	0.0529			
ITW Yellow Clip (PITUFO AMARILLO)	1300	4				0.10	0.79	0.79	0.0026	0.0462			
BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	5500	1				0.01	0.05	0.05	0.0002	0.0028			
BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET (TORNILLO DE HANDLE/BRACKET)	4000	4				0.03	0.26	0.26	0.0009	0.0167			
FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	6000	4				0.02	0.17	0.17	0.0006	0.0105			
STAPLES (GRAPAS)	20000	20				0.03	0.26	0.26	0.0009	0.0157			
CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4				0.01	0.08	0.08	0.0003	0.0050			
SCREW - DELTA 50 X180 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8				0.06	0.45	0.45	0.0016	0.0286			
APPLIQUE PREM	10	1				3.20	3.30	1.65	0.0034	0.0615			
REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	500	1				0.06	0.07	0.07	0.0002	0.0043			
FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	100	1				0.32	0.33	0.33	0.0012	0.0221			
COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	100	1				0.32	0.33	0.33	0.0012	0.0221			
										3.0399			
										3.3439			
										90%			

Tabla 15. Horas requeridas de materialista de recibo.

- Horas requeridas para materialista de contenedores de inyección.

En este caso se utilizó la tabla 10 para obtener las vueltas por día y la tabla 3 para el contenido de trabajo. Aplicando la fórmula para cada uno de los componentes de recibo se anexo una columna donde nos dio la cantidad de horas requeridas de cada componente. Al tener cada resultado se sumaron todas las horas requeridas de todos los componentes y le dio un 90% de eficiencia (ec.11).

LINEA	PCS X 3 HR	VOLUMEN	TIPO DE CONTENEDOR	STD PACK	USO POR PIEZA	CONTENEDOR CADA TRES HORAS	VUELTAS X 3 HORAS	OP. REQUERIDO	HRS REQUERIDAS
KW	72	415	contenedor upper	80	1	0.90	1.00	0.0530	0.9510
			contenedor map pocket kw	80	1	0.90	1.00	0.0241	0.4323
		100	contenedor map pocket kw(SPO)	112	1	0.64	1.00	0.0042	0.0749
			contenedor upper (SPO)	80	1	0.90	1.00	0.0128	0.2292
415	carton de contenedores	5	0.06	0.90	1.00	0.1208	2.1672		
PB	48	256	carton de contenedores	5	0.06	0.60	1.00	0.0159	0.2844
			contenedor map pocket pb	60	1	0.80	1.00	0.0218	0.3911
									4.5302
									4.9832
									TOTAL HRS REQ. 90%

Tabla 16. Horas requeridas de materialista de contenedores de inyección.

- Horas requeridas para materialista de llenado de buffer.

En este caso se utilizó la tabla 11 para obtener las vueltas por día y la tabla 4 para el contenido de trabajo. Aplicando la fórmula para cada uno de los componentes de recibo se anexo una columna donde dio la cantidad de horas requeridas de cada componente. Al tener cada resultado se sumaron todas las horas requeridas de todos los componentes y le dio un 90% de eficiencia (ec.11).

LÍNEA	PCS X HR	VOLUMEN	TIPO DE BUFFERS	STD PACK	USO POR PIEZA	CANTIDAD DE BUFFER CADA HORA	VUELTAS X HORA	OP. REQUERIDO	HRS REQUERIDAS	
KW	24	415	RELLENA CARRO DE MAP POCKET	12	1	2.00	2.00	0.0321	0.5764	
			RELLENA CARRO DE UPPER	24	1	1.00	1.00	0.0688	1.2344	
			MUEVE CARRO DE MAIN PANEL	20	1	1.20	2.00	0.0183	0.3285	
			MUEVE CARTON A CONTENEDOR	17	1	1.41	2.00	0.0151	0.2712	
			CAMBIA MANIJA KW	66	1	0.36	1.00	0.0109	0.1956	
			CAMBIA BASE DE MANIJA KW	40	1	0.60	1.00	0.0177	0.3170	
PB	16	256	MUEVE CARTON A CONTENEDOR	13	1	1.23	2.00	0.0148	0.2660	
			RELLENA CARRO DE MAP POCKET	20	1	0.80	1.00	0.0726	1.3026	
			MUEVE CARRO DE MID PANEL	48	1	0.33	1.00	0.0147	0.2642	
			MUEVE CARRO DE LOWER PANEL	18	1	0.89	1.00	0.0357	0.6404	
			RELLENA BANDEJA DE MANIJA	28	1	0.57	1.00	0.0395	0.7081	
			CAMBIA BANDEJA DE BRAKET	23	1	0.70	1.00	0.0224	0.4010	
			CAMBIA CARRO DE BETLINE	300	1	0.053	1.00	0.0064	0.1153	
			CAMBIA CARRO DE ARMREST	524	1	0.031	1.00	0.0007	0.0132	
			223	CAMBIA APPLIQUE	24	1	0.67	1.00	0.0163	0.2917
			33	CAMBIA APPLIQUE PREMIUM	10	1	1.60	2.00	0.0380	0.6814
										7.6071
										8.3679

Tabla 17. Horas requeridas de materialista de llenado de buffer

- Horas requeridas totales.

Para sacar las horas requeridas totales, sumamos las horas requeridas (horas requeridas de materiales de recibo, horas requeridas de contenedores de inyección, horas requeridas de llenado de buffers) que están al 90% y el valor dará las horas requeridas que se necesitan para abastecer las líneas de producción.

$$\text{horas requeridas totales al 90\%} = 3.3439 + 4.9832 + 8.3679$$

$$\text{horas requeridas totales al 90\%} = 16.69$$

Por lo tanto de acuerdo con nuestra ec.9, el materialista tiene 17.94 horas disponibles al día y se requieren 16.69 horas esto quiere decir que un materialista por turno debe de poder con la ruta de materiales.

3.1.2.6 Almacenamiento y transporte de material

Para poder tener un inventario en la línea se necesita tener un mini mercado. La línea de producción contaba con un mini mercado, en él había mucho inventario de más y con un desorden, por lo que se decidió reducir el mini mercado anterior. Para poder rediseñar el mini mercado se necesitó saber la cantidad de cajas por turno que se requiere en él, y que cajas estarán en él.

Por otro lado el carro de materialista es muy importante ya que en él, el materialista va a llevar a la línea de producción las cajas de recibo. Anteriormente el materialista tenía un carro pero era muy pequeño por lo que daba demasiadas vueltas desperdiçando tiempo.

Para el diseño del mini mercado y del carro de materialista se creó una lista de prioridades ordenando de mayor a menor las cajas que más se necesitan en la línea, por día, por turno y por turno redondeado ya que se tiene que tener la caja entera y no en decimales. También se creó una lista de medidas de las cajas de cada componente y se calculó sus pies cuadrados esto es para poder saber cuántas cajas cabrán en el carro. Ver tabla 18.

COMPONENTES POR PRIORIDAD	CAJAS POR DIA	CAJAS POR TURNO	CAJAS POR TURNO REDONDEADAS
HANGLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	11.00	5.50	6.00
APPLIQUE FLEET	11.00	1.83	2.00
BRACKET HANDLE (BRACKET)	12.00	2.00	2.00
GOOSENECK-WS (MANIJA)	7.00	1.17	2.00
PULL HANDLE (MANIJA)	6.00	1.00	1.00
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST PARTE CHICA)	5.00	0.83	1.00
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST PARTE GRANDE)	5.00	0.83	1.00
DIE CUT FOAM	4.00	0.67	1.00
STAPLES (GRAPAS)	4.00	0.67	1.00
APPLIQUE PREM	4.00	0.67	1.00
LOGO	3.00	0.50	1.00
PREIMETRAL SEAL KW (SELLO)	2.00	0.33	1.00
REFLECTOR KW	2.00	0.33	1.00
REFLECTOR PB	2.00	0.33	1.00
SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	1.00	0.17	1.00
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	1.00	0.17	1.00
SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	1.00	0.17	1.00
BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	1.00	0.17	1.00

CRIMP SLEEVE (RONDANO)	1.00	0.17	1.00
FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	1.00	0.17	1.00
J-Nut (M5x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	1.00	0.17	1.00
Bumper- K/W Inside Handle	1.00	0.17	1.00
PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	1.00	0.17	1.00
BUTTON-INSERT COVERSTOCK (BOTON LOWER PREMIUM)	1.00	0.17	1.00
SKIN - DIECUT - MID PANEL - SE'W'N - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	1.00	0.17	1.00
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR (VINIL LOWER FLEET)	1.00	0.17	1.00
PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	1.00	0.17	1.00
CLIPS (W'SCO) (GMT300) (CLIPS DE AUSTRALIA)	1.00	0.17	1.00
PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	1.00	0.17	1.00
NUT U M4.2 (GMT300) (NUT)	1.00	0.17	1.00
REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	1.00	0.17	1.00
T'w Yellow Clip (PITUFO AMARILLO)	1.00	0.17	1.00
BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	1.00	0.17	1.00
BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET (TORNILLO DE BRAKET)	1.00	0.17	1.00
FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	1.00	0.17	1.00
STLAPES (GRAPAS)	1.00	0.17	1.00
CRIMP SLEEVE (RONDANO)	1.00	0.17	1.00
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	1.00	0.17	1.00
REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	1.00	0.17	1.00
FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	1.00	0.17	1.00
COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	1.00	0.17	1.00

Tabla 18. Prioridad de material

Teniendo el dato de la tabla 18, vemos que las cajas que más se necesitan son las de HANDLE BASE GOOSENECK, APPLIQUE FLEET, BRAKET HANDLE, GOOSENECK – I/S. Entonces estos solo irán en el mini mercado, y los demás irán en las estaciones de trabajo.

Para crear un carro de materialista se basó en la cantidad de vueltas que daría el materialista y para determinar la cantidad de vueltas nos basamos en la tabla 18. De acuerdo con la tabla el materialista daría 6 vueltas al turno de HANDLE BASE GOOSENECK, entonces para que el materialista no de 6 vueltas al turno se decidió que trajera 2 cajas de ese componente así daría solo 3 vueltas a recibo al turno. Por otro lado se necesitó crear un segundo carro para cuando el materialista lleve una caja a cada estación de trabajo y no ande dentro de la línea con el carro de recibo.

Para poder rediseñar el mini mercado se realizó un dibujo en Power Point. Se habló con el encargado del taller de la planta para que hiciera el mini mercado en base a las

medidas proporcionadas a la tabla 18 de los componentes HANDLE BASE GOOSENECK, APPLIQUE FLEET, BRAKET HANDLE, GOOSENECK – I/S

Para el diseño del carro se basó en la medida de las cajas más grandes estas serían las HANDLE BASE GOOSENECK y APPLIQUE FLEET. Como anteriormente se mencionó que solo darían 3 vueltas al turno debemos crear el carro para que quepan estas cajas. Una vez que se tenga el diseño en Power Point se proporcionó al encargado del taller de la planta. Ver tabla 19.

