



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y
OPERACIONES**

**Propuesta para un plan de mejora en bodegas, basado en la
filosofía *Lean*.**

Caso Aplicado: Fábrica PLASMET.

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**

Autor:

FRANCISCO PAUL MOGROVEJO GUERRERO

Director:

JONNATAN AVILÉS GONZÁLEZ

CUENCA-ECUADOR

2018

Dedicatoria

#hatersgonnahate

Agradecimientos

El agradecimiento principalmente es para mis padres por darme la oportunidad de llegar a una meta tan importante en el ámbito académico. Sin ellos nada de esto hubiese sido posible.

Agradezco también a Jonnatan Avilés por su paciencia y dedicación para guiarme y compartirme su conocimiento.

A los distinguidos profesores, amigos, compañeros y a la vida.

“...desde siempre y hasta siempre, viva la patria” Jaime Roldós Aguilera

Resumen y palabras clave

PLASMET, empresa de manufactura y distribución presenta problemas con los desperdicios de tiempo y recursos en el área de bodega. Los desperdicios son generados por el desorden causado en bodega, la falta de organización del trabajo, la carencia de elementos de trabajo y la necesidad de un área más adecuada para el desarrollo de las actividades.

El presente estudio explicará el proceso que se siguió para identificar y proponer métodos para disminuir las pérdidas tomando como base la filosofía *Lean* y creando elementos de trabajo basados en técnicas de mejora continua tales como: 5'S, *Poka-Yoke*, *Andon*, entre otras. A través de ensayos y pruebas piloto, en conjunto con las opiniones del cliente final y personal vinculado, se verificará el funcionamiento y correcta aplicación de las herramientas y filosofía.

Palabras clave: *Lean*, 5'S, *Poka-yoke*, mejora continua, reducción de desperdicios.



Ana Cristina Vásquez
Miembro de Junta Académica



Jonnatan Avilés
Director de tesis



Francisco Mogrovejo Guerrero
Autor

ABSTRACT

PLASMET is a manufacturing and distribution company that presented problems with the waste of time and resources in the warehouse area. The waste was generated by disorder in the warehouse, lack of work organization, lack of work elements and the need for a more adequate area for the different of activities. The present study explained the process used to identify these issues and proposed methods to reduce losses based on the Lean philosophy. The study also created work elements based on continuous improvement techniques such as 5'S, Poka-Yoke, Andon and others. The operation and correct application of the tools and philosophy were verified through trials, pilot tests and the opinions of the final client and related personnel.

Keywords: Lean, 5'S, Poka-yoke, continuous improvement, waste reduction.



Ana Cristina Vásquez

Academic Board Member



Jonnatan Avilés

Thesis Director



Francisco Mogrovejo Guerrero

Author



Magdalena Tejada
UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by
Ing. Paul Arpi

Tabla de Contenidos

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Resumen y palabras clave | iv |
| Abstract and keywords | v |
| Tabla de Contenidos..... | vi |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Índice de anexos..... | x |
| Introducción | xi |
| Capítulo 1 Pre diagnóstico y análisis de situación actual | 12 |
| 1. Pre diagnóstico y análisis de situación actual | 13 |
| 1.1 Situación Empresa..... | 13 |
| 1.2 Delimitación del estudio | 14 |
| 1.3 Ejecución del pre diagnóstico | 14 |
| 1.4 Diagnóstico | 26 |
| Capítulo 2 Evaluación..... | 29 |
| 2. Evaluación..... | 30 |
| 2.1 Identificación y descripción de problemas..... | 30 |
| 2.2 Asignación de herramientas <i>Lean</i> según la identificación de problemas. | 33 |
| 2.3 Propuestas de mejora continua..... | 36 |
| Capítulo 3 Prueba piloto, resultados y discusión | 37 |
| 3. Prueba piloto | 38 |
| 3.1 Desarrollo de la prueba piloto..... | 38 |
| 3.2 Desarrollo de los planes de ejecución. | 56 |
| 3.3 Resultados y discusiones de la prueba piloto..... | 59 |
| 3.4 Trabajos futuros | 62 |
| Conclusiones | 63 |
| Bibliografía | 64 |
| Anexos..... | 65 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Actividades del proceso | 16 |
| Tabla 2 Tiempos de cada paso | 16 |
| Tabla 3 Tiempos que no agregan valor | 25 |
| Tabla 4 Niveles de desorden | 27 |
| Tabla 5. Análisis de modo y efecto de fallas | 32 |
| Tabla 6 Comparativa elementos antiguos con elementos nuevos..... | 44 |
| Tabla 7 Implementación..... | 56 |
| Tabla 8 Uso de las herramientas | 57 |
| Tabla 9 Tipo de herramientas..... | 58 |
| Tabla 10 Control de herramientas | 58 |
| Tabla 11 Evento <i>Kaizen</i> | 62 |
| Tabla 12 Toma de tiempos del procedimiento de bodega..... | 65 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 VSM de servicio | 15 |
| Figura 2 Análisis de bodega 1/7 | 17 |
| Figura 3 Análisis de bodega 2/7 | 18 |
| Figura 4 Análisis de bodega 3/7 | 19 |
| Figura 5 Análisis de bodega 4/7 | 20 |
| Figura 6 Análisis de bodega 5/7 | 21 |
| Figura 7 Análisis de bodega 6/7 | 22 |
| Figura 8 Análisis de bodega 7/7 | 23 |
| Figura 9 Análisis de valor agregado..... | 24 |
| Figura 10 Pasos para la implementación del TPS. Fuente(Monden, 2012) | 35 |
| Figura 11 Tablero <i>Andon</i> | 40 |
| Figura 12 Comparativa del análisis de uso de espacio..... | 41 |
| Figura 13 <i>Layout</i> nuevo | 43 |
| Figura 14 Comparativa de los <i>Layouts</i> de PLASMET..... | 44 |
| Figura 15 Unidades vendidas | 45 |
| Figura 16 Factor peso..... | 46 |
| Figura 17 Productos ordenados | 47 |
| Figura 18 Orden de los estantes | 48 |
| Figura 19 Mesa de empaquetado..... | 49 |
| Figura 20 Funcionamiento mesa de empaquetado | 50 |
| Figura 21 Revisión de mercadería con una sola persona | 52 |
| Figura 22 Diseño carro para <i>picking</i> | 53 |
| Figura 23 Carro para <i>picking</i> | 54 |
| Figura 24 Simulación bodega nueva | 55 |
| Figura 25 Simulación bodega anterior | 55 |
| Figura 26 VSM de servicio FUTURO después de mejoras | 61 |
| Figura 27 Carga de paquete de más de 25kg..... | 65 |
| Figura 28 Encuesta..... | 66 |
| Figura 29 <i>Layout</i> bodega antigua..... | 67 |
| Figura 30 Mesa ordenada | 68 |
| Figura 31 Pared con elementos necesarios..... | 68 |
| Figura 32 Pared con elementos necesarios..... | 69 |
| Figura 33 Auditoría de orden y limpieza | 70 |
| Figura 34 Manual de uso de tablero <i>Andon</i> 1/2 | 71 |
| Figura 35 Manual de uso de tablero <i>Andon</i> 2/2 | 72 |
| Figura 36 Marcas en el piso para colocar los elementos..... | 73 |
| Figura 37 Colocación de vidrios | 73 |
| Figura 38 Estante en proceso de construcción | 74 |
| Figura 39 Construcción del carro para <i>picking</i> | 75 |
| Figura 40 Torneado de ejes para mesa de empaquetado | 75 |
| Figura 41 Construcción de mesa de empaquetado | 76 |
| Figura 42 Adecuaciones de bodega..... | 77 |

| | |
|---|----|
| | ix |
| Figura 43 Carro de <i>picking</i> y mesa de empaquetado | 78 |
| Figura 44 Bodega en trabajo | 79 |
| Figura 45 Mesa de finalización de empaquetado ordenada | 79 |
| Figura 46 Recepción de Producto Terminado..... | 80 |
| Figura 47 Estantes rotulados y ordenados..... | 81 |
| Figura 48 Mesa de empaquetado..... | 82 |
| Figura 49 Estantes ordenados según planificación | 83 |

Índice de anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1 Ayuda para cargar paquetes..... | 65 |
| Anexo 2 Toma de tiempos del procedimiento de bodega | 65 |
| Anexo 3 Encuesta..... | 66 |
| Anexo 4 <i>Layout</i> Antiguo..... | 67 |
| Anexo 5 3'S..... | 68 |
| Anexo 6 Auditoría de orden y limpieza | 70 |
| Anexo 7 Manual de uso de tablero <i>Andon</i> | 71 |
| Anexo 8 Implementación de la bodega nueva | 73 |
| Anexo 9 Estantes ordenados | 83 |

Introducción

El presente trabajo muestra el desarrollo de la implementación inicial de la filosofía *LEAN*. La aplicación es necesaria debido a que las labores diarias, en la bodega de PLASMET, son un sistema de múltiples actividades que maneja factores cambiantes, entre ellos la atención al cliente. Estos factores no permiten un trabajo correcto y abren la posibilidad a errores, desorden y mala organización de trabajo. Todas estas situaciones que genera el trabajo implican desperdicios en nivel técnico, estratégico y operativo.

Se propone implementar la filosofía *LEAN* para eliminar los desperdicios y el principal objetivo de la implementación es mejorar el trabajo en la bodega de la fábrica PLASMET.

El proceso de implementación tiene tres etapas:

1. Pre diagnóstico
2. Evaluación
3. Prueba piloto

Capítulo 1

Pre diagnóstico y análisis de situación actual

1. Pre diagnóstico y análisis de situación actual

El pre diagnóstico se realiza para identificar los problemas que puedan existir, para esto se utiliza herramientas o técnicas de identificación y toma de decisiones para así llegar a los problemas y a su causa raíz (Mobley, 1999).