COMPONENTE	LARGO	ANCHO	ALTO	BQ FT (FT ²)
HANGLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	25.50	16.50	15.50	420.75
GOOSENECK-I/S (MANIJA)	23.00	12.00	8.00	276.00
SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	10.00	9.00	7.00	90.00
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	9.50	9.50	5.00	90.25
SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	9.00	9.00	6.00	81.00
DIE CUT FOAM	32.00	25.50	20.50	816.00
PREIMETRAL SEAL K'W (SELLO)	73.00	8.00	5.00	584.00
REFLECTOR K'W	13.00	12.00	5.00	156.00
BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	23.50	14.50	7.50	340.75
CRIMP SLEEVE (RONDANO)	9.50	9.25	7.25	87.88
FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	19.75	12.00	12.00	237.00
J-Nut (M5x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	9.50	9.50	10.00	90.25
Bumper- K'w Inside Handle	12.00	11.50	10.00	138.00
PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	9.50	9.50	4.00	90.25
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST PARTE CHICA) (100 piezas)	21.00	3.00	7.00	63.00
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST PARTE GRANDE)	19.00	4.50	7.00	85.50
COVERSTOCK (BOTON LOWER PREMIUM)	4.00	3.00	5.00	12.00
SEWN - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	29.00	18.75	13.00	543.75
SKIN-DIECUT-CLSDOT-LWR (VINIL LOWER FLEET) (100 piezas)	26.00	14.50	4.00	377.00
PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	4.00	3.00	5.00	12.00
CLIPS (w/SCO) (GMT900) (CLIPS DE AUSTRALIA)	10.25	8.50	13.00	87.13
BRAKET HANDLE (BRAKET)	16.00	12.00	3.00	192.00
APPLIQUE FLEET	29.00	19.00	16.00	551.00

APPLIQUE FLEET	29.00	19.00	16.00	551.00
PULL HANDLE (MANIJA)	12.75	14.50	10.00	184.88
PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	73.00	8.00	5.00	584.00
REFLECTOR PB	11.75	10.00	8.50	117.50
LOGO	24.00	25.00	10.00	600.00
NUT U M4.2 (GMT300) (NUT)	10.00	10.00	7.00	100.00
REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	23.50	14.50	9.50	340.75
11 W Feltow Clip (PITUFO AMARILLO)	11.00	11.00	4.00	121.00
BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	23.50	14.50	7.50	340.75
BOLT (1/16) - PULL HANDLE/BRACKET (TORNILLO DE BRACKET)	9.50	9.50	4.50	90.25
FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	19.75	12.00	12.00	237.00
STLAPES (GRAPAS)	2.00	1.50	0.50	3.00
CRIMP SLEEVE (RONDANO)	9.50	9.25	7.25	87.88
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	9.50	9.50	5.00	90.25
APPLIQUE PREM	28.50	16.00	19.50	456.00
REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	20.00	16.00	7.00	320.00
FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	33.00	25.00	21.00	825.00
COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	28.00	19.00	12.00	532.00

Tabla 19. Medida de componentes.

3.1.2.7 Diseño de Mini mercado y carro de materialista

- Mini mercado

El mini mercado constaba de tres racks estos estaban diseñados con tubos de chiffon con separadores para cajas. Los tres racks tenían una media de 126 pies cuadrados, por lo que desperdiciaba espacio. Para no invertir en el nuevo mini mercado se utilizaron los tres racks, solo que se redujo a la cantidad de cajas que se requerían.

Como se puede ver en el diseño de acuerdo con la tabla 18, se dejó 4 espacios para el HANDLE BASE GOOSENECK ya que las 2 cajas restantes caben en la estación de trabajo, 5 espacios para el APPLIQUE FLEET. Se dejaron 5 espacios porque son diferentes tipos de APPLIQUE FLEET (solo cambia el color). Se dejó 3 espacios con

dos cajas en cada uno para el PULL HANDLE ya que al igual que el APPLIQUE FLEET cambia los colores del PULL HANDLE por esta razón se dejó un contenido de 6 cajas en total. Se dejó 6 espacios para el GOOSENECK-I/S, como se puede ver en la tabla 19, esta caja está muy larga por lo que no hay mucho espacio en la estación de trabajo por esta razón se colocaron todas las de un día en el mini mercado. Se dejó 2 espacios para el APPLIQUE PREMIUM, estos 2 espacios se dejaron para que en caso de que la línea cambie de modelo no se quede sin material, y por ultimo 1 espacio para el logo ya que seguía en la lista de prioridad. Los componentes que no se les dejó espacio en el mini mercado y tienen mayor prioridad en la tabla 18, resulta que en las estaciones hay espacio para ellos. Una vez que quedo el rack se reacomodo en otro lugar de la línea **Ver anexo 4 y 5.**

- Carro de materialista para recibo

Para crear el carro de materialista de recibo se basó en la medida de la caja más grande y de prioridad (Tabla 18 y 19), las cuales son las del HANGLE BASE GOOSENECK y APPLIQUE FLEET y/o PREMIUM.

En carro se diseñó con tubo de chiffon, ruedas de 8", y dos bases de madera. A las bases se les dio una medida de 40" x 58" y una altura de 20.5", le dimos estas medidas para que en la superficie quepa dos cajas de APPLIQUE y dos cajas de HANDLE BASE GOOSENECK. En la base superior irán todas las cajas más pequeñas restantes, se le dio una altura de 2" para evitar que se caigan las cajas y se le colocó una agarradera de 5" de ancho para que empuje y no se le haga pesado al materialista. **Ver anexo 6.**

- Carro de materialista para las estaciones de trabajo

Una vez que el materialista tenga el material en el mini mercado o en el carro de materialista de recibo, deberá pasar cada caja a un carro más pequeño con el que pueda entrar a la línea de producción. Para diseñar este carro nos basamos en la caja más grande la cual es la del APPLIQUE y en la medida de una caja mediana la cual es la del PULL HANDLE.

En la línea existía un carro para colocar agua en el dispensador, al verlo se optó por ese diseño y se mandó a hacer uno parecido solo que con las medidas de la caja del APPLIQUE o alguna otra. Como podemos ver es un carro con tres niveles hecho de tubo chiffon, los tres niveles tienen una medida de 30" x 17" y se le agregaron tubos en medio para evitar que se caigan las cajas, en el segundo nivel se le dio una altura de 10" ya que ese nivel es para las cajas del PULL HANDLE y en el nivel inferior se dejó un espacio hasta el piso para colocar las cajas que queramos. **Ver anexo 7.**

3.1.2.8 calendario semanal (ayuda visual)

El calendario semanal es una lista de materiales que el materialista deberá llevar a la línea para abastecerla. Esta lista tiene cada día de la semana que llevará en cada vuelta.

Para poder hacer el calendario se realizó una tabla de prioridades para identificar cuales materiales deberá traer ser todos los días, cuales materiales deberá traer cada día, y cuales materiales deberá traer cada dos días entre otros.

LINEA DE KW	Std pack	frecuencia
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD	4600	una vez al dia
BEZEL - LOCK ROD - Black-	5500	cada dos semanas
CRIMP SLEEVE	12500	cada semana
FASTENER (BIRD BEAK)	6000	cada 3 dias
PERIMETER SEAL -	400	una vez al dia
J-Nut (M5x0.8)	4500	cada semana
SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black	5000	cada dos dias
REFLECTOR-FRT DOOR KW	250	dos veces al dia
I/S HANDLE BASE KW	40	cada hora
GOOSENECK-I/S HDL KW	66	cada dos horas
Bumper- KW Inside Handle	5000	cada semana
DIECUT FOAM.	125	cada 4 horas
NUT U M4.2 (GMT900)	4000	cada semana
STAPLES	20000	una vez al dia
PIN-GOOSENECK	1000	una vez al dia
SPRING-GOOSENECK I/S HDL KW	450	una vez al dia
CLIPS (WSCO) (GMT900)	5000	cada 3 dias
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST -	100	cada 4 horas
SKIN - DIECUT - SIDE PIECE - ARMREST	100	cada 4 horas
SKIN - DIECUT - MID PANEL - SEWN -	100	cada 4 horas
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR	100	cada 4 horas
PIN-BUTTON TO MID PANEL	1440	cada 5 horas
BUTTON-INSERT COVERSTOCK	1000	4 veces al dia

LINEA DE PB	Std pack	frecuencia
APPLIQUE FLLET	24	cada hora
PULL HANDLE	48	cada 3 horas
REINFORCEMENT STRAP	284	una vez al día
BRACKET-DOOR PULL HANDLE	23	cada hora
ITW Yellow Clip	1300	una vez al día
BEZEL - LOCK ROD	5500	cada dos semanas
LOGO-PETERBIL	120	cada 7 horas
NUT - TINNERMAN	75000	cada 3 meses
BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRA	3000	cada 3 días
BELTLINE SUPPORT-ARMREST	125	cada 5 horas
MAP POCKET	20	cada hora
MID PANEL	132	cada 6 horas
SUBSTRATE-LWR PADDED INS	100	cada 5 horas
LOWER PANEL	18	cada hora
REFLECTOR	250	una vez al turno
FASTENER (BIRD BEAK)	6000	cada 3 días
STLAPES	20000	cada dos días
CRIMP SLEEVE	12500	cada dos semanas
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14	4600	una vez al día
TORX RD. WASHER HD		
REINFORCEMENT-STITCH BACK	500	una vez al día
PERIMETER SEAL	400	una vez al día
FOAM-DIECUT	250	una vez al turno
COVER STOCK (DIECUT)	100	cada 5 horas
APPLIQUE PREMIUM	20	cada hora

Tabla 20. Material de recibo por prioridad de las líneas.

En base a la tabla 20, se fue acomodando el material en el calendario para que quedara de una manera mejor entendible para el materialista.

Cada materialista dará tres vueltas a recibo y traerá el material especificado por día que se menciona en las **tablas 21 y 22**.

3.1.2.9 Ruta de materialista interno

Todos los datos anteriores ayudaron a implementar las rutas de materialista interno, las cuales son las siguientes: ruta de materialista para el material de recibo, ruta de materialista para los contenedores de inyección y ruta de materialista para el llenado de buffers.

- Ruta de materialista para el material de recibo.

El materialista tiene que fijarse en la tabla 21 o 22 dependiendo cual es el turno en que él esté y el día de la semana. En Power Point se creó un Layout donde señalaba por donde hay que ir a recibo. Recorrerá una ruta hacia recibo basándose en la figura 8, siguiendo la flecha de color rojo.

Una vez que llegue a la línea de producción, para que el materialista sepa dónde están los mini mercados de la línea se creó un Layout en Powerpoint, donde le señala al materialista en rectángulos rojos en que parte de la línea están. Figura 9.

- Ruta de materialista para contenedores de inyección y relleno de buffer

Estas rutas de hicieron juntas ya que el material que se trae de inyección es el mismo con el que se rellena los buffers. Para poder realizar esta ruta se creó una tabla de prioridades para material de inyección para saber cuál sería la línea que se consumiría primero el material.