1.1 Situación Empresa

PLASMET, empresa fundada en 1988 cuya finalidad fue de producir partes metálicas para INDURAMA. PLASMET inició sus actividades como un taller, con dos obreros, un torno, una prensa y un banco de trabajo. Conforme pasaron los años, INDURAMA que era su principal fuente de trabajo, dejó de requerir de los servicios de PLASMET, en esa crisis su propietario lanzó nuevos productos para el mercado. A partir de mediados de los 90's empiezan a producir bisagras torneadas para puertas metálicas.

Iniciaron con 5 modelos y conforme pasaron los años, el mercado se volvió más exigente y PLASMET se vio en la obligación de ofrecer nuevos productos. Actualmente tienen una gama amplia de productos y cubren el mercado de Loja, Cuenca y Quito.

PLASMET dentro de su proceso de mejora empresarial, en 2001, adopta el sistema TOC como filosofía predominante en su empresa, a partir de esto comienzan distintas implementaciones, aplicaciones de herramientas y empieza un proceso de aplicación de la norma ISO 9001 que se encuentra implementada y su certificación se encuentra en desarrollo.

1.2 Delimitación del estudio

El estudio se lleva a cabo en la bodega de PLASMET donde se tienen establecidos procesos para distintas actividades que se realizan. Los procesos se encuentran en proceso de estandarización con la norma ISO 9001.

El actual espacio físico cuenta con 30 m² donde se encuentran ubicados todos los estantes de producto terminado e insumos. La bodega cuenta con todos los implementos y herramientas para desarrollar el trabajo.

La persona encargada de la bodega trabaja bajo la supervisión directa del gerente. Se han entregado todas las normas y reglamentos de la empresa que principalmente son enfocados a seguridad y salud ocupacional. Todos los movimientos de productos y paquetes se realizan a mano. Los bultos cuando están listos para enviar pesan en promedio 25kg y para la persona encargada de la bodega se dificulta este movimiento, entonces pide ayuda para solucionar esta situación **Anexo 1**.

1.3 Ejecución del pre diagnóstico

El pre diagnóstico se realizó en el proceso denominado “recepción y envío de un pedido”. Este proceso abarca desde que el cliente llama a realizar su pedido, seguido de todos los pasos que se necesita según el procedimiento que se debe cumplir y finalizando con la atención postventa que se realiza a los clientes. Este proceso envuelve la mayor cantidad de tareas, se le denomina cuello de botella y será el proceso crítico para análisis. Para tener una idea clara del proceso se escogieron cuatro herramientas:

1.3.1 VSM de Servicio (*Value stream mapping de Servicio*)

Análisis del servicio que abarca la mayor cantidad de procesos de la bodega de PLASMET

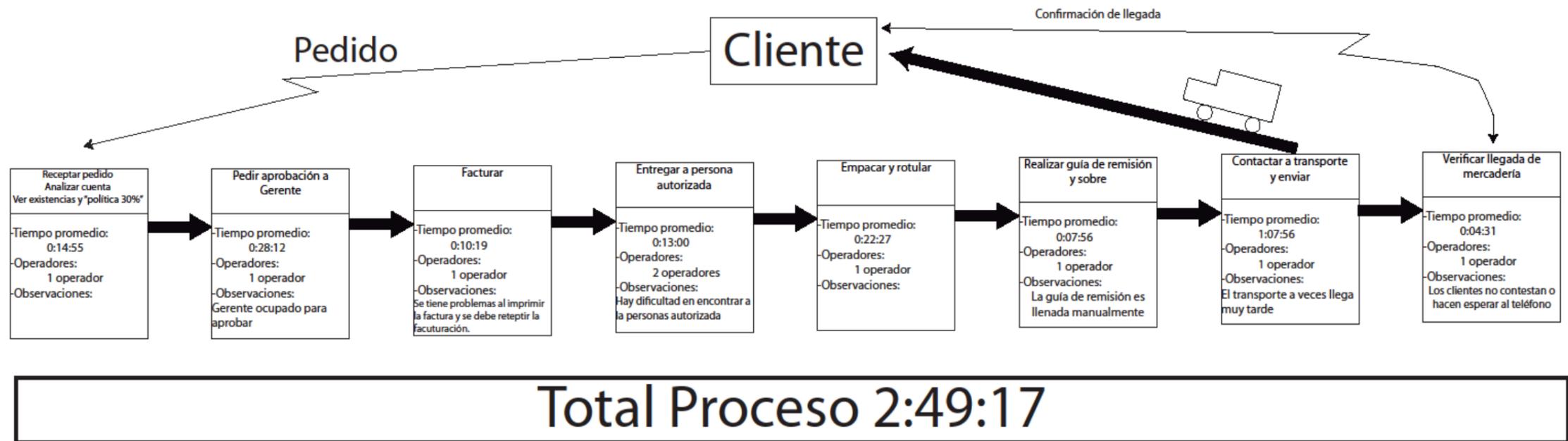


Figura 1 VSM de servicio

Existen dos tipos de VSM, de servicios y de producción, por el tipo de proceso, se realizó un VSM de servicio. La realización del VSM con la agrupación de las actividades en pasos, se agruparon actividades que tengan similitud o se realicen sin cambiar o depender de otro recurso. Las actividades identificadas fueron las siguientes:

Tabla 1. Actividades del proceso

| N° | Paso |
|----|--|
| 1 | Receptar pedido, analizar cuenta, ver existencias y política 30% |
| 2 | Pedir aprobación a gerente |
| 3 | Facturar |
| 4 | Entregar a persona autorizada |
| 5 | Empacar y rotular |
| 6 | Realizar guía de remisión y sobre |
| 7 | Contactar a transporte y enviar |
| 8 | Verificar llegada de mercadería |

Además, dentro del VSM se agregó el tiempo promedio que toma cada paso basándonos en 5 muestras (Ver **anexo 2**) tomadas para cada paso, la cantidad de operadores que intervienen y observaciones que puedan existir. Los resultados de cada paso fueron:

Tabla 2 Tiempos de cada paso

| N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tiempo | 0:14:55 | 0:28:12 | 0:10:19 | 0:13:00 | 0:22:27 | 0:07:56 | 1:07:56 | 0:04:31 |

Finalmente, del análisis de tiempos del proceso se obtuvo un tiempo total de 2:49:17. Este tiempo será el principal indicador de mejora debido a que es uno de los factores más importantes a considerar. El paso 7 es el más extenso y el paso número 2 es el más complejo de corregir debido a que depende del gerente.

1.3.2 Snapchat pictures

Esta técnica se realizó mediante la toma de fotografías mientras se realizaban las actividades normales de bodega. Cada captura fue tomada en una hora y día aleatorios para evitar datos repetitivos y sesgo. Las fotografías fueron analizadas por partes para determinar los problemas que existen dentro del lugar de trabajo y del proceso.

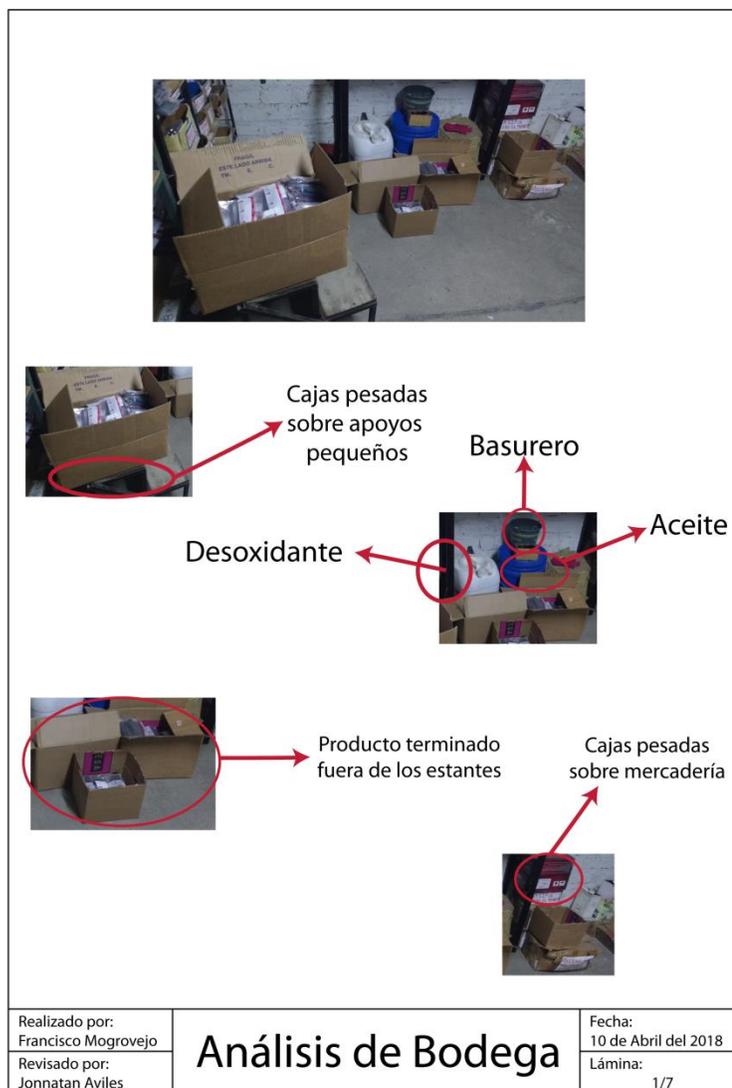


Figura 2 Análisis de bodega 1/7

En la Figura 1, se puede observar que existen cajas grandes que contienen materia prima, apoyadas sobre espacios pequeños que generan un riesgo de caída. También se puede observar varios líquidos que pueden mezclarse y afectar su contenido, de igual forma se observa un basurero mal acomodado que en caso de caerse, va a generar un desperdicio de tiempo por recoger la basura, además de un factor de riesgo de seguridad. Existen cajas con producto por entregar fuera de los estantes y también cajas pesadas que contienen insumos sobre producto terminado.