MATERIAL	Estándar r pac
MAP POCKET BIN LH (Mocha 720)	8
MAP POCKET BIN RH (Mocha 720)	8
LOWER PANEL - LH (Mocha 720)	9
LOWER PANEL - F/D RH Mocha (720)	9
APPLIQUE-ACCENT TRIM - PREMIUM - RH	10
APPLIQUE-ACCENT TRIM - Premium - LH	10
COVER STOCK (DIECUT) - LH Mahogany 7	10
COVER STOCK (DIECUT) - RH Mahogany 7	10
MAIN PANEL LH (MED TAN 652)	10
MAIN PANEL RH (MED TAN 652)	10
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR-LH - Tourmaline - 672	11
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR-RH - Tourmaline - 673	11
BACK PANEL CLOSE-OUT UPPER LH - BLACK	12
BACK PANEL CLOSE-OUT UPPER RH - Black	12
BRACKET-DOOR PULL HANDLE - LH	23
BRACKET-DOOR PULL HANDLE - RH	23
APPLIQUE-ACCENT TRIM - RH Fleet (Mocha 720)	24
APPLIQUE-ACCENT TRIM -LH FLEET (Mocha 720)	24
COVER STOCK (DIECUT) - LH Gray (731)	30
COVER STOCK (DIECUT) - RH Gray (731)	30
THREAD-SECONDARY(TEX90) - BLACK	30
MID PANEL - F/D LH (Gray) 731	32
MID PANEL - F/D RH Grey (731)	32
I/S HANDLE BASE KW LH	40

I/S HANDLE BASE KW RH	40
PULL HANDLE-LH (Mocha 720)	48
PULL HANDLE-RH (Mocha 720)	48
GOOSENECK-I/S HDL KW LH	66
GOOSENECK-I/S HDL KW RH	66
BACK PANEL CLOSE-OUT (lower) LH-Black-601	70
BACK PANEL CLOSE-OUT (lower) RH-Black-601	70
SUBSTRATE-LWR PADDED INSERT LH (na	100
SUBSTRATE-LWR PADDED INSERT RH (na	100
SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST LH - Med Gray (671)	100
SKIN - DIECUT - SIDE PIECE - ARMREST LH - Med Gray-671	100
SKIN - DIECUT - MID PANEL - RH - SEWN - Midnight Black - 901	100
SKIN - DIECUT - MID PANEL - LH - SEWN - Midnight Black - 901	100
Top Thread 90 tex A&E card:830K medium cashmere	100
Top Thread 135 tex XDB light slate grey	100
THREAD - BOTTOM STITCH 90 T SPOOL (gray)	100
Top Thread 90 tex A&E card: LA3 light diesel grey	100
LOGO-PETERBIL	120
BELTLINE SUPPORT-ARMREST LH (Mocha 720)	125

DIECUT FOAM.	125
DIECUT FOAM RH w/scrim	125
DIECUT FOAM LH w/scrim	125
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR-LH - Black - 601	181
SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR-RH - Black - 601	181
REFLECTOR - LH (Peterbilt)	250
REFLECTOR - RH (Peterbilt)	250
FOAM-DIECUT	250
REFLECTOR-FRT DOOR KW	250
REINFORCEMENT STRAP - MAP POCKET	284
REINFORCEMENT STRAP - MAP POCKET RH	284
PERIMETER SEAL (Peterbilt)	400
PERIMETER SEAL - (Kenworth)	400
SPRING-GOOSENECK I/S HDL KW LH	450
SPRING-GOOSENECK I/S HDL KW RH	450
REINFORCEMENT-STITCH BACKER RH (NG)	500
REINFORCEMENT-STITCH BACKER LH (NG)	500
PIN-GOOSENECK	1000
BUTTON-INSERT COVERSTOCK (DK TAN 66)	1000
BUTTON-INSERT COVERSTOCK (DK GRAY 6)	1000
BUTTON - Tourmaline-672	1000
BUTTON-INSERT COVERSTOCK Black -901	1000
ITW Yellow Clip	1300
PIN-BUTTON TO MID PANEL	1440
BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET	3000
NUT U M4.2 (GMT900)	4000
J-Nut (M5x0.8)	4500
SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD.	

Tabla 23. Prioridades de material de inyección y recibo.

SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black	5000
Bumper- KW Inside Handle	5000
CLIPS (WSCO) (GMT900)	5000
BEZEL - LOCK ROD - Black-601	5400
BEZEL - LOCK ROD	5500
FASTENER (BIRD BEAK)	6000
FASTENER (BIRD BEAK)	6000
CRIMP SLEEVE	12500
CRIMP SLEEVE	12500
STAPLES	20000
STAPLES	20000
NUT - TINNEMAN	75000

Con la tabla 23, realizamos un Layout en Powepoint donde le señalaba por puntos al materialista que estaciones debería abastecer para que no les faltara buffer.

Al igual que la figura 10, realizamos un Layout en Powepoint donde le señalaba por puntos al materialista que estaciones debería abastecer para que no les faltara material de recibo.

3.1.2.10 Instrucción de trabajo

Se creó una instrucción de trabajo ya que no existía una, donde le explicaba al materialista paso a paso lo que tenía que hacer en su jornada de trabajo.

- Instrucción para materialista de recibo

Con ayuda de la figura 8 y 9, se creó una instrucción de trabajo donde le señala al materialista, que material debe llevar a la línea, en que debe llevarlo, la ruta que debe seguir a recibo y donde debe colocar las cajas. **Ver anexo 8 y 9.**

- Instrucción para materialista de contenedores de inyección, llenado de buffers y relleno de estaciones con material de recibo.

Como se mencionó anteriormente esta instrucción de hizo una ya que con los contenedores de inyección de llenan los buffers de las líneas, aquí también se incorporó el llenado de las estaciones con el material de recibo ya que cada que ande en la línea **Figura 10. Layout de llenado de buffer.** acción se realizó en base a la figura 10 y 11, donde le muestra al materialista mediante puntos la prioridad de estaciones que debe abastece, le muestra que carro debe utilizar y la ruta por la cual debe seguir. Anteriormente ya existía una ruta para disponer de la basura que se genera en la línea, pero no estaba reflejada en ninguna estación de trabajo por lo que se optó por anexarla a esta instrucción. **Ver anexo 10 y 11.**

3.2 Materialista Externo

El materialista externo se tomó como el materialista que dispone de los contenedores de línea final que se almacenan para importarlos. Cada línea de producción cuenta con diferentes tipos de contenedores, estos son los siguientes:

- Kenworth

Contenedor retornable **ver anexo 12.**

Contenedor alternativo con destino a México **ver anexo 13**

Contenedor alternativo con destino a Australia **ver anexo 13.**

Contenedor de aluminio ver anexo 14.

- Peterbilt

Contenedor retornable **ver anexo 12.**

Contenedor Alterno **ver anexo 13.**

Anteriormente había tres materialistas por turno, un materialista para la línea final de Kenworth, otra materialista para la línea final de Peterbilt y por ultimo un materialista que les ayudaba a cerrar los contenedores a ambas líneas antes de llevarlos a almacenar.

3.2.1 Toma de tiempos y contenido de trabajo.

Para poder realizar el cálculo de materialistas lo primero que se tomaron fueron tiempos de cada contenedor por línea. Estos tiempos se tomaron divididos en seis secciones, para poder tener más desglosados los tiempos de cada materialista. Estos tiempos son los siguientes:

- Ir a embarques
Este tiempo solo se tomó la trayectoria que hacía de la línea final de producción a embarques.
- Armar/preparar contenedor
El materialista al tener lleno el contenedor ya sea retornable, alternativo y de aluminio, tenía que cerrar el contenedor lleno para poderse lo llevar a embarques, por lo tanto ese fue el tiempo que se tomó en cuenta.
- Flejar y/o poner cincho
En este caso el materialista tenía que flejar o colocarle un cincho después de cerrar el contenedor, pero no aplicaba para todos ya que el retornable no se fleja, por lo que a los que no aplica se le colocó un 0.
- Mueve contenedor
Se le tomó tiempo al materialista cada que cambia el contenedor vacío por lleno.
- Ir de KW a PB
Este tiempo se tomó en base a la caminata que hace de la línea KW a PB ya que se tiene que llevar los contenedores de ambas líneas.

- Ir de PB a KW
Este tiempo se tomó en base a la caminata que hace de la línea PB a KW ya que se tiene que llevar los contenedores de ambas líneas.

Al tener los tiempos, se realizó una tabla en donde se colocaron los tiempos, las líneas, los tipos de contenedores que se utilizan en cada línea, y se sumaron los tiempos en total para obtener el contenido de trabajo en segundos por contenedor de cada línea.

3.2.2 Calculo de materialista externo

Para saber cuántos materialistas se necesitan para las dos líneas se realizó un cálculo de operador. Para ello se realizó una tabla donde se utilizó la ecuación 8 y 9.

En la tabla se colocó lo siguiente:

- Línea
En esta sección se colocó el nombre de cada línea ya sea Kenworth o Peterbilt
- Pcs por hora
Las piezas por hora de cada línea de acuerdo a lo mencionado anteriormente, Kenworth produce 24 piezas por hora y Peterbilt 16 piezas.
- Volumen
Este volumen se calculó de la siguiente manera.
Kenworth tiene un volumen de 415 diario, 297 piezas se embarcan en los contenedores de aluminio, entonces para las 415 piezas restan 118 piezas, de esas 118 piezas solo 28 piezas van a Australia, si le restamos 28 piezas a 118 nos da 90 piezas restantes. El contenedor retornable se usa en ocasiones por lo que se le dio un 40% de las 90 piezas puesto que el otro 60% de las 90 piezas se le dio al contenedor alterno. Al sacar el 40% del contenedor retornable nos resultó 36 piezas y al calcular el 60% del contenedor alterno resultó 54 piezas.
- En el caso de Peterbilt su volumen total por día es alrededor de 260 piezas 104 se empaquetan en contenedor retornable y 156 en contenedor alterno.
- Tipo de contenedor
En este apartado refleja los tipos de contenedores para cada línea.
- Std pack
Nos dice la cantidad de piezas que contiene el contenedor.

- Frecuencia
La frecuencia se calcula de la siguiente manera;
- Vueltas por hora
Las vueltas por hora es la frecuencia redondeada.
- Vueltas por día
Las vueltas por día se calculan de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Piezas por hora}}{\text{std pack}}$$

$$\frac{\text{Volumen}}{\text{std pack}}$$

- Calculo de operador
Implantando la ecuación 8 de cálculo de operadores, la ecuación 9 del tiempo disponible y el contenido de trabajo de la Tabla 23 se puede calcular cuántos materialistas se requieren en la línea. Una vez que tengamos el cálculo para cada uno de los contenedores, se sumaran todos los cálculos de operador y se le dará un 90% de eficiencia.

$$\text{calculo de materialista} = \frac{(\text{vuelta por dia})(\text{contenido de trabajo})}{\text{tiempo disponible}}$$

3.2.3 Ruta de materialista externo

Observando la ruta del materialista externo cuando se tomaron los tiempos, se optó por dejarla de la misma manera ya que esa es la mejor.

3.2.4 Instrucción de trabajo para materialista externo

El materialista externo ya contaba con una instrucción de trabajo donde le indicaba que ruta toma, en este caso no se realizó otra instrucción ya que debe realizar la misma ruta de material.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Resultados

Al realizar este proyecto se obtuvieron buenos resultados que nos ayudaron a implementar cada las rutas de materiales internas y externas, ahorrando costo a la empresa.