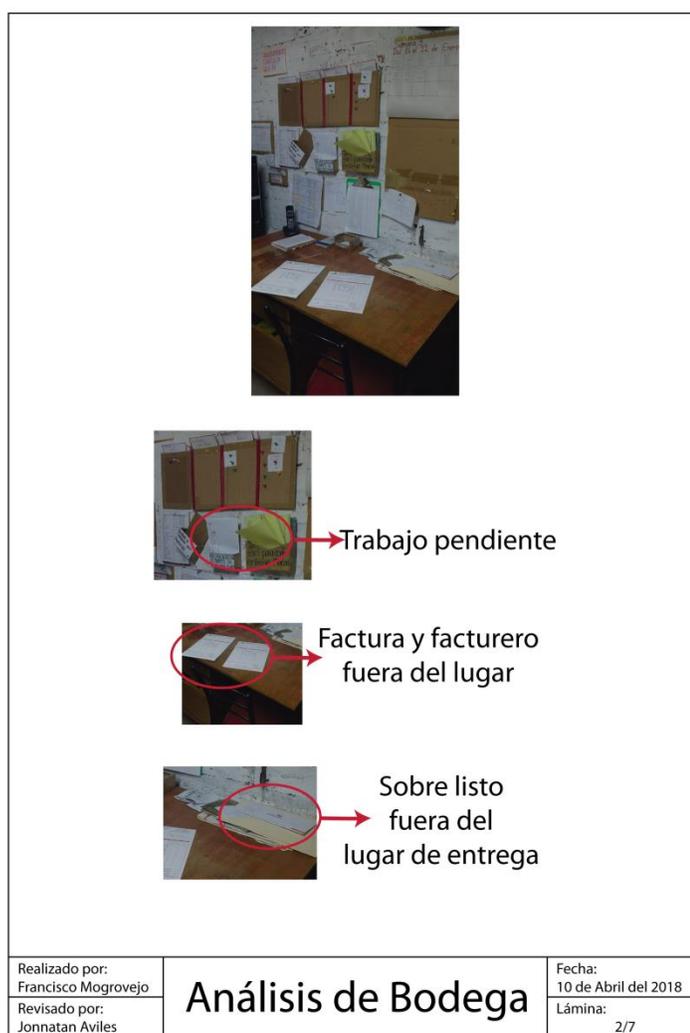


Figura 3 Análisis de bodega 2/7

En la Figura 2 se observa que existe trabajo acumulado por mala organización del trabajo.

Se encuentra el facturero y una factura fuera de su lugar y corren riesgo de deteriorarse. Además se observa un sobre listo para enviar que se encuentra fuera de la mesa de despachos.



Figura 4 Análisis de bodega 3/7

La Figura 3 se muestra que el producto terminado que ha ingresado a bodega no ha seguido su proceso normal, el cual sería: “colocar en los estantes respectivos”, lo que causa un desorden en la mesa de ingreso de planta. También se puede observar que se repite un problema de la Figura 1 donde dos líquidos diferentes se encuentran cerca pudiendo ocasionar contaminación entre ellos o incluso accidentes.

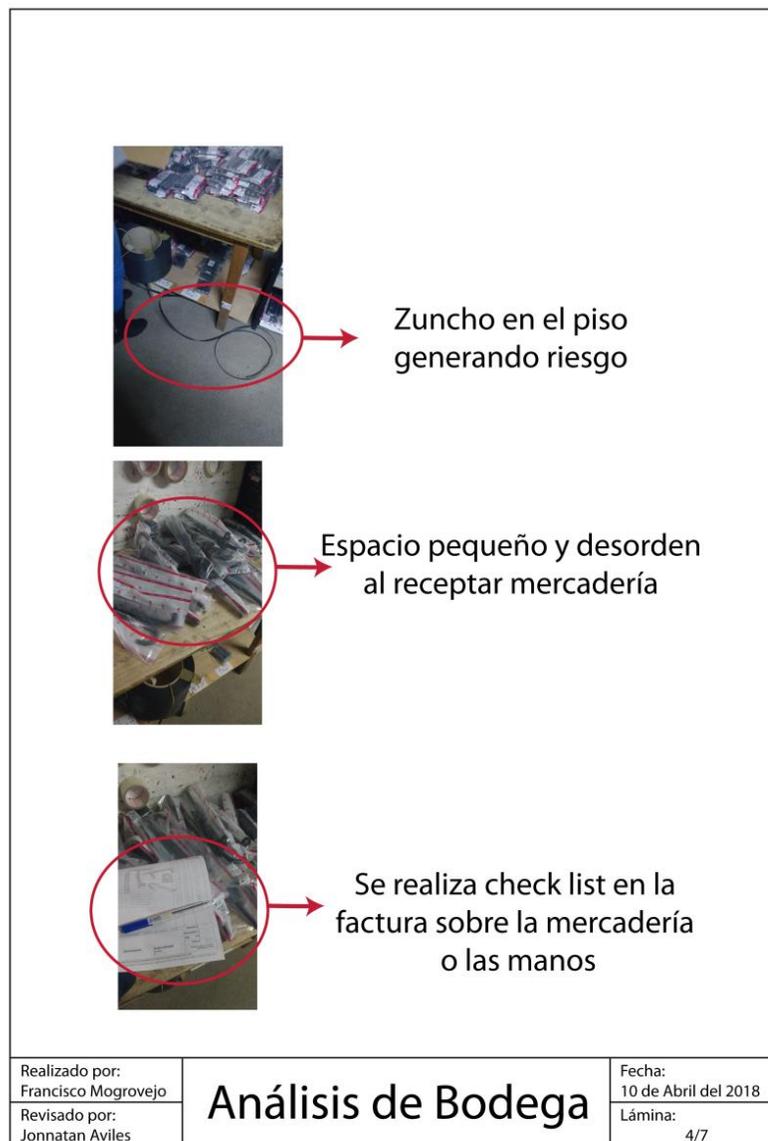


Figura 5 Análisis de bodega 4/7

En la Figura 4 se puede observar que el zuncho¹ al no tener un elemento que ayude a su manipulación el carrito se encuentra colocado sobre el producto terminado y puede ocasionar deterioro del mismo. Ocasionando que el zuncho se quede en el piso y genere un accidente. También se puede observar que el espacio para receptor la mercadería es muy reducido y se genera desorden. Existe la probabilidad que los productos caigan detrás de la mesa o se mezclen con otros productos.



Figura 6 Análisis de bodega 5/7

¹ Zuncho: Abrazadera o brida plástica para apretar y reforzar una caja.

En la Figura 6 se puede observar las pérdidas que existen en los estantes de materia prima, por ejemplo, los tableros de *buffers*² dificultan el *picking*³. Se puede observar que los productos terminados están en desorden, mal acomodados y los espacios no son suficientes. Un problema que existe a simple vista es ocasionado por una falta de organización de los productos según su movimiento. Los productos que tienen una baja rotación y son livianos se encuentran colocados en espacios donde deberían estar los productos de mayor movimiento o los que su peso sea un limitante para una cómoda manipulación.

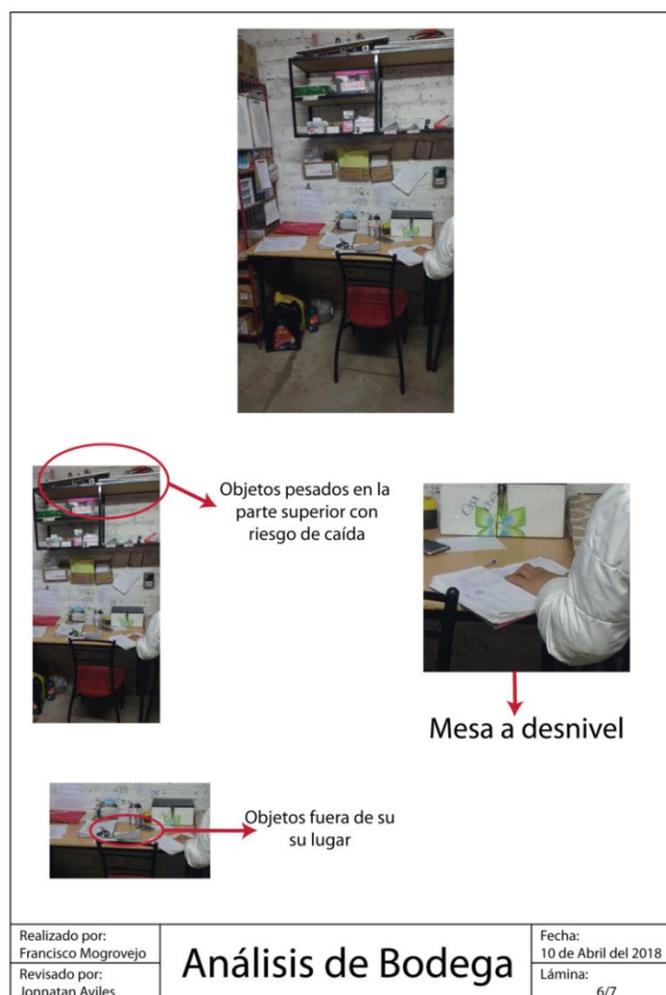


Figura 7 Análisis de bodega 6/7

² Buffers: Tableros de control de cantidades en existencia de producto terminado e insumos.

³ Picking: Término en inglés para referirse a la preparación de pedidos recogiendo uno o varios productos.

La Figura 7 muestra los estantes que están encima del escritorio de la persona encargada de bodega. Hay objetos pesados que están en la parte superior del estante y la caída de estos puede generar situaciones de inseguridad. También se puede observar que existen mesas a desnivel lo cual genera un problema de ergonomía y puede generar enfermedades laborales. Se observa también que existe un desorden grande en la mesa, los artículos que fueron utilizados no están en su lugar nuevamente.

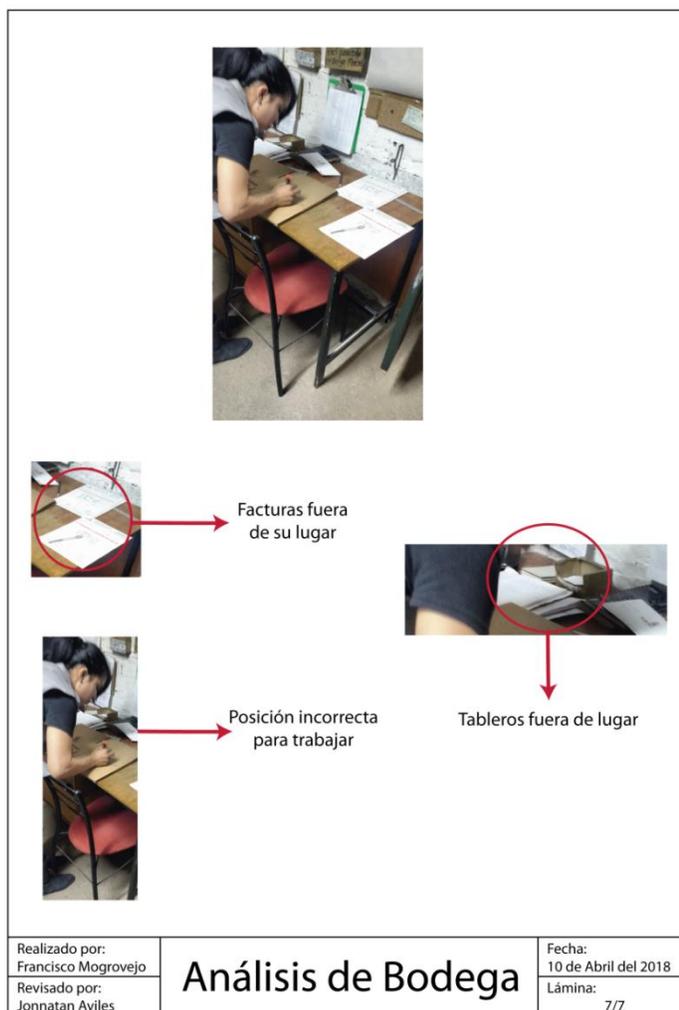


Figura 8 Análisis de bodega 7/7

Por último, en la Figura 8 se puede observar que la persona para rotular cartones utiliza de una mala manera los espacios y se genera un problema ergonómico. También existen facturas fuera de su posición y pueden confundirse durante el envío. Existen tableros fuera de lugar que generan desorden. Estos tableros se utilizan en la actividad de análisis de existencias y del análisis de la política 30%⁴.

1.3.2 Análisis de valor agregado

| Procedimiento para despacho fuera de la ciudad | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------------|-------|-----|-----|-------|--------|-----|---------------|-------|
| ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO | | | | | | | | | | | | |
| No | SITUACION ACTUAL | VA | | NVA 7 Mudás | | | | | | | Tiempo min | |
| | | VAC | VAO | SP | E | M | I | T | Sprocs | B C | | Inv |
| 1 | Receptar pedido | 4,00 | | | | | | | | | | 4,00 |
| | Anotar el pedido en el cuaderno | | 2,50 | | | | | | | | | 2,50 |
| 2 | Analizar Cuenta | | 2,21 | | | | | | | | | 2,21 |
| 3 | Ver existencias y política 30% | | 5,00 | | | | | | | | | 5,00 |
| 4 | Anotar resultados en el cuaderno | | 1,20 | | | | | | | | | 1,20 |
| 5 | Pedir aprobación a Gerente | | 1,00 | | 27,20 | | | | | | | 28,20 |
| 6 | Facturar | 8,15 | | | | | | | | | | 8,15 |
| 7 | Imprimir Factura | 2,16 | | | | | | | | | | 2,16 |
| 8 | Entregar a persona autorizada a recibir | | | | | | | 13,00 | | | | 13,00 |
| | Empacar | 15,22 | | | | | | | | | | 15,22 |
| | Rotular | 7,23 | | | | | | | | | | 7,23 |
| | Realizar guía de remisión | 5,30 | | | | | | | | | | 5,30 |
| | Realizar sobre | 2,60 | | | | | | | | | | 2,60 |
| | Contactar transporte | | 2,30 | | | | | | | | | 2,30 |
| | Esperar a que llegue el transporte | | 60,00 | | | | | | | | | 60,00 |
| | Enviar | | 5,60 | | | | | | | | | 5,60 |
| | Llamar a verificar la mercadería | 3,51 | | | | | | | | | | 3,51 |
| | Anotar en la factura si llegó la mercadería | | 1,00 | | | | | | | | | 1,00 |
| Total Actividades de VA | | 48,2 | 80,8 | | | | | | | | | |
| Total Actividades de NVA | | | | 0,0 | 27,2 | 0,0 | 0,0 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | | |
| Tiempo de Ciclo del Proceso TCP | | | | | | | | | | | 169,2 | |
| Tiempo de Valor Agregado TVA | | | | | | | | | | | 129,0 | |
| Tiempo de No Valor Agregado TNVA | | | | | | | | | | | 40,2 | |
| Eficiencia de Valor Agregado TVA/TNVA | | | | | | | | | | | 3,2 | |
| Eficiencia total del ciclo del proceso TVA/TCP | | | | | | | | | | | 76,2% | |
| Eficiencia real del ciclo del proceso TVAC/TCP | | | | | | | | | | | 28,5% | |

Figura 9 Análisis de valor agregado

⁴ Política 30%: Política de PLASMET, para indicar el máximo porcentaje del buffer que se puede despachar.

El análisis de valor agregado es una herramienta que ayuda a determinar con cifras cuanto se desperdicia en valor agregado. Se colocan las actividades en lista, se asigna los tiempos en fracciones y son colocados en casillas de agrega o no agrega valor según el criterio del analista. Las casillas de “No valor agregado” (NVA) se dividen en 7, que son las 7 “mudas” o desperdicios que propone *LEAN*.

En el análisis del proceso en cuestión se colocó el tiempo correspondiente a cada tipo de desperdicio. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 3 Tiempos que no agregan valor

| N° | Tipo de desperdicio | Tiempo que no agrega valor (minutos) |
|----|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Sobreproducción | |
| 2 | Esperas | 27,2 |
| 3 | Movimientos innecesarios | |
| 4 | Transporte | |
| 5 | Sobre procesamiento | 13 |
| 6 | Baja calidad | |
| 7 | Inventario | |

La cantidad de tiempo que no agrega valor, sumando los tiempos de cada desperdicio nos da un total de 42,4 minutos. Las casillas de “Valor agregado” (VA) se dividen en dos, valor agregado para la organización y valor agregado para el cliente. Donde el valor agregado para el cliente tiene un tiempo de 48,2 minutos y el valor agregado para la organización es de 80,8 minutos.

1.3.3 Entrevistas

Las entrevistas a los implicados del proceso fueron realizadas de forma aleatoria. Las personas entrevistadas fueron: la responsable de la bodega, el receptor de mercadería, el gerente y el transportista. La entrevista no fue sesgada a un formato para evitar premeditar las respuestas, quedó a libertad de los entrevistados los comentarios expuestos sobre el proceso en estudio. Se puede observar en el **anexo 3** que lo más relevante son las pérdidas que se pueden generar en los procesos. Algunos pasos son innecesarios y se podrían eliminar. Los entrevistados también mencionan que la infraestructura se debe mejorar para solucionar problemas.

1.4 Diagnóstico

En el desarrollo del pre diagnóstico se aplicaron 4 herramientas donde cada herramienta entregó resultados que permiten elaborar un diagnóstico para el proceso en cuestión.

1.4.1 *Value Stream Mapping de Servicios* (VSM)

Después de realizar el VSM se pudo diagnosticar que existen problemas con la aprobación del gerente, se tiene demasiado desperdicio de tiempo que se debería mejorar. También existen una actividad llamada “Entregar a persona autorizada” que necesita más de 1 operador y existe desperdicio de tiempo mientras se espera. El VSM además de todos los datos antes mencionados, nos muestra cual es el cuello de botella del proceso, en este caso tenemos que “Pedir aprobación a gerente” es la operación interna con la que se tiene mayor inconveniente. La actividad que mayor tiempo toma realizar es “Contactar a transporte y enviar”, la cual, mediante convenios con el proveedor del transporte se puede gestionar para que se reduzca el tiempo.

Aparentemente se debe trabajar más sobre la actividad de “Pedir aprobación a gerente” pero hay que tomar en cuenta que la persona responsable del proceso en este tiempo de espera realiza otros procesos de bodega o simultáneamente prepara más pedidos para analizar.

1.4.2 Snapchat pictures

Según el análisis en las fotografías se diagnostica que existen diferentes niveles de desorden. Calificamos cada sector de la bodega con niveles de desorden dentro de 1 y 10, siendo 1 un nivel bajo y 10 un nivel alto de desorden. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4 Niveles de desorden

| Sector | Nivel de desorden | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Mesa de empaquetado | | | | | | | | | | |
| Escritorio | | | | | | | | | | |
| Estantes de materia prima | | | | | | | | | | |
| Mesa de recepción de producto terminado de planta | | | | | | | | | | |
| Mesa de finalización de empaquetado | | | | | | | | | | |
| Estante superior a los escritorios | | | | | | | | | | |
| Piso (toda la bodega) | | | | | | | | | | |

Si se promedian estos valores se obtiene que, entre 1 y 10 en la bodega en general el promedio de desorden es de 6,5 y se deben tomar acciones para corregir este desorden debido a la posible generación de riesgos dentro del espacio de trabajo.

También se analiza el *layout* actual (revisar **anexo 4**) donde se encuentra varias falencias en su orden. Se generan desperdicios de tiempo por movimiento y esto a su vez genera desordenes que se pueden observar en el análisis de las fotografías.

1.4.3 Análisis de valor agregado

El análisis de valor agregado es el estudio de las actividades para definir que agregan valor para el cliente.

En el análisis de valor agregado del proceso de la bodega de PLASMET, los problemas están dados por los tiempos que no agregan valor, el tiempo que no agrega valor al cliente final es de 13 segundos y que equivale al 7,7% del total del proceso. Esto se da debido a que se necesitan de dos personas para preparar los productos y empaquetarlos.