4.1.2 Resultado de toma de tiempos y contenido de trabajo de materialista interno

Para la ruta de materiales interna se tienen tres rutas las cuales son: ruta para material de recibo, ruta para contenedores de inyección y ruta para relleno de buffers. A continuación de muestra los resultados obtenidos para el materialista interno.

no de parte	Componente	Recorrido	Carga	Descarga	Suma
16934163	BRACKET-DOOR PULL HANDLE - RH	278	119	20	417
16934162	BRACKET-DOOR PULL HANDLE - LH	278	119	18	415
16936741	I/S HANDLE BASE K/W LH	278	119	20	417
16936740	I/S HANDLE BASE K/W RH	278	119	20	417
16935803	APPLIQUE-ACCENT TRIM -LH FLEET	278	119	18	415
16935802	APPLIQUE-ACCENT TRIM -RH FLEET	278	119	18	415
16936613	GOOSENECK-I/S HDL K/W LH	278	119	41	438
16936612	GOOSENECK-I/S HDL K/W RH	278	119	33	430
16935797	PULL HANDLE-LH	278	119	14	411
16935796	PULL HANDLE-RH	278	119	16	413
16934929	BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET	278	119	34	431
16936617	SPRING-GOOSENECK I/S HDL K/W LH	278	119	44	441
16936616	SPRING-GOOSENECK I/S HDL K/W RH	278	119	44	441
11609458	SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black	278	119		397
16934740	DIE CUT FOAM	278	119	103	500
	CUBIERTA PREM	278	119		397
16934165	APPLIQUE-ACCENT TRIM - Premium - LH	278	10	42	330
16934164	APPLIQUE-ACCENT TRIM - Premium - R	278	10	30	318
16934266	PERIMETER SEAL - (Kenworth)	278	119	94	491
16934218	PERIMETER SEAL (Peterbilt)	278	119	107	504
16934404	REFLECTOR-FRT DOOR K/W	278	119	24	421
16934211	REFLECTOR - LH (Peterbilt)	278	119		397
16934210	REFLECTOR - RH (Peterbilt)				
20-19281	LOGO-PETERBILT	278	119	24	421
M0104416	Bottom Thread 90	278	119		397
16934202	BEZEL - LOCK ROD - Black-601	278	119		397
16935191	CRIMP SLEEVE	278	119	116	513

16934290	FASTENER (BIRD BEAK)	278	119	40	437
16936014	J-Nut (M5x0.8)	278	119	40	437
13830.1	Bumper- Kw Inside Handle	278	119	30	427
16936327	Pin-Gooseneck	278	119	20	417
16934291	NUT U M4.2 (GMT900)	278	119	18	415
16914352	STAPLES	278	40	45	363
16966530	SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - RH	278	119	50	447
16966532	SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - LH	278	119	50	447
16971468	SKIN - DIECUT - MID PANEL - SEwN -	278	119	48	445
16971469	SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR	278	119	65	462
16934749	PIN-BUTTON TO MID PANEL	278	119	40	437
				prom	424.8

Tabla 1. Tiempos de materialista de material de recibo

CONTENIDO DE TRABAJO (SEGUNDOS)						
LINEA	ELEMENTOS/ T. CICLO	VUELTA A RESIVO	ESPERA EN RESIVO	ABASTECER ESTACIONES	CAMINADA	T. TOTAL
KW	HANGLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	62.20	119	20	20	221.20
	GOOSENECK-IRS (MANIJA)	62.20	119	41	20	242.20
	SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	62.20	119	44	20	245.20
	SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	62.20	119	30	20	231.20
	SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	62.20	119	30	20	231.20
	DIE CUT FOAM	62.20	119	103	20	304.20
	PREIMETRAL SEAL Kw (SELLO)	62.20	119	94	20	295.20
	REFLECTOR Kw	62.20	119	24	20	225.20
	BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	62.20	119	20	20	221.20
	CRIMP SLEEVE (RONDANO)	62.20	119	116	20	317.20
	FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	62.20	119	40	20	241.20
	J-Nut (M5x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	62.20	119	40	20	241.20
	Bumper- Kw Inside Handle	62.20	119	30	20	231.20
	PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	62.20	119	20	20	221.20
	STAPLES (GRAPAS)	62.20	40	45	20	167.20
	SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST	62.20	119	50	20	251.20
	SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST	62.20	119	50	20	251.20
	BUTTON-INSERT COVERSTOCK (BOTON LOWER PREMIUM)	62.20	119	10	20	211.20
	SKIN - DIECUT - MID PANEL - SEwN - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	62.20	119	20	20	221.20

	SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR (VINIL LOWER FLEET)	62.20	119	65	20	266.20
	PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	62.20	119	40	20	241.20
	CLIPS (WSCO) (GMT900) (CLIPS DE AUSTRALIA)	62.20	119	10	20	211.20
PB	BRACKET HANDLE (BRACKET)	62.20	119	18	20	219.20
	APPLIQUE FLEET	62.20	119	18	20	219.20
	PULL HANDLE (MANIJA)	62.20	119	14	20	215.20
	PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	62.20	119	107	20	308.20
	REFLECTOR PB	62.20	119	24	20	225.20
	LOGO	62.20	119	24	20	225.20
	NUT U M4.2 (GMT900) (NUT)	62.20	119	18	20	219.20
	REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	62.20	119	10	20	211.20
	ITW Yellow Clip (PITUFO AMARILLO)	62.20	119	10	20	211.20
	BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	62.20	119	15	20	216.20
	BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET (TORNILLO DE BRACKET)	62.20	119	34	20	235.20
	FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	62.20	119	20	20	221.20
	STLAPES (GRAPAS)	62.20	119	20	20	221.20
	CRIMP SLEEVE (RONDANO)	62.20	119	20	20	221.20
	SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	62.20	119	30	20	231.20
	APPLIQUE PREM	62.20	10	42	20	134.20
	REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	62.20	119	34	20	235.20
	FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	62.20	119	40	20	241.20
	COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	62.20	119	40	20	241.20

Tabla 2. Contenido de trabajo de material de recibo en segundos

LINEA	ELEMENTOS/ T. CICLO	VUELTA A INYECCION	CIERRA CONTENEDOR	QUITA SEPARADOR Y PONE EN RACK	T. TOTAL
KW	contenedor upper	600	20	40	660.00
	contenedor map pocket kw	240	20	40	300.00
	contenedor map pocket kw (SPO)	242	20	40	302.00
	contenedor upper (SPO)	600	20	40	660.00
	tira carton de contenedores	20	0	0	94.00
PB	tira carton de contenedores	20	0	0	20.00
	contenedor map pocket pb	270	20	40	330.00

Tabla 3. Contenido de trabajo de contenedores de inyección en segundos

LINEA	ELEMENTOS/T. CICLO	T. TOTAL
KW	RELLENA CARRO DE MAP POCKET	60
	RELLENA CARRO DE UPPER	257
	MUEVE CARRO DE MAIN PANEL	57
	TIRA CARTON A CONTENEDOR	40
	CAMBIA MANIJA KW	112
	CAMBIA BASE DE MANIJA KW	110
PB	TIRA CARTON A CONTENEDOR	30
	RELLENA CARRO DE MAP POCKET	226
	MUEVE CARRO DE MID PANEL	110
	MUEVE CARRO DE LOWER PANEL	100
	RELLENA BANDEJA DE MANIJA	172
	CAMBIA BANDEJA DE BRAKET	80
	CAMBIA CARRO DE BETLINE	300
	CAMBIA CARRO DE ARMREST	60
	CAMBIA APPLIQUE FLEET	113
	CAMBIA APPLIQUE PREMIUM	110

Tabla 4. Contenido de trabajo de relleno de buffers en segundos

4.1.3 Resultado de requerimiento de inventario.

En este caso se tienen tres tablas con resultados ya que son tres rutas diferentes al igual que los tiempos y contenidos de trabajo.

LINEA	PCS X 2 HR	VOLUM EN	COMPONENTE	STD PACK	USO POR PIEZA	CAJAS POR 2 HRS	CANTIDAD DIARIA DE CAJAS	VUELTAS POR DIA
KW	48	415	HANGLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	40	1	1.20	10.38	5.19
			GOOSENECK-WS (MANIJA)	66	1	0.73	6.29	3.14
			SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	450	1	0.11	0.92	0.92
			SCREW - DELTA 50 X1.80 X14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8	0.08	0.72	0.72
			SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	5000	5	0.05	0.42	0.42
			DIE CUT FOAM	125	1	0.38	3.32	3.32
			PREMETRAL SEAL KW (SELLO)	400	1	0.12	1.04	1.04
			REFLECTOR KW	250	1	0.19	1.66	1.66
			BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	5500	1	0.01	0.08	0.08
			CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4	0.02	0.13	0.13
			FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	6000	3	0.02	0.21	0.21
			J-Nut (M5x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	4500	4	0.04	0.37	0.37
			Bumper- KV Inside Handle	5500	2	0.02	0.15	0.15
			PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	1000	1	0.05	0.42	0.42
			STAPLES (GRAPAS)	20000	160	0.38	3.32	1.66
		SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4.15	
		SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4.15	
		BUTTON-INSERT COVERSTOCK (BOTON LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	0.51	
		51	SEWN - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	0.51
			SKIN DIECUT CLSOUT LOWER PREMIUM					

			SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR (VINIL LOWER FLEET)	100	1	0.48	0.51	0.51
			PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	1440	8	0.27	0.28	0.28
		6	CLIPS (WSCO) (GMT900) (CLIPS DE AUSTRALIA)	5000	4	0.04	0.00	0.00
PB	32	256	BRACKET HANDLE (BRACKET)	23	1	1.39	11.13	2.78
			APPLIQUE FLEET	24	1	1.33	10.67	2.67
			PULL HANDLE (MANIJA)	48	1	0.67	5.33	2.67
			PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	400	1	0.08	0.64	0.64
			REFLECTOR PB	250	1	0.13	1.02	1.02
			LOGO	120	1	0.27	2.13	2.13
			NUT U M4.2 (GMT900) (NUT)	4000	2	0.02	0.13	0.13
			REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	284	1	0.11	0.90	0.90
			ITW Yellow Clip (PITUFO AMARILLO)	1300	4	0.10	0.79	0.79
			BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	5500	1	0.01	0.05	0.05
			BOLT (M6) - PULL HANDLE/BRACKET (TORNILLO DE FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	4000	4	0.03	0.26	0.26
				6000	4	0.02	0.17	0.17
			STLAPES (GRAPAS)	20000	20	0.03	0.26	0.26
			CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4	0.01	0.08	0.08
		33	SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8	0.06	0.45	0.45
			APPLIQUE PREM	10	1	3.20	3.30	1.65
			REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	500	1	0.06	0.07	0.07
			FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	100	1	0.32	0.33	0.33
			COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	100	1	0.32	0.33	0.33

Tabla 9. Requerimiento de componentes de recibo.

LINEA	PCS X 3 HR	VOLUMEN	TIPO DE CONTENEDOR	STD PACK	USO POR PIEZA	CONTENEDOR CADA TRES HORAS	CONTENEROR POR DIA	YUELTAS X 3 HORAS
KW	72	415	contenedor upper	80	1	0.90	5.19	1.00
			contenedor map pocket kw	80	1	0.90	5.19	1.00
		100	contenedor map pocket kw(SPO)	112	1	0.64	0.89	1.00
			contenedor upper (SPO)	80	1	0.90	1.25	1.00
		415	carton de contenedores	5	0.06	0.90	5.19	1.00
PB	48	256	carton de contenedores	5	0.06	0.60	3.20	1.00
			contenedor map pocket pb	60	1	0.80	4.27	1.00

Tabla 10. Requerimiento de contenedores de inyección.

LINEA	PCS X HR	VOLUM EN	TIPO DE BUFFERS	STD PACK	USO POR PIEZA	CANTIDAD DE BUFFER CADA HORA	CANTIDAD DIARIA DE BUFFER	YUELTAS X HORA	
Kw	24	415	RELLENA CARRO DE MAP POCKET	12	1	2.00	34.58	2.00	
			RELLENA CARRO DE UPPER	24	1	1.00	17.29	1.00	
			MUEVE CARRO DE MAIN PANEL	20	1	1.20	20.75	2.00	
			MUEVE CARTON A CONTENEDOR	17	1	1.41	24.41	2.00	
			CAMBIA MANIJA KW	66	1	0.36	6.29	1.00	
			CAMBIA BASE DE MANIJA KW	40	1	0.60	10.38	1.00	
PB	16	256	MUEVE CARTON A CONTENEDOR	13	1	1.23	31.92	2.00	
			RELLENA CARRO DE MAP POCKET	20	1	0.80	12.80	1.00	
			MUEVE CARRO DE MID PANEL	48	1	0.33	5.33	1.00	
			MUEVE CARRO DE LOWER PANEL	18	1	0.89	14.22	1.00	
			RELLENA BANDEJA DE MANIJA	28	1	0.57	9.14	1.00	
			CAMBIA BANDEJA DE BRAKET	23	1	0.70	11.13	1.00	
			CAMBIA CARRO DE BETLINE	300	1	0.053	0.85	1.00	
			CAMBIA CARRO DE ARMREST	524	1	0.031	0.49	1.00	
			223	CAMBIA APPLIQUE	24	1	0.67	9.29	1.00
			33	CAMBIA APPLIQUE PREMIUM	10	1	1.60	3.30	2.00

Tabla 11. Requerimiento de llenado de buffers.