Otro desperdicio que existe es el de espera, donde el único valor es el de esperas de 27,2 minutos que se da cuando se espera al gerente que autorice las facturas. Este es el más preocupante debido a que representa el 16,1% del tiempo total del proceso. Se debe tener más énfasis en este desperdicio para mejorarlo.

1.4.4 Entrevistas

De las 4 entrevistas que fueron realizadas se extrajeron las principales ideas que nos van a encaminar a los problemas que existen:

- Mala infraestructura.
- Esperas para que otro operario realice su tarea son muy grandes.
- Mala ubicación de los elementos de la bodega.
- No se mantiene un buen orden en la bodega.

Al final del presente capítulo los problemas identificados que generan inconvenientes son:

- El desorden físico
- Desorden de trabajo
- Infraestructura obsoleta
- *Picking* ineficiente

Capítulo 2 Evaluación

2. Evaluación

Este capítulo detalla los efectos de los problemas encontrados en el capítulo anterior, para luego describirlos con la intención de encontrar su causa raíz y a partir de esto proponer una solución utilizando herramientas *Lean*.

2.1 Identificación y descripción de problemas

Dentro de la bodega existen diversos problemas, pero para obtener mejores resultados se trabajará sobre las raíces de estos. En el pre diagnóstico realizado en el capítulo anterior se obtuvo las siguientes raíces de problemas:

- Desorden físico.- Es uno de los desperdicios más comunes en las fábricas, casi siempre es el primero en la lista a eliminar debido a que “una limpia y ordenada fábrica, tiene una mayor productividad, menos productos defectuosos y hará más entregas a tiempo” tal como lo expuesto en el libro (Hirano, 2009).

En PLASMET el desorden físico genera desperdicios debido a que se pierde tiempo buscando elementos o documentos que se traspapelean. También genera riesgo de accidentes como lo se analizó en el capítulo 1 y todo esto a su vez puede generar pérdidas de dinero a la empresa. Este problema se genera por falta de un sistema que ayude a mantener el orden del área de trabajo.

- Desorden de trabajo.- Llevar un trabajo ordenado, estandarizado y debidamente comunicado entre los implicados del proceso son las claves para que el trabajo se desarrolle correctamente (Hernandez & Vizán, 2014).

En el área de estudio, la bodega de PLASMET, no se manejan bien las prioridades y se deja acumular el trabajo en algunas secciones de la bodega o se olvida finalizar procesos iniciados. Este problema genera en un altas cifras pérdidas de tiempo e incluso puede afectar a las relaciones con los clientes. Es una raíz de problema que se debe resolver de una manera muy efectiva.

- Infraestructura obsoleta.- El espacio de trabajo es importante para el desarrollo correcto de las actividades debido a que con un correcto diseño se puede tener un mejor flujo, disminuir los errores, menor inventario dentro del proceso, mejor uso de los espacios (Hernandez & Vizán, 2014).

La infraestructura obsoleta, es un problema que principalmente se da porque las instalaciones físicas no están funcionando como deberían, el *layout* genera desperdicios y desorden. Ciertos elementos como estantes y mesas podrían mejorar su diseño para que el trabajo se desarrolle de una mejor manera. Complementando este problema, la estantería no están ordenadas lógicamente, es decir, los productos de mayor movimiento se encuentran en pisos bajos o altos y esto genera desperdicios al momento del *picking*.

- *Picking* ineficiente.- El *picking* es clave en cualquier organización, es la etapa final donde no se pueden generar errores o todo el esfuerzo generado de planificación, producción, empaquetado, etc., puede caer y el cliente no estará satisfecho. Por su nivel de complejidad, para realizar un buen *picking* se utiliza herramientas especializadas, se estandariza procesos y se llevan rigurosos controles (Hompel & Thorsten, 2007).

El *picking* que se realiza al momento de despachar no es eficiente. Utiliza demasiados recursos y su sistema actual genera errores que a su vez crean una gran cantidad de desperdicios de tiempo y dinero.

Para explicarlo de una manera más gráfica, se presenta la herramienta AMEF (análisis de modo y efecto de fallas). Esta herramienta es un método sistemático para prevenir errores que puedan ocurrir en un proceso o producto (Mikulak, McDermott, & Beauregard, 2009).

El AMEF que se presenta a continuación, es un extracto de la herramienta completa debido a que sólo se analiza las fallas y sus consecuencias. La herramienta completa abarca un análisis para eliminar los riesgos mediante un “número prioritario de riesgo” que se considera muy extensa para este proyecto (Mikulak, McDermott, & Beauregard, 2009).

Tabla 5. Análisis de modo y efecto de fallas

| AMEF | | |
|--------------------------|---|--|
| Componente | Modo de falla potencial | Efecto de falla potencial |
| Desorden físico | Piso sucio | Accidentes |
| | Estantes desordenados | Mezcla de productos en los estantes |
| | Insumos fuera de lugar | Accidentes |
| | Herramientas fuera de lugar | Accidentes |
| Desorden de trabajo | Malas prioridades en los pedidos | Pedidos urgentes sin entregar |
| | Hacer dos pedidos al mismo tiempo | Mezcla de productos en los paquetes |
| | Malas prioridades en las tareas del proceso | Demasiado tiempo para hacer un pedido |
| | No seguir el procedimiento | Errores graves en la ejecución del proceso |
| Infraestructura obsoleta | Estantes pequeños | Mezcla de productos de diferente modelo |
| | Iluminación defectuosa | Enfermedad laboral |
| | Espacio reducido | Incomodidad al trabajar |
| | Layout defectuoso | Pérdida de tiempo |
| | Mal orden en los estantes | Pérdida de tiempo |
| Picking ineficiente | Uso de varios recursos humanos | Pérdida de tiempo y dinero |
| | Uso de las manos para transportar los productos | Enfermedad laboral |
| | Mal uso de los documentos para realizar el pickin | Pérdida de tiempo y dinero |

El AMEF muestra que, a partir de la raíz del problema, mediante razones específicas se tiene efectos negativos en el proceso. Se puede observar en la Tabla 5 el “Componente” que son las raíces de los problemas y que a su vez estos generan los “Modo de falla potencial” que son las razones por las cuales se va a tener pérdidas, accidentes y enfermedades laborales. Todos estos efectos llevan el nombre de “Efecto de falla potencial”.

2.2 Asignación de herramientas *Lean* según la identificación de problemas.

Los problemas generan desperdicios y el principal objetivo de la filosofía *Lean* es un trabajo limpio reduciendo todo lo que genere pérdidas. Según las raíces de problemas detectadas en el paso previo y siguiendo la línea de la filosofía se proponen las siguientes soluciones:

Para el desorden físico, tomando como base la herramienta “5’S” se propone una primera implementación de 3’S, *Seiri* (clasificación), *Seiton* (orden) y *Seisō* (limpieza). Con esto se obtiene una bodega más ordenada y limpia para evitar desperdicios de tiempo, errores y reducir riesgos de accidentes. Las 2’S faltantes, que son: estandarización y disciplina, no pueden ser implementadas debido a la brevedad del trabajo y para su prueba piloto se necesita un tiempo más prolongado.

Para el desorden de trabajo, se propone utilizar una herramienta física para actuar sobre su principal proceso. Esta herramienta consiste en un tablero donde mediante control visual, que en *Lean* se conoce como “Tableros de control *Andon*”, controlar el estado de un pedido. El tablero constará de espacios para cada paso del proceso donde se colocará una ficha con el nombre del pedido y se deberá ir moviendo la ficha según se finalice las tareas del proceso. Las fichas tendrán distintos colores según las prioridades para así evitar confusiones al momento de priorizar los despachos. Al utilizar esta herramienta se eliminará desperdicios de tiempo y se tendrá un mejor flujo de trabajo.

La infraestructura está obsoleta, se utiliza demasiada iluminación artificial para trabajar, el espacio es pequeño y los estantes limitados. Además, los elementos de la bodega no tienen un orden lógico el cual genera pérdidas considerables. Para solucionar esto se propone cambiar el *layout* con un puesto de trabajo en “U” que es una técnica comúnmente usada para mejorar el proceso y reducir recursos de trabajo (Monden, 2012). También se propone ampliar la cantidad de estantes manteniendo el mismo diseño.

Los estantes tendrán un orden lógico, los productos de mayor movimiento estarán en lugares de fácil acceso, productos pesados en la parte inferior y productos livianos en la parte superior.

También se propone mejorar el diseño de la mesa de empaquetado donde se idearán herramientas con el sistema *Poka-yoke* (a prueba de errores). Estas herramientas servirán para agilizar el proceso de empaquetado ya que genera desperdicios altos de tiempo porque no se tiene un procedimiento establecido para empaquetar.

Para solucionar el *picking* ineficiente es necesario implementar herramientas que ayuden a eliminar el transporte en las manos desde los estantes a la mesa de empaquetado. Para esto se propone crear un carro que pueda girar 360°, que tenga dimensiones conforme a las necesidades ergonómicas y que sea capaz de cargar pedidos completos. El carro contará con herramientas para sostener documentos, esto facilitará el control y reducirá los errores del *picking*. Se utilizará un doble documento para asegurar el control y de esta manera se reducirá un recurso humano en el proceso lo cual eliminará el desperdicio de tiempo que genera esta tarea.

Para tener un control visual del movimiento en la bodega al momento y como trabajará en un futuro se propone realizar una simulación ayudándonos de la herramienta ProModel®. Se realizarán dos simulaciones en video con todos los operadores y los elementos de bodega.

Dentro del esquema de los pasos para la implementación del “*Toyota Production System*” TPS se verificará en qué posición se encuentra el proyecto al momento de finalizar las herramientas antes propuestas. Con esta información se analizará de una forma más clara las propuestas futuras.

Pasos para la implementación del TPS (Toyota Production System)

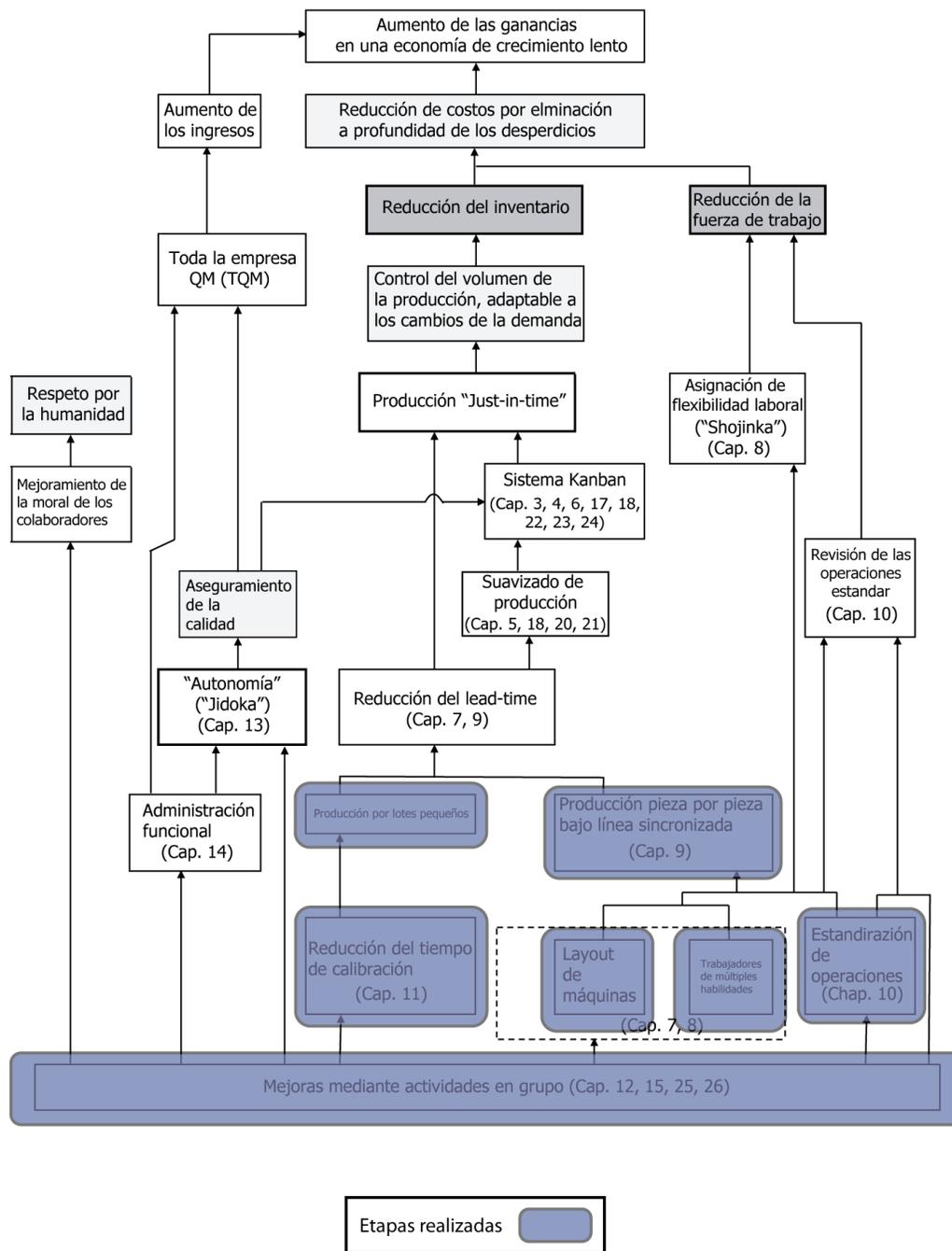


Figura 10 Pasos para la implementación del TPS. Fuente(Monden, 2012)

2.3 Propuestas de mejora continua

En una implementación de mejora, proponer acciones futuras es de vital importancia debido a que los esfuerzos realizados en una primera etapa pueden ser en vano si no se tiene un plan para sostenerlos y mejorarlos en el tiempo.

Dentro de la bodega de PLASMET para un futuro se propone implementar las 2S faltantes del sistema “5’S” debido a que estas dos últimas son esenciales para sostener el sistema en el tiempo. Para implementar las dos “S” faltantes, *Seiketsu* (estandarización) y *Shitsuke* (Disciplina), se deberá ejecutar en función a planes de entrenamiento, control y verificación, mediante el ciclo de mejora continua PHVA (Hernandez & Vizán, 2014).

Para mantener en el tiempo se propone realizar un “Evento *Kaizen*”, que es una herramienta donde intervienen todos los implicados en el proceso de mejora para mediante *feedbacks* y sugerencias, seguir mejorando el trabajo realizado.

Para finalizar las propuestas futuras que se pueden realizar en la bodega de PLASMET, siguiendo el esquema de los pasos para la implementación del TPS (Figura 10) que propone Yasuhiro Monden en su libro, “*Toyota Production System*”, se puede proponer:

- Aplicar la administración funcional, para empezar a tocar temas como costos y calidad. Esta administración puede ser aplicada de manera general a toda la empresa.
- Reducir el “*Lead time*”. Cuando se tiene un proceso optimizado se puede empezar a ajustar detalles para reducir los tiempos de proceso y de esta manera aumentar la eficiencia.
- Revisar las operaciones estándar, para reducirlas al máximo y de esta manera alcanzar un trabajo equilibrado con trabajo mínimo (Monden, 2012).

Al final del capítulo 2 se definió implementar las herramientas: 3's, tablero de control *Andon*, re diseñar el *layout* con un diseño en U, diseñar un carro para *picking* con herramientas *poka yoke*.

Capítulo 3 Prueba piloto, resultados y discusión

3. Prueba piloto

En este capítulo se describirá como se usaron las herramientas que se detallaron en las secciones anteriores. Todas las herramientas contarán con sus respectivas evidencias técnico operativo y administrativo, que incluye fotos, videos, gráficas y tablas.

3.1 Desarrollo de la prueba piloto

En el capítulo 2 se definió todas las herramientas para aplicar en la bodega con el fin de resolver los problemas que se suscitaban; las herramientas fueron aplicadas con la ayuda del personal de PLASMET. Se detalla a continuación, según la raíz del problema las herramientas que se aplicaron.

3.1.1 Desorden físico:

- Orden y limpieza de la bodega (3'S)

Uno de los principales problemas de la bodega fue el evidente desorden generando posibles accidentes y deterioro de los productos e insumos. De igual manera generaba probabilidad de fallas en el proceso de gestión.

Todos los inconvenientes también eran dados por la incomodidad que genera el espacio físico, por lo que la bodega fue reemplazada por una de mayores dimensiones y mejores características.

Basándonos en la herramienta “5'S” se aplicó en una primera instancia la primera “S” que es *Seiri* (clasificación), para esto, el momento de pasar de una bodega a otra, se clasificaron los elementos de la bodega en elementos indispensables, necesarios y que podían ser omitidos en la nueva bodega. De esta manera se pudo disminuir los elementos a todo lo que se necesita para realizar un trabajo correcto, ordenado y limpio. Seguido de esto, se aplicó *Seiton* (orden), donde con ayuda de la encargada del puesto de trabajo se ordenó cada elemento y se colocó según su requerimiento para tener una personalización

del lugar de trabajo. Algunos elementos, como es el caso de elementos indispensables de trabajo, se colocaron en lugares estratégicos (**anexo 5**). Para finalizar, se aplicó la tercera “S”, *Seisō* (limpieza) donde se entregó a manera de reglamento que la bodega se debe mantener en impecables condiciones con respecto a su limpieza, si algo se ensucia deberá ser limpiado enseguida y los días viernes de cada semana se realizará una limpieza más exhaustiva.

Con el fin de mantener esta herramienta se implementará una auditoría de “Orden y limpieza”, donde se evaluará que todo esté ordenado y limpio conforme a lo planificado. El formato que se puede observar en el **anexo 6**, es utilizado en la planta de producción de PLASMET y este documento está probado y corregido. Debido a esto, no generó inconvenientes al ser aplicada.

3.1.2 Desorden de trabajo:

- Tablero de control *Andon*

Para solucionar el desorden de trabajo, se aplicó una herramienta física para controlar el estado de un pedido. Es importante tener bajo supervisión debido a que es el “producto” del proceso, por tal motivo se propone la implementación de un tablero de control, siguiendo los principios del control visual *Andon*.

El tablero está dividido en espacios donde cada espacio es un paso del proceso. Las fichas para colocar en las divisiones representan cada tipo de pedido según su prioridad y estas están clasificadas por colores.