4.1.4 Resultado de cálculo de materialista interno.

A continuación se muestran los resultados de cada uno de los materialistas internos.

CALCULO DE OPERADOR									
LINEA	PCS X 2 HR	VOLUM EN	COMPONENTE	STD PACK	USO POR PIEZA	CAJAS POR 2 HRS	CANTIDAD DIARIA DE CAJAS	YUELTAS POR DIA	OP. REQUERIDO
Kw	48	415	HANGLE BASE GOOSENECK (BASE DE MANIJA)	40	1	1.20	10.38	5	0.0178
			GOOSENECK-MS (MANIJA)	66	1	0.73	6.29	3	0.0118
			SPRING-GOOSENECK (RESORTE)	450	1	0.11	0.92	1	0.0035
			SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8	0.08	0.72	1	0.0026
			SCREW, M4.2 X 16 CROSS TIP Black (TORNILLO DE ARMREST)	5000	5	0.05	0.42	0	0.0015
			DIE CUT FOAM	125	1	0.38	3.32	3	0.0156
			PREIMETRAL SEAL KW (SELLO)	400	1	0.12	1.04	1	0.0047
			REFLECTOR KW	250	1	0.19	1.66	2	0.0058
			BEZEL - LOCK ROD - Black-601 (BEZEL DE ARMREST)	5500	1	0.01	0.08	0	0.0003
			CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4	0.02	0.13	0	0.0007
			FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	6000	3	0.02	0.21	0	0.0008
			J-Nut (M5x0.8) (CLIPS DE MAIN PANEL)	4500	4	0.04	0.37	0	0.0014
			Bumper- KW Inside Handle	5500	2	0.02	0.15	0	0.0005
			PIN-GOOSENECK (PIN DE MANIJA)	1000	1	0.05	0.42	0	0.0014
			STAPLES (GRAPAS)	20000	160	0.38	3.32	2	0.0043
			SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4	0.0161
			SKIN - DIECUT - TOP PIECE - ARMREST - (SKIN DE ARMREST)	100	1	0.48	4.15	4	0.0161
			BUTTON-INSERT COVERSTOCK (BOTON LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	1	0.0017
			51	SEWN - (CUBIERTA LOWER PREMIUM)	100	1	0.48	0.51	1

			SKIN-DIECUT-CLSOUT-LWR (VINIL LOWER FLEET)	100	1	0.48	0.51	1	0.0021	
			PIN-BUTTON TO MID PANEL (PIN DE BOTON)	1440	8	0.27	0.28	0	0.0011	
		6	CLIPS (WSCO) (GMT900) (CLIPS DE AUSTRALIA)	5000	4	0.04	0.00	0	0.0000	
PB	32		BRACKET HANDLE (BRACKET)	23	1	1.39	11.13	3	0.0094	
			APPLIQUE FLEET	24	1	1.33	10.67	3	0.0091	
			PULL HANDLE (MANIJA)	48	1	0.67	5.33	3	0.0089	
			PERIMETRAL SEAL PB (SELLO)	400	1	0.08	0.64	1	0.0031	
			REFLECTOR PB	250	1	0.13	1.02	1	0.0036	
			LOGO	120	1	0.27	2.13	2	0.0074	
			NUT U M4.2 (GMT900) (NUT)	4000	2	0.02	0.13	0	0.0004	
			REINFORCEMENT (SOPORTE DE MAP POCKET)	284	1	0.11	0.90	1	0.0029	
			ITw Yellow Clip (PITUFO AMARILLO)	1300	4	0.10	0.79	1	0.0026	
			BEZEL - LOCK ROD (BEZEL DE ARMREST)	5500	1	0.01	0.05	0	0.0002	
			BOLT (M6) - PULL HANDLE/BACKET (TORNILLO DE	4000	4	0.03	0.26	0	0.0009	
			FASTENER (BIRD BEAK) (PITUFO)	6000	4	0.02	0.17	0	0.0006	
			STLAPES (GRAPAS)	20000	20	0.03	0.26	0	0.0009	
			CRIMP SLEEVE (RONDANO)	12500	4	0.01	0.08	0	0.0003	
			SCREW - DELTA 50 X1.80 X 14 TORX RD. WASHER HD (TORNILLO MAP POCKET)	4600	8	0.06	0.45	0	0.0016	
			APPLIQUE PREM	10	1	3.20	3.30	2	0.0034	
			REINFORCEMENT-STITCH BACKER (TIRA DE CUBIERTA)	500	1	0.06	0.07	0	0.0002	
		FOAM-DIECUT (ESPONJA DE INSERTPAD)	100	1	0.32	0.33	0	0.0012		
		COVER STOCK (DIECUT) (CUBIERTA DE INSERT)	100	1	0.32	0.33	0	0.0012		
										0.1694
										90% OP REQ 90% 0.1864

Tabla 12. Calculo de materialista para material de recibo

LINEA	PCS X HR	YOLUM EN	TIPO DE BUFFERS	STD PACK	USO POR PIEZA	CANTIDAD DE BUFFER CADA HORA	CANTIDAD DIARIA DE BUFFER	YUELTAS X HORA	OP. REQUERIDO
KW	24	415	RELLENA CARRO DE MAP POCKET	12	1	2.00	34.58	2.00	0.0321
			RELLENA CARRO DE UPPER	24	1	1.00	17.29	1.00	0.0688
			MUEVE CARRO DE MAIN PANEL	20	1	1.20	20.75	2.00	0.0183
			MUEVE CARTON A CONTENEDOR	17	1	1.41	24.41	2.00	0.0151
			CAMBIA MANIJA KW	66	1	0.36	6.29	1.00	0.0109
			CAMBIA BASE DE MANIJA KW	40	1	0.60	10.38	1.00	0.0177
PB	16	256	MUEVE CARTON A CONTENEDOR	13	1	1.23	31.92	2.00	0.0148
			RELLENA CARRO DE MAP POCKET	20	1	0.80	12.80	1.00	0.0726
			MUEVE CARRO DE MID PANEL	48	1	0.33	5.33	1.00	0.0147
			MUEVE CARRO DE LOWER PANEL	18	1	0.89	14.22	1.00	0.0357
			RELLENA BANDEJA DE MANIJA	28	1	0.57	9.14	1.00	0.0395
			CAMBIA BANDEJA DE BRACKET	23	1	0.70	11.13	1.00	0.0224
			CAMBIA CARRO DE BETLINE	300	1	0.053	0.85	1.00	0.0064
			CAMBIA CARRO DE ARMREST	524	1	0.031	0.49	1.00	0.0007
		223	CAMBIA APPLIQUE	24	1	0.67	9.29	1.00	0.0163
		33	CAMBIA APPLIQUE PREMIUM	10	1	1.60	3.30	2.00	0.0380
									0.4240
									90% 0.4664

Tabla 13. Calculo de material para contenedores de inyección

LINEA	PCS X 3 HR	VOLUM EN	TIPO DE CONTENEDOR	STD PACK	USO POR PIEZA	CONTENEDOR CADA TRES HORAS	CONTENEROR POR DIA	VUELTAS X 3 HORAS	OP. REQUERIDO
Kw	72	415	contenedor upper	80	1	0.90	5.19	1.00	0.0530
			contenedor map pocket kw	80	1	0.90	5.19	1.00	0.0241
		100	contenedor map pocket kw(SPO)	112	1	0.64	0.89	1.00	0.0042
			contenedor upper (SPO)	80	1	0.90	1.25	1.00	0.0128
PB	48	256	carton de contenedores	5	0.06	0.90	5.19	1.00	0.1208
			carton de contenedores	5	0.06	0.60	3.20	1.00	0.0153
			contenedor map pocket pb	60	1	0.80	4.27	1.00	0.0218
									0.2525
								90%	0.2778

Tabla 14. Calculo de materialista para relleno de buffers

4.1.5 Resultados de diseño de almacenamiento de material de recibo y transporte de material a la línea.

En el caso de espacio de la planta por el mini mercado, al tener solo el material que se requiere en la línea y al reducir nuestro mini mercado se logró reducir el precio de espacio. La empresa paga al año 18 dólares por pie cuadrado, anteriormente había un mini mercado de 126 pies cuadrados, multiplicando estos 126 por 18 dólares nos resulta 2,268 dólares anuales, con la mejora del proyecto se realizó un rack más pequeño con una medida de 46 pies cuadrados por lo que la empresa paga solo 828 dolores anuales.

Se diseñó un carro de materialista para facilitarle el manejo de material al materialista, estos carros se hicieron en base al empaque más grande de material de recibo.

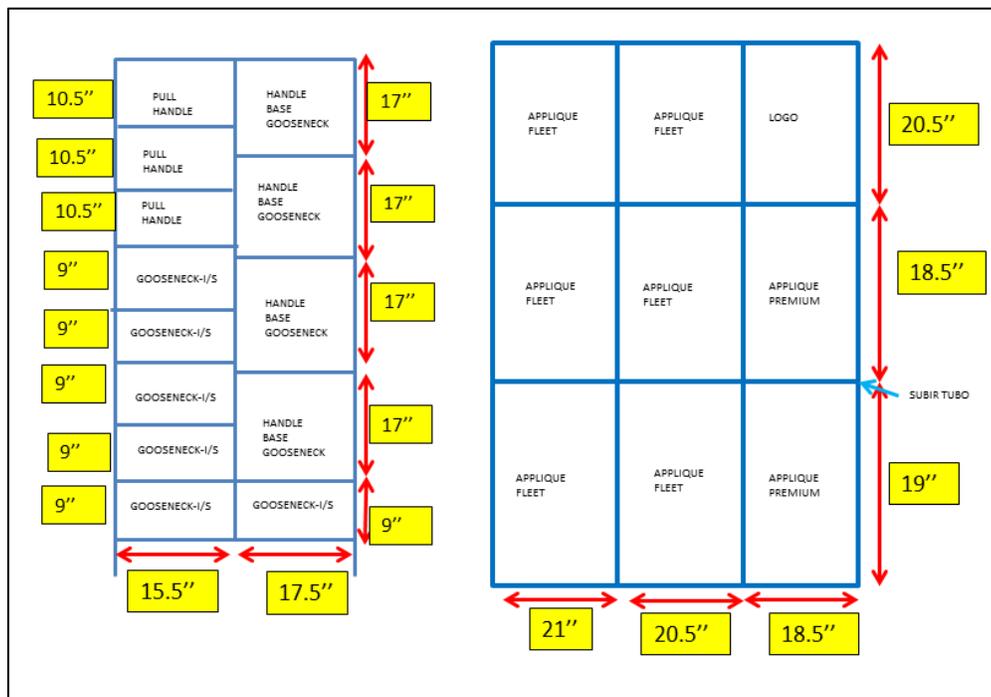


Figura 5. Mini mercado.