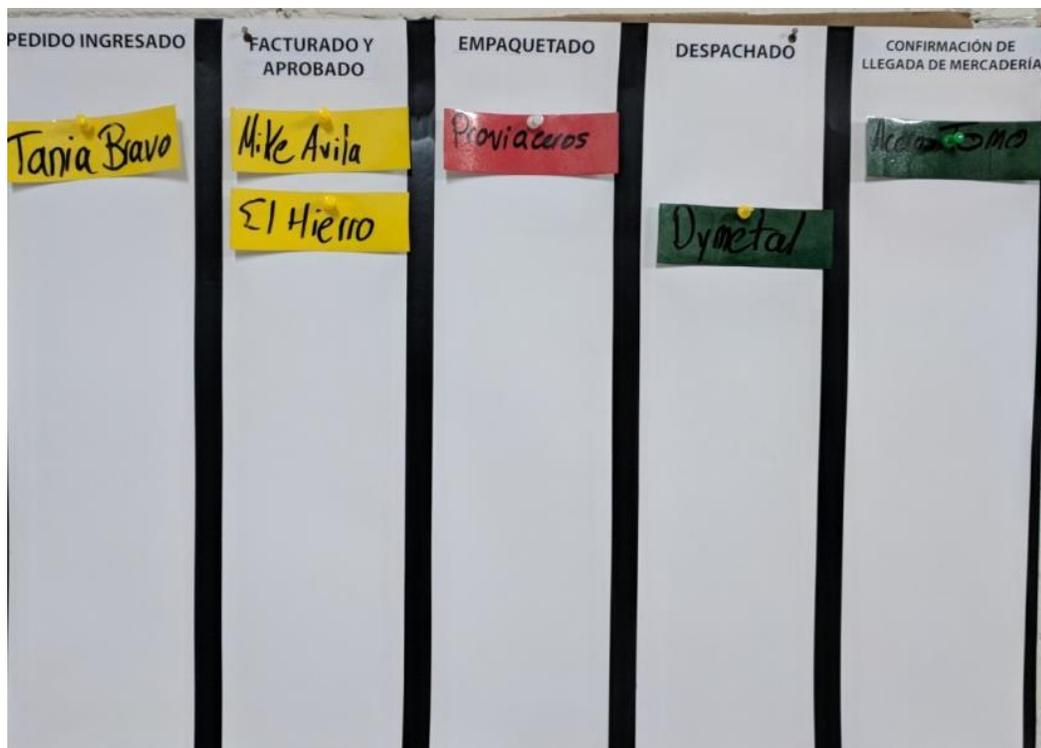


Figura 11 Tablero *Andon*

Como introducción al uso del tablero de control, se dio una capacitación al operador y los implicados, para que no quede ninguna duda al momento de su uso. También al operador del proceso se le entregará un manual con los pasos básicos para trabajar sin inconvenientes. Podemos observar la evidencia en el **anexo 7**.

3.1.3 Infraestructura obsoleta:

- *Layout.-*

El cambio del *layout* se lo realiza para solucionar los problemas de desorden físico e infraestructura obsoleta, además de ser un cambio propuesto por la empresa que cuenta con las facilidades económicas para realizarlo.

Se realizó un análisis de ocupación de espacio que se lo puede observar en la siguiente figura y donde dio una pauta para diseñar una mejor distribución en el nuevo espacio físico.

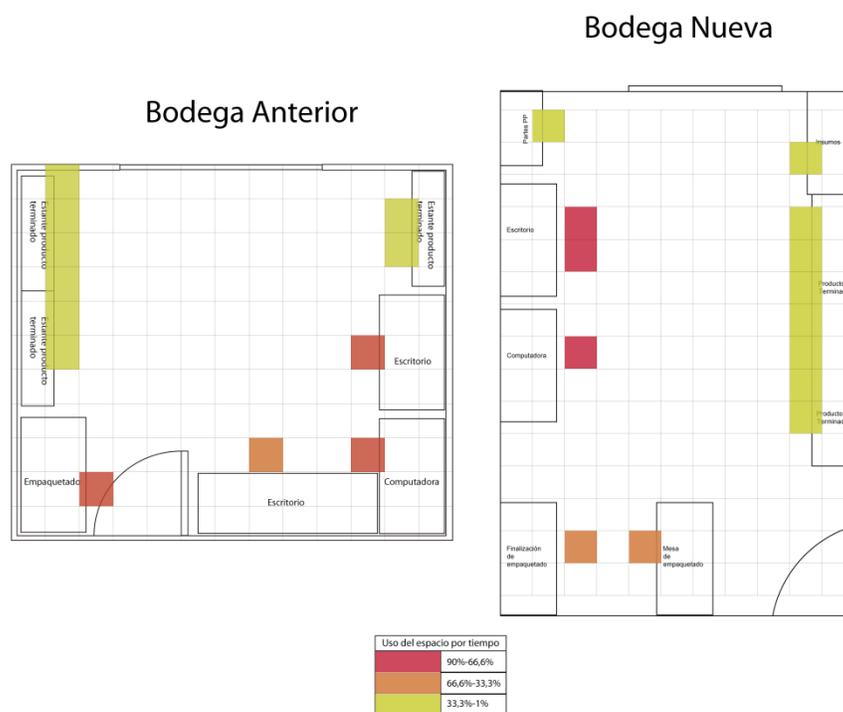


Figura 12 Comparativa del análisis de uso de espacio

El *layout* anterior de la bodega PLASMET tenía un diseño obsoleto debido a que generaba pérdidas de tiempo y movimientos. También causaba desorden y no ayudaba a que el trabajo fluyera de una manera correcta.

Dentro de los elementos con los que se trabajaba en un principio tenemos:

- Mesa de empaquetado
- Mesa de finalización de empaquetado
- Escritorio de la secretaria
- Mesa de computadora
- Estante de insumos
- Estante de piezas de “PP”
- Estante de producto terminado

La primera distribución desempeñaba el trabajo en un área de 30 m². Podemos observar el primer diseño en el **anexo 4**.

Para empezar, se construyó un espacio físico de mayores dimensiones incrementando el área a 54 m². La nueva distribución se realizó en “U” debido a que aprovecha mejor el espacio y el flujo de proceso se realiza de una manera más suave.

De igual manera se redujeron los elementos necesarios y se agrandó la estantería que generaba inconvenientes.

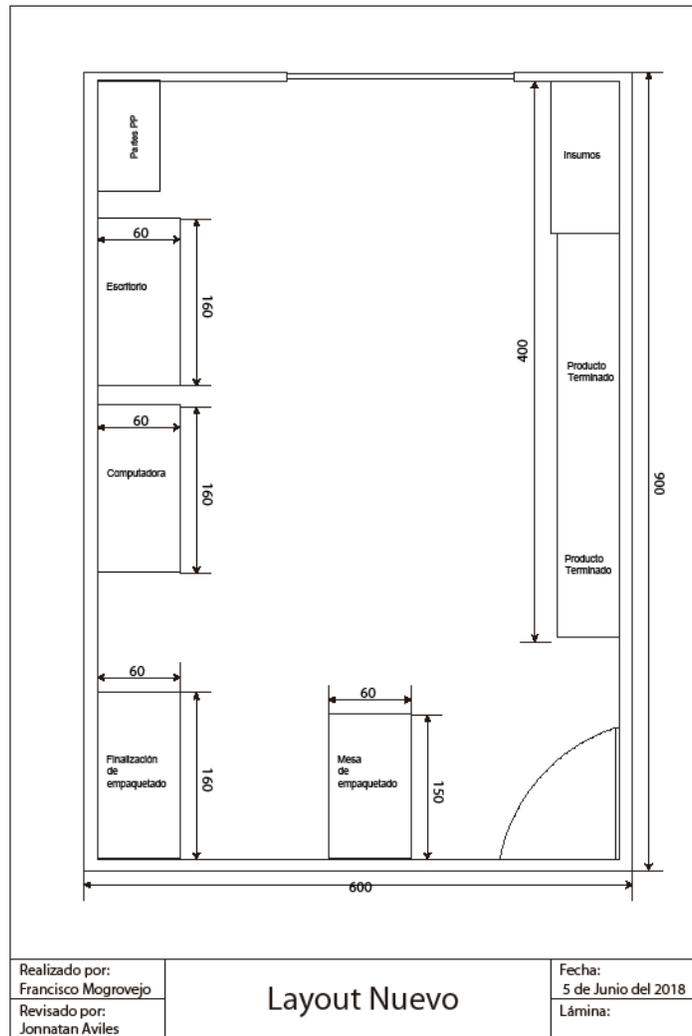


Figura 13 *Layout* nuevo

Los elementos con los que cuenta la nueva distribución son:

- Mesa de empaquetado (nuevo diseño)
- Mesa de finalización de empaquetado (mesa más cómoda)
- Escritorio de la secretaria
- Mesa de computadora
- Estante de insumos
- Estante de piezas de “PP”
- Estante de producto terminado (agrandado)

Podemos observar todos los cambios realizados en el **anexo 8**.

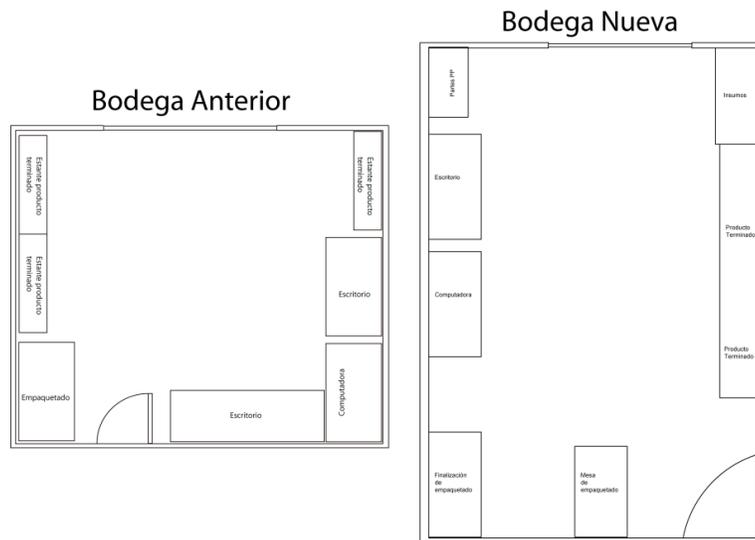


Figura 14 Comparativa de los *Layouts* de PLASMET

Tabla 6 Comparativa elementos antiguos con elementos nuevos

| <i>Layout Anterior</i> | <i>Layout Nuevo</i> |
|---|---|
| Mesa de empaquetado y finalización de empaquetado | Mesa de empaquetado (nuevo diseño) |
| | Mesa de finalización de empaquetado (mesa más cómoda) |
| Escritorio de la secretaria | Escritorio de la secretaria |
| Mesa de computadora | Mesa de computadora |
| Estante de insumos | Estante de insumos |
| Estante de piezas de “PP” | Estante de piezas de “PP” |
| Estante de producto terminado | Estante de producto terminado (agrandado) |

- Estantes ordenados por el peso de los productos y frecuencia de movimiento.