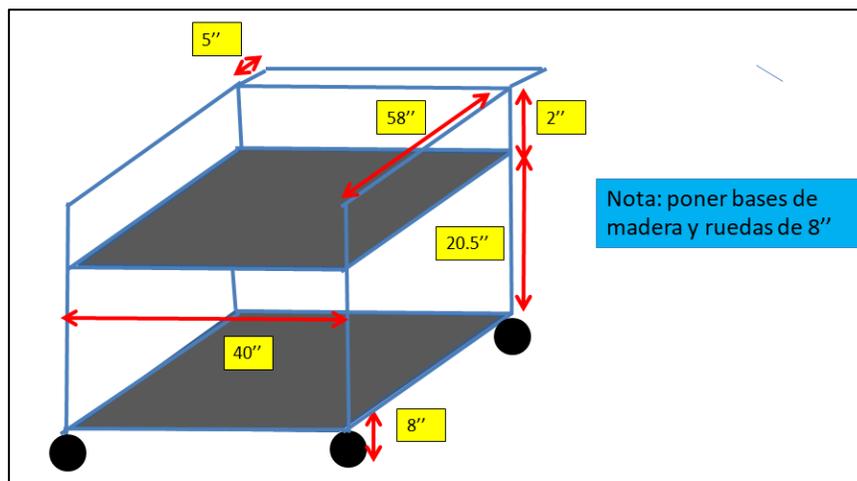


Figura 6. Carro de materialista de recibo.

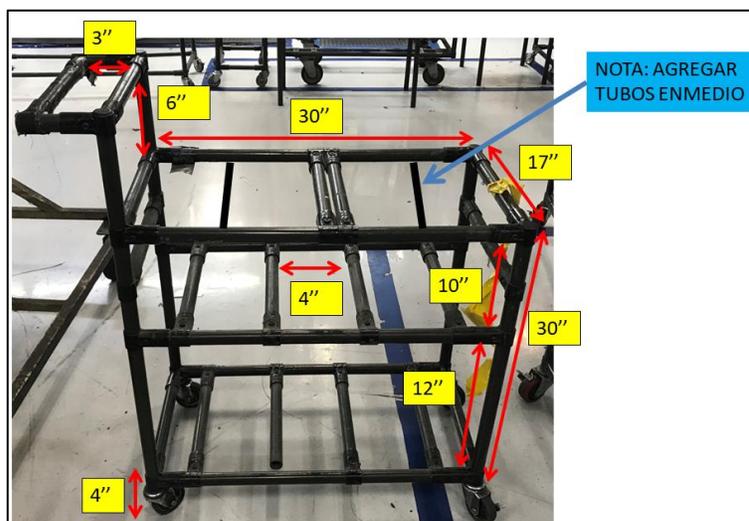


Figura 7. Carro de materialista para estaciones de trabajo.

4.1.6 F

PRIMER TURNO					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
VUELTA 1	BASE DE MANIJA LHY RH				
	APPLIQUE FLEET LHY RH				
	BRACKET LHY RH				
	MANIJA KW LHY RH				
	MANIJA PELHORH				
	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO
	REFLECTOR KW LHY RH	REFLECTOR KW	REFLECTOR KW	REFLECTOR KW	REFLECTOR KW
	PIN GOOSENECK	BUMPER	PIN GOOSENECK	BEZEL PB	PIN GOOSENECK
	REFLECTOR PB	FASTER BIRD	REFLECTOR PB LHY RH	NUTU	REFLECTOR PB LHY RH
	VUELTA 2	BASE DE MANIJA LHY RH			
APPLIQUE FLEET LHY RH		APPLIQUE FLEET LHY RH			
BRACKET LHY RH		BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH
MANIJA KW LHY RH		MANIJA KW LHY RH			
MANIJA PELHORH		MANIJA PELHORH	MANIJA PELHORH	MANIJA PELHORH	MANIJA PELHORH
LOGO		LOGO	LOGO	LOGO	LOGO
REFLECTOR KW		REFLECTOR KW	REFLECTOR KW	REFLECTOR KW	REFLECTOR KW
TORNILLOS NEGROS		TORNILLOS NEGROS	TORNILLOS NEGROS	TORNILLOS NEGROS	REFLECTOR PB
REFLECTOR PB		REFLECTOR PB	REFLECTOR PB	REFLECTOR PB	JNUT
VUELTA 3		BASE DE MANIJA LHY RH			
	APPLIQUE FLEET LHY RH				
	BRACKET LHY RH				
	MANIJA KW LHY RH				
	MANIJA PELHORH				
	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO
	RESORTE KW	CLIPS SAUS	RESORTE KW	CRIMP SLEEVE	RESORTE KW
	BRACKET	FASTER BIRD	TORNILLOS NEGROS	FASTER BIRD	TORNILLOS NEGROS

Tabla 21. Calendario del primer turno.

SEGUNDO TURNO					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
VUELTA 1	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH
	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH
	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH
	MANIJA KW LHY RH	MANIJA KW LHY RH	MANIJA KW LHY RH	MANIJA KW LHY RH	MANIJA KW LHY RH
	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT
	ITW YELLOW	ITW YELLOW	ITW YELLOW	ITW YELLOW	ITW YELLOW
	JNUT	CRIMP SLEEVE	TORNILLOS PARA BRACKET	TORNILLOS NEGROS	TORNILLO MAP POCKET
	TORNILLO MAP POCKET	PIN GOOSENECK	REFOIRCEMENT MAP POCKET	PIN GOOSENECK	REFOIRCEMENT MAP POCKET
VUELTA 2	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH
	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH
	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH
	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT
	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT
	BEZEL KW	BOTTON PREM	REFOIRCEMENT COST	PIN BOTTON	REFOIRCEMENT COST
	SELLO KW	SELLO KW	SELLO KW	SELLO KW	SELLO KW
VUELTA 3	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH	BASE DE MANIJA LHY RH
	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH	APPLIQUE FLEET LHY RH
	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH	BRACKET LHY RH
	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT	DIE CUT
	SELLO KW / PB	SELLO KW / PB	SELLO KW / PB	SELLO KW / PB	SELLO KW / PB
	ESPONJA DE INSERT	CUBIERTA PRE	ESPONJA DE INSERT	CUBIERTA PRE	GRAPAS

Tabla 22. Calendario del segundo turno.

4.1.7 Resultado de ruta de materialista interno

Para la ruta de materialista interno solo se requiere un materialista por turno y no dos como se tenían antes. La empresa le paga al operador 5,200 dólares por año al multiplicar esto 5,200 dólares por cuatro materialistas nos da un total de 20,800 dólares por año. Con este proyecto se logró reducir a una cantidad de 10,400 dólares anuales.

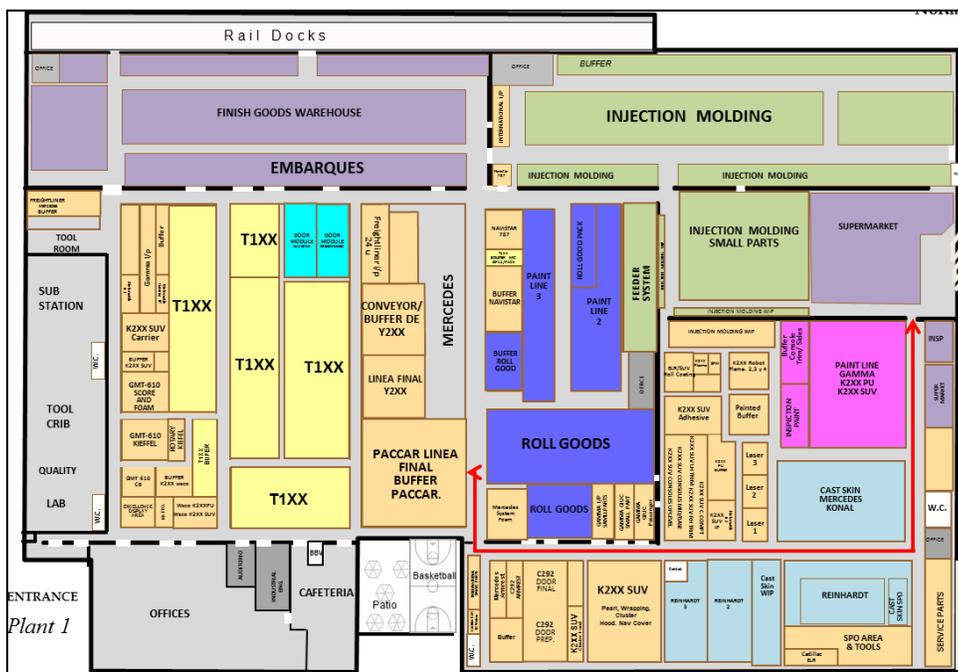


Figura 8. Layout de ruta de recibo.

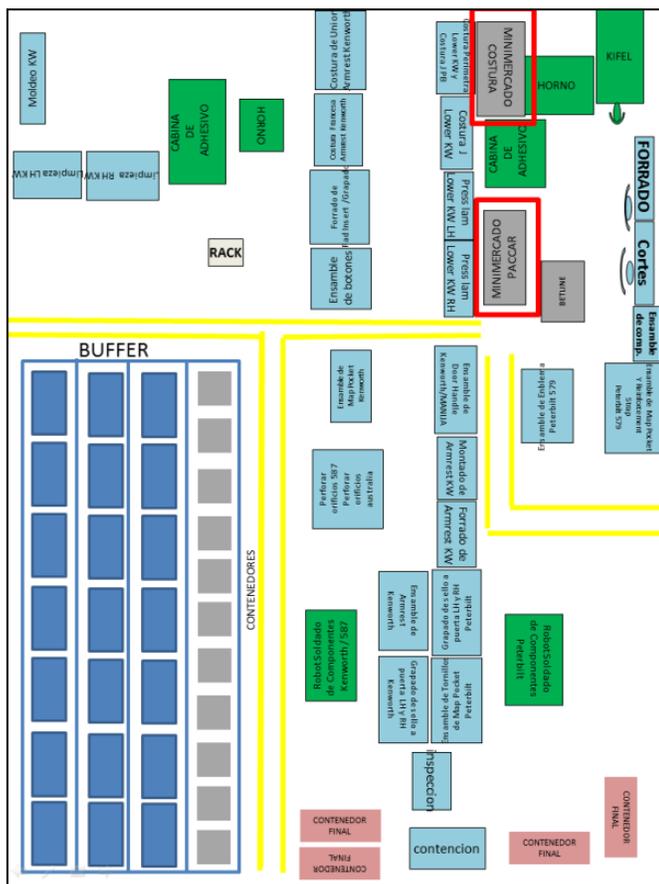


Figura 9. Layout de mini mercados.

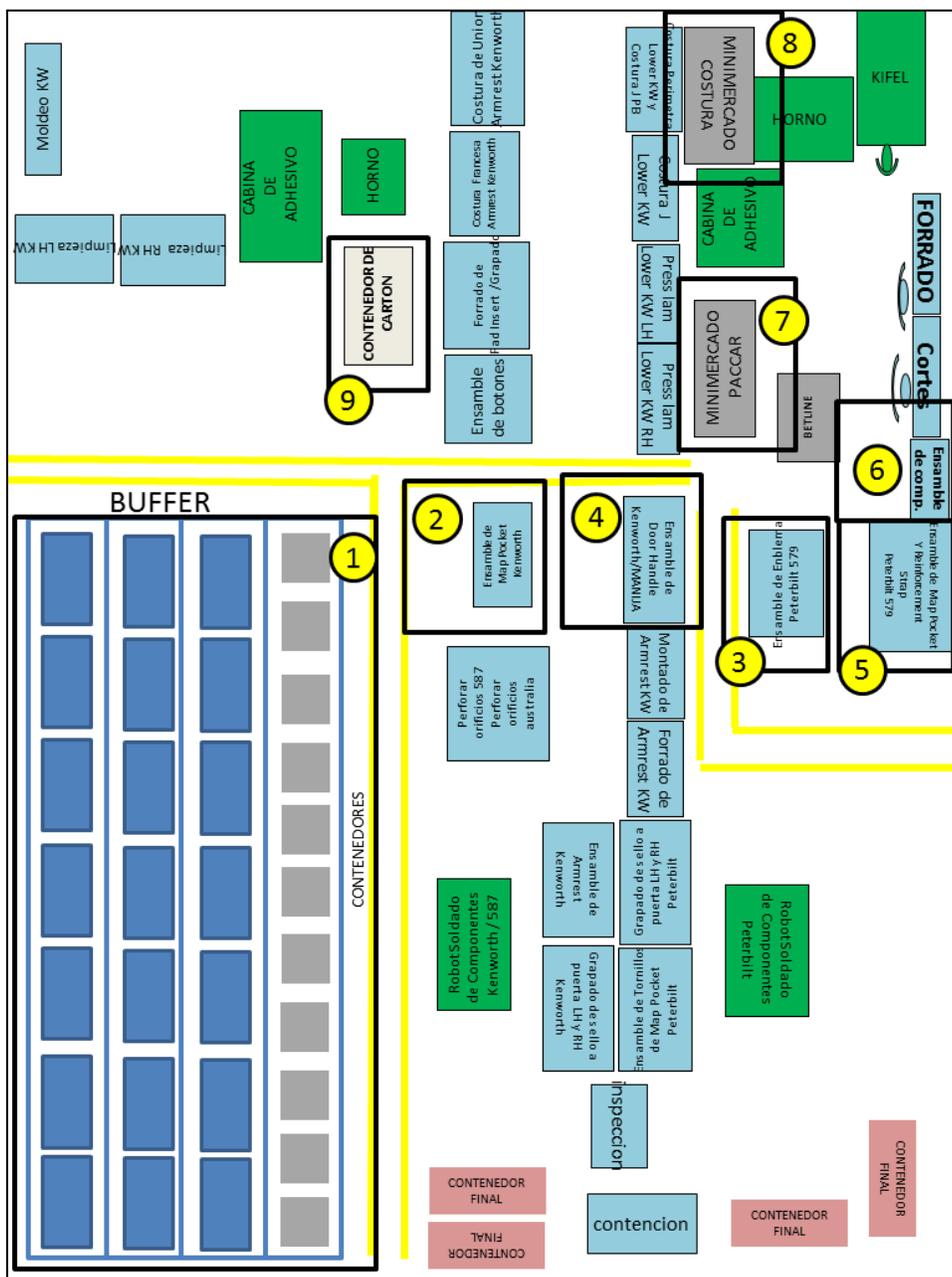


Figura 10. Layout de llenado de buffer.

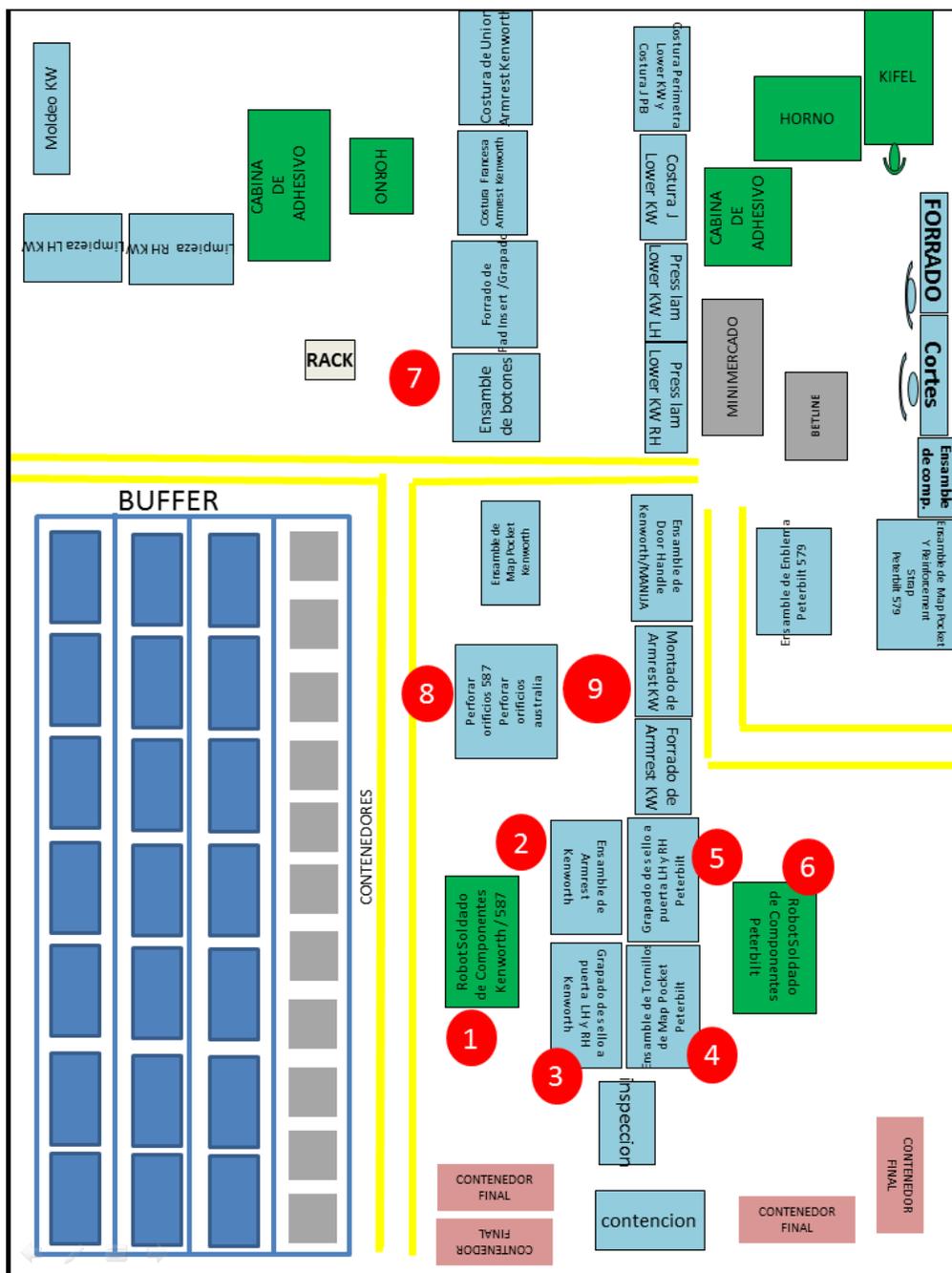


Figura 11. Layout de abastecimiento de recibo.

4.1.8 Resultado de Instrucción de trabajo

Se realizó una instrucción de trabajo donde le decía a el materialista el punto en el que iniciaría y en donde acabaría de forma detallada ver anexo 8, 9,10 y 11

4.1.9 Resultado de toma de tiempos de materialista externo y contenido de trabajo.

CONTENIDO DE TRABAJO (EN SEGUNDOS)								
LINEA	ELEMENTOS/ T. CICLO	IR A EMBARQUES	ARMAR/PREPARAR CONTENEDOR	FLEJAR Y/O PONER CINCHO	MUEVE CONTENEDOR	VA DE KW A PB	VA DE PB A KW	T. TOTAL
KW	RETORNABLE	262	36.1	0	30	9.6	11.7	349.41
	ALTERNO PARA MEXICO	231	40	38	30	9.6	11.7	360.31
	ALTERNO PARA AUSTRALIA	257.5	158	546.6	30	9.6	11.7	1013.25
	C. DE ALUMINIO	265	151.7	40	40	9.6	11.7	517.98
PB	RETORNABLE	262	36.1	0	31	9.6	11.7	350.79
	ALTERNO	231.5	40	38	30	9.6	11.7	360.81

Tabla 23. Contenido de trabajo del materialista de embarques.

4.1.10 Resultado de cálculo de materialista externo

Para la ruta de materialista de embarques anteriormente se tenían tres materialistas por turno por lo que 5.200 dólares por seis nos resulta 31,200 dólares anuales y con el proyecto solo se necesita un operador por turno por lo que 5,200 por dos operadores nos resulta 10,400 dólares anuales de ahorro.

CALCULO DE OPERADOR								
LINEA	PCS X HR	VOLUMEN	TIPO DE CONTENEDOR	STD PACK	FRECUE NCIA	VUELTAS X HORA	VUELTA S X DIA	OP. REQUERID O
KW	24	36	RETORNABLE	7	3.43	4.00	5	0.0278
		54	ALTERNO NORMAL	7	3.43	4.00	8	0.0430
		297	CHILICOTE	12	2.00	2.00	25	0.3883
		28	ALTERNO AUSTRALIA	7	3.43	4.00	4	0.0321
PB	16	104	RETORNABLE	7	2.29	3.00	15	0.0807
		156	ALTERNO	7	2.29	3.00	22	0.1245
								0.6964
								0.7661 OP REQ 90%

Tabla 24. Calculo de materialista para embarques.

4.1.11 Resultado de ruta de materialista externo

El materialista externo ya tenía una ruta por lo que no se modificó porque era la más viable



Figura 12. Ruta de materialista externo

4.1.12 Resultado de ahorro por año

Al implementar las dos rutas de materiales nos resultó factible ya que al hacer el cálculo de operador y al reducir el almacenamiento nos dio el siguiente ahorro por año.

Costos en dolares/año	Antes	Actual	Ahorro
Costo de operadores internos	\$20,800.00	\$10,400.00	\$10,400.00
Costo de operadores externos	\$31,200.00	\$10,400.00	\$20,800.00
Costo de Espacio	\$2,268.00	\$828.00	\$1,440.00
		Ahorro total dlls/año	\$32,640.00

CAPÍTULO V

CONCLUSION

CAPÍTULO V

6.1 Conclusión

Como se pudo observar en el proyecto al tener implementada una buena ruta de materiales, le puede generar un ahorro impactante a la empresa ya que, el materialista tiene claro lo que tiene que hacer sin que pare la línea de producción, sin tener inventario de más generando un alto costo de almacenamiento, y al tener claro la cantidad correcta de materialistas que se requieren. Al tener una gran cantidad de materialistas no quiere decir que ni tendrá paros la línea de producción, ya que para esto también tiene que haber una buena comunicación entre ellos.

Fuentes de Información

Buzon Quijada, Jose Antonio. Lean Manufacturing. España: Elearning S.L, 2019.

CALETEC. Aceleracion controlada de la productividad. s.f. 21 de Febrero de 2020 <<https://www.caletec.com/glosarios/diagrama-de-spaghetti/>>.

Carro Paz, Roberto y Daniel Gonzalez Gomez. «Gestion de Stocks.» s.f. Gestion de Stocks. 20 de Febrero de 2020 <http://nulan.mdp.edu.ar/1830/1/gestion_stock.pdf>.

Carro, Roberto y Daniel Gonzalez Gomez. «Estrategias de produccion / operaciones en un entorno global.» s.f. Estrategias de produccion / operaciones en un entorno global. Sabado de Mayo de 2019 <<http://nulan.mdp.edu.ar/1543/1/01315.pdf>>.

—. «justo a tiempo.» Estrategias de produccion / operaciones en un entorno global (s.f.): 103.

De La Fuente Garcia, David, y otros. Ingenieria de Organizacion en la empresa: Direccion de operaciones. Universidad de Oviedo, 2008.

Definición.de. Definición.de. 2015. <<http://definicion.de/productividad/>>.

Gómez, Sánchez David, Ramón G. Recio y Héctor López Gama. «El compromiso y clima organizacional en la empresa familiar de Rioverde y del Refugio Ciudad Fernández.» 2010. 29 de 09 de 2014 <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/ejemplar?codigo=287249>>.

González, Riesco, Montserrat. Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial. Ed. Ideaspropias Editorial. España: Ideaspropias Editorial, 2006.

Gutiérrez, Raúl. Ventas y mercadotecnia para la pequeña y mediana empresa. México: Universidad Iberoamericana, 1999.

Heizer, Jay y Barry Render. Principios de administración de operaciones. Estados Unidos: PRENTICE HALL, INC, 2008.

Hellriegel, Don, Susan Jackson y John Slocum. Administracion Un enfoque basado en competencias. mexico: CENGAGE Learning, 2009.

Hernandez Matias, Juan Carlos y Antonio Vizan Idoipe. Lean Manufacturing conceptos, tecnicas e implantacion. Madrid: Medio Ambiente, Industria y Energia, 2013.

Koontz, Harold y Heinz Weihrich. ADMINISTRACION una perspectiva global. Mexico: Mc Graw Hill, 1998.

Krajewski, Lee J., Larry P. Ritzman y Manoj K. Malhotra. «Administracion de las operaciones.» Krajewski, Lee J., Larry P. Ritzman y Manoj K. Malhotra. Administracion de las operaciones . Jeff Shelstad, 2007. 752.

- Mercado, Salvador. Mercadotecnia programada. Mexico: LIMUSA S.A DE C.V, 2004.
- Munch, Lourdes. Evaluación y control de la gestión. México. D.F.: Trillas, 2005.
- OCEANO. «Enciclopedia práctica de la pequeña y mediana empresa PYME.» Gisper, Carlos. Barcelona España: Oceano, 2003.
- Ocegueda, Mercado Corina G. Metodología de la Investigación, Métodos, Técnicas y Estructuración de Trabajos Académicos. México: Anaya, 2007.
- Ohno, Taiichi. Toyota Production System. Japon: Forework by Norman Bodek, 1988.
- Perez, Casas Jesús. 2012.
- Rajadell, Manuel y Jose Luis Sanchez. Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos, 2010.
- Robbins, Stephen y Mary Coulter. Administracion. Mexico: PEARSON Educacion, 2005.
- Rodriguez, Valencia, Joaquín. Administracion de Pequeñas Y Medianas Empresas. Mexico: Cengage Learning, 2002.
- Zapata Cortes, Julian Andres. Fundamentos de la Gestión de Inventarios. Medellin: Centro Editorial Esumer, 2014.

Anexos



Anexo 1. Mini mercado anterior

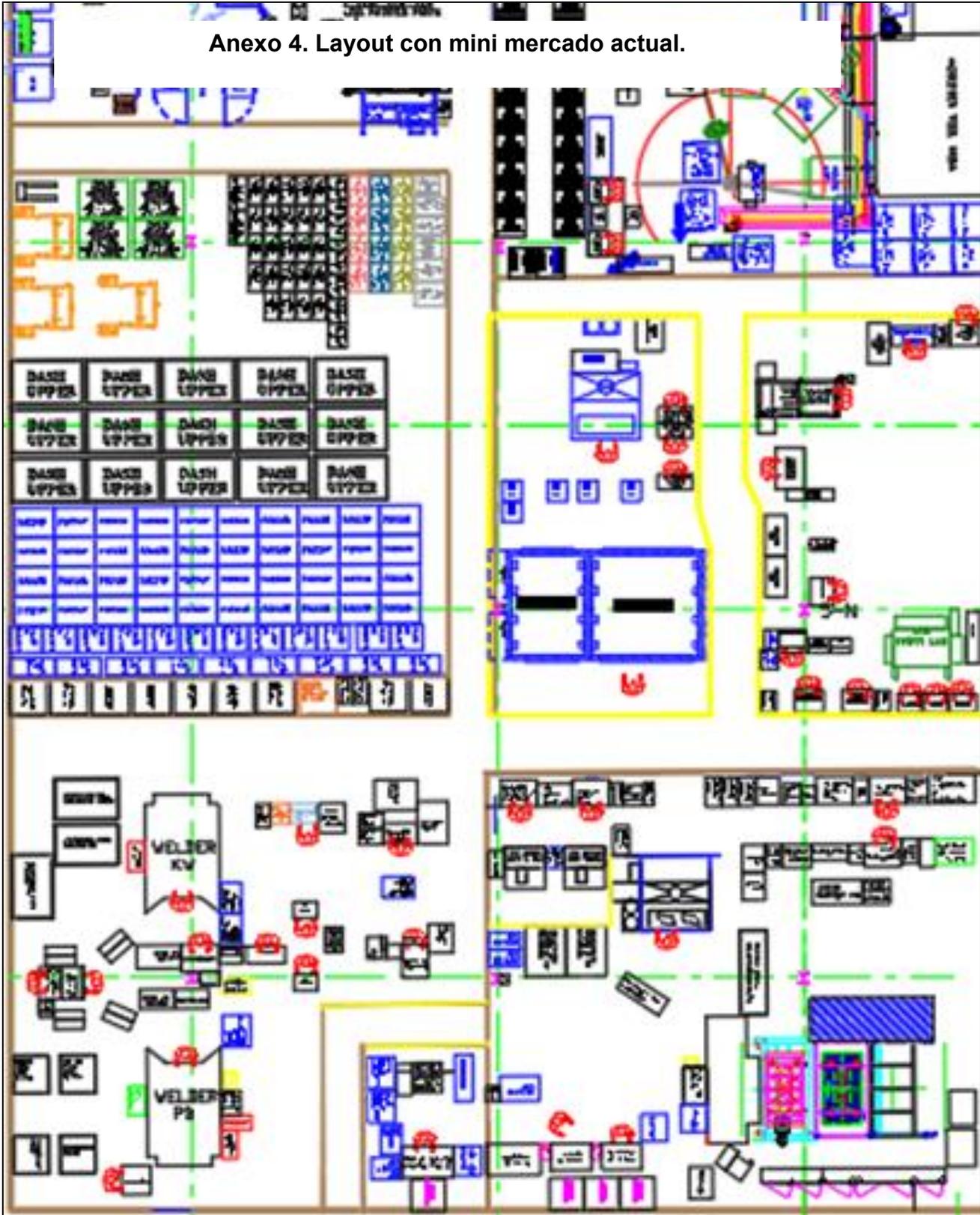


Anexo 2. Mini mercado anterior



**3. Carro de
lista anterior**

Anexo 4. Layout con mini mercado actual.





Anexo 5. Mini mercado actual.



Anexo 6. Carro de materialista de recibo actual.



**materialista para
paio actual.**



Anexo 8. Instrucción de trabajo para materialista de recibo página 1.

<p>ASIGURARSE DE PORTAR COMPLEMENTO Y CORRECTAMENTE SU EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</p>	<p>UTILIZAR LISTAS DE SEGURIDAD, ZAFATOS DE SEGURIDAD</p>	<p>ESTRATEGIA DE SEGURIDAD SIEMPRE QUE REALICE ESTA OPERACION</p>
<p>PREGUNTAR A LIDER O SUPERVISOR, QUE VERSION SE CORRERIA</p>	<p>LEVANTAR LISTA DE MATERIAL QUE HAGA FALTA</p>	<p>PRIMA SABER EL MATERIAL REQUERIDO</p>
<p>PARA ESTE A INSTRUCCION DE TRABAJO SE DEBERA DAR 3 VUELTAS POR TURNO DE MANERA DIARIA HACIA EL AREA DE RECIBO</p>	<p>SEGA LA PROGRAMACION DE COMPONENTES POR VUELTA EN LA TABLA A PRIMER TURNO Y TABLAS (SEGUNDO TURNO) EN LA HOJAZ DE 2</p>	<p>PARA SERVICIAR LAS CANTIDADES CORRECTAS DE FORMA BALANZADA CADA DIA</p>
<p>IDENTIFICAR CARRIO DE MATERIALISTA FOTO 1</p>	<p>EN LA PARTE DE ARRABLO DEL CARRIO SE ACOMODARA ANILLO Y ANILLO Y EN LA PARTE SUPERIOR COMPONENTES DE CALAS/ROLEAS, NOTA: NO ESTAR CALAS/ROLEAS A MAS DE 50 MILIMETROS DE ALTURA</p>	<p>PARA NO BLOQUEAR VISIBILIDAD DEL CAMINO</p>
<p>IDENTIFICAR QUE LA RUTA HACIA RECIBO</p>	<p>VER FOTO 2</p>	<p>CUIDE USAR PASELO DE INFECCION PARA EVITAR ALGUN ACCIDENTE</p>
<p>IDENTIFICAR LOS MINIMIZADOS</p>	<p>COLOCAR MATERIAL DE COSTURA QUE ESTE EN RECIBO EN MANERA SUJETA COMO EN EL CENTRO MATERIAL DE RECIBO COLOCAR EN MINIMIZADO PACCORE VER LAYOUT FOTO 3</p>	<p></p>



- Instrument Panel
- Door Module & Closure
- Call Mail
- Injection Molding
- New Programs
- Roll Goods Area
- Workstation
- Warehouse

1. CARRIO: ESTE CARRIO SE CORRERIA EN LA MANERA SIGUIENTE: EN LA PARTE DE ARRABLO DEL CARRIO SE ACOMODARA ANILLO Y ANILLO Y EN LA PARTE SUPERIOR COMPONENTES DE CALAS/ROLEAS, NOTA: NO ESTAR CALAS/ROLEAS A MAS DE 50 MILIMETROS DE ALTURA

2. IDENTIFICAR QUE LA RUTA HACIA RECIBO

3. IDENTIFICAR LOS MINIMIZADOS

4. CARRIO: ESTE CARRIO SE CORRERIA EN LA MANERA SIGUIENTE: EN LA PARTE DE ARRABLO DEL CARRIO SE ACOMODARA ANILLO Y ANILLO Y EN LA PARTE SUPERIOR COMPONENTES DE CALAS/ROLEAS, NOTA: NO ESTAR CALAS/ROLEAS A MAS DE 50 MILIMETROS DE ALTURA

5. IDENTIFICAR QUE LA RUTA HACIA RECIBO

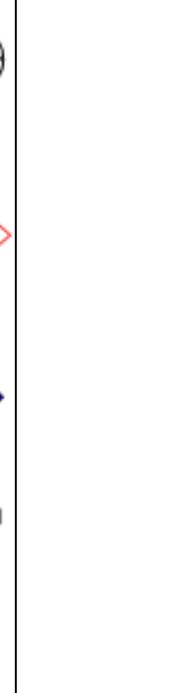
6. IDENTIFICAR LOS MINIMIZADOS

7. CARRIO: ESTE CARRIO SE CORRERIA EN LA MANERA SIGUIENTE: EN LA PARTE DE ARRABLO DEL CARRIO SE ACOMODARA ANILLO Y ANILLO Y EN LA PARTE SUPERIOR COMPONENTES DE CALAS/ROLEAS, NOTA: NO ESTAR CALAS/ROLEAS A MAS DE 50 MILIMETROS DE ALTURA

8. IDENTIFICAR QUE LA RUTA HACIA RECIBO

9. IDENTIFICAR LOS MINIMIZADOS

10. CARRIO: ESTE CARRIO SE CORRERIA EN LA MANERA SIGUIENTE: EN LA PARTE DE ARRABLO DEL CARRIO SE ACOMODARA ANILLO Y ANILLO Y EN LA PARTE SUPERIOR COMPONENTES DE CALAS/ROLEAS, NOTA: NO ESTAR CALAS/ROLEAS A MAS DE 50 MILIMETROS DE ALTURA



**Anexo 12. Contenedor
retornable.**



Anexo 13. Contenedor alternativo.



**Anexo 14. Contenedor de
aluminio.**