Ordenar los estantes es importante debido a que se pierde tiempo tomando productos de alto movimiento que se encuentra en lugares de difícil acceso, de igual manera se genera pérdidas de tiempo o riesgo de enfermedad laboral por levantar productos pesados.

Se realizó un análisis mediante el movimiento en ventas de los 3 últimos meses.

| MOPR8FQ_Total_Prod [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel (Error de activación) | | | | | |
|---|---|-----------------|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | PLASMET | | | | |
| 2 | <i>Isidro Rodríguez y Carlos Echezuela</i> | | | | |
| 3 | <i>Teléfono: 2594 - 174</i> | | | | |
| 4 | <i>Cuenca - Ecuador</i> | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | RELACION DE FACTURAS POR PRODUCTO, (ORDENADO POR ARTICULO) | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | Producto | Unidades | | | |
| 89 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 90 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 91 | Armella AP-35 | 18,00 | | | |
| 92 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 93 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 94 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 95 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 96 | Armella AP-35 | 12,00 | | | |
| 97 | Armella AP-35 | 30,00 | | | |
| 98 | Armella AP-35 | 18,00 | | | |
| 99 | Armella AP-35 | 18,00 | | | |
| 100 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 101 | Armella AP-35 | 36,00 | | | |
| 102 | Armella AP-35 | 12,00 | | | |
| 103 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 104 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 105 | Armella AP-35 | 2,00 | | | |
| 106 | Armella AP-35 | 18,00 | | | |
| 107 | Armella AP-35 | 24,00 | | | |
| 108 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 109 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 110 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 111 | Armella AP-35 | 12,00 | | | |
| 112 | Armella AP-35 | 1,00 | | | |
| 113 | Armella AP-35 | 3,00 | | | |
| 114 | Armella AP-35 | 12,00 | | | |
| 115 | Armella AP-35 | 1,00 | | | |
| 116 | Armella AP-35 | 1,00 | | | |
| 117 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 118 | Armella AP-35 | 12,00 | | | |
| 119 | Armella AP-35 | 6,00 | | | |
| 120 | Armella AP-35 | 1,00 | | | |
| 121 | Armella AP-35 | 1,00 | | | |

Figura 15 Unidades vendidas

A cada producto se le asignó un valor entre de peso bajo representado con el número 1, peso medio con el número 2 y peso alto con el número 3.

| análisis para ordenar estantes [Modo de compatibilidad] - Mic | | | |
|---|--------|-------------------------------|---|
| | A | B | C |
| 1 | | | |
| 2 | | VALOR REAL DEL SISTEMA | |
| 3 | | consumo 3 meses | |
| 4 | 1/2x2 | 410 | 2 |
| 5 | 1/2x3 | 80 | 2 |
| 6 | 10x52 | 1660 | 1 |
| 7 | 10x63 | 1682 | 1 |
| 8 | 10x92 | 200 | 1 |
| 9 | 12x110 | 300 | 2 |
| 10 | 12x125 | 474 | 2 |
| 11 | 12x190 | 348 | 2 |
| 12 | 12x220 | 69 | 2 |
| 13 | 12x60 | 2930 | 2 |
| 14 | 12x78 | 1960 | 2 |
| 15 | 15x92 | 1889 | 2 |
| 16 | 16x75 | 4504 | 2 |
| 17 | 16x80 | 486 | 2 |
| 18 | 18x102 | 852 | 2 |
| 19 | 18x144 | 375 | 3 |
| 20 | 18x220 | 85 | 3 |
| 21 | 1x2 | 25 | 3 |
| 22 | 1x3 | 105 | 3 |
| 23 | 20x100 | 630 | 2 |
| 24 | 20x120 | 585 | 2 |
| 25 | 20x140 | 439 | 3 |
| 26 | 20x88 | 2970 | 2 |
| 27 | 22x120 | 306 | 3 |
| 28 | 22x180 | 161 | 3 |
| 29 | 240x2 | 58 | 1 |
| 30 | 25x120 | 314 | 3 |
| 31 | 25x140 | 280 | 3 |
| 32 | 25x142 | 455 | 3 |
| 33 | 25x143 | 105 | 3 |
| 34 | 25x160 | 509 | 3 |
| 35 | 25x220 | 16 | 3 |

Figura 16 Factor peso

Multiplicando el factor de peso por la cantidad y ordenando de mayor a menor se obtiene la variable principal para ordenar los productos en los estantes.

| | A | B | C | D |
|----|--------------|-------------------------------|----------------|------|
| 1 | | | | |
| 2 | | VALOR REAL DEL SISTEMA | | |
| 3 | | consumo 3 meses | Factor de peso | |
| 4 | 16x75 | 4504 | 2 | 9008 |
| 5 | 20x88 | 2970 | 2 | 5940 |
| 6 | 12x60 | 2930 | 2 | 5860 |
| 7 | 12x78 | 1960 | 2 | 3920 |
| 8 | 15x92 | 1889 | 2 | 3778 |
| 9 | 18x102 | 852 | 2 | 1704 |
| 10 | 10x63 | 1682 | 1 | 1682 |
| 11 | 10x52 | 1660 | 1 | 1660 |
| 12 | 25x160 | 509 | 3 | 1527 |
| 13 | Ar8 | 1470 | 1 | 1470 |
| 14 | 25x142 | 455 | 3 | 1365 |
| 15 | 20x140 | 439 | 3 | 1317 |
| 16 | 20x100 | 630 | 2 | 1260 |
| 17 | 20x120 | 585 | 2 | 1170 |
| 18 | 18x144 | 375 | 3 | 1125 |
| 19 | 16x80 | 486 | 2 | 972 |
| 20 | 12x125 | 474 | 2 | 948 |
| 21 | 25x120 | 314 | 3 | 942 |
| 22 | 22x120 | 306 | 3 | 918 |
| 23 | 8x36 | 912 | 1 | 912 |
| 24 | H 12X200 | 432 | 2 | 864 |
| 25 | 25x140 | 280 | 3 | 840 |
| 26 | 1/2x2 | 410 | 2 | 820 |
| 27 | Ar41x6 | 720 | 1 | 720 |
| 28 | 12x190 | 348 | 2 | 696 |
| 29 | Ar39 | 661 | 1 | 661 |
| 30 | Ar35 | 652 | 1 | 652 |
| 31 | 12x110 | 300 | 2 | 600 |
| 32 | R 16X200 | 267 | 2 | 534 |
| 33 | 5/8x2 | 260 | 2 | 520 |
| 34 | 22x180 | 161 | 3 | 483 |
| 35 | Ar37 | 480 | 1 | 480 |
| 36 | H 16X240 | 216 | 2 | 432 |
| 37 | Ar44 | 427 | 1 | 427 |
| 38 | Ar40 | 369 | 1 | 369 |
| 39 | PICAN 12X340 | 171 | 2 | 342 |
| 40 | 3/8x2 | 160 | 2 | 320 |
| 41 | 1x3 | 105 | 3 | 315 |
| 42 | 25x143 | 105 | 3 | 315 |
| 43 | 3/4x3 | 140 | 2 | 280 |
| 44 | 18x220 | 85 | 3 | 255 |
| 45 | PICAN 16X400 | 113 | 2 | 226 |
| 46 | 10x92 | 200 | 1 | 200 |
| 47 | 5/8x3 | 100 | 2 | 200 |
| 48 | PI 12X340 | 88 | 2 | 176 |
| 49 | 1/2x3 | 80 | 2 | 160 |
| 50 | 12x220 | 69 | 2 | 138 |
| 51 | PI 16X400 | 58 | 2 | 116 |
| 52 | 1x2 | 25 | 3 | 75 |
| 53 | 240x2 | 58 | 1 | 58 |
| 54 | 25x230 | 18 | 3 | 54 |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |

Figura 17 Productos ordenados

El diseño del orden de los estantes queda de la siguiente manera:

| | | |
|--|-------------|----------------------|
| -Anillos Picaportes pequeños (H12x200 | -Remaches | - Ruedas R16x200) |
| Bisagras | | - 16-20 |
| | | - 25 |
| | | - 22 |
| | | - 10 |
| | | - 8 |
| -Manijas | -Picaportes | -Bisagras económicas |

Figura 18 Orden de los estantes

El momento de cambiar de bodega, con los nuevos estantes listos, se procedió a ordenar de la manera planificada como se puede observar en el **anexo 9**.

- **Mesa de empaquetado. -**

La mesa de empaquetado fue diseñada con el sistema “*Poka-Yoke*” con la intención de que el trabajo de empaquetado se pueda realizar de una manera rápida, cómoda y sin errores. Además la mesa cumple con todos los requerimientos ergonómicos (Atwood, Deeb, & Danz-Reece, 2004), tomando en cuenta el trabajo que se va a realizar y las medidas corporales del operador.

La clave del diseño es la parte central que cuenta con unos rodillos que permiten el deslizamiento del cartón en proceso de empaquetado y hace más fácil el trabajo.



Figura 19 Mesa de empaquetado



Figura 20 Funcionamiento mesa de empaquetado

3.1.4 *Picking* ineficiente:

- Carro para *picking*.-

La idea del carro para *picking* nace de la necesidad de mejorar y agilizar el proceso de despacho de los productos. El objetivo es que mediante la ayuda de este carro se reduzca la cantidad de personas que necesita el proceso para ser realizado.

Se puede observar en la figura 1 (VSM) que el paso 4 requiere de dos personas, entonces en el carro de *picking* se han instalado herramientas a prueba de errores para que una persona realice el trabajo y no tenga errores.

La forma de reducir los errores es que el control se realice con un doble documento, es decir, al momento de retirar de los estantes se compara con copia de la factura y al momento de empaquetar, se coloca el carro en una posición diferente a la que se realizó el *picking*, con el fin de cambiar el orden y buscar nuevamente en el carro los productos. Esta nueva revisión se la realiza con la factura original y después de esto se coloca en cajas y se procede a empaquetar.



Figura 21 Revisión de mercadería con una sola persona

Podemos observar el diseño del carro para *picking* en la siguiente Figura.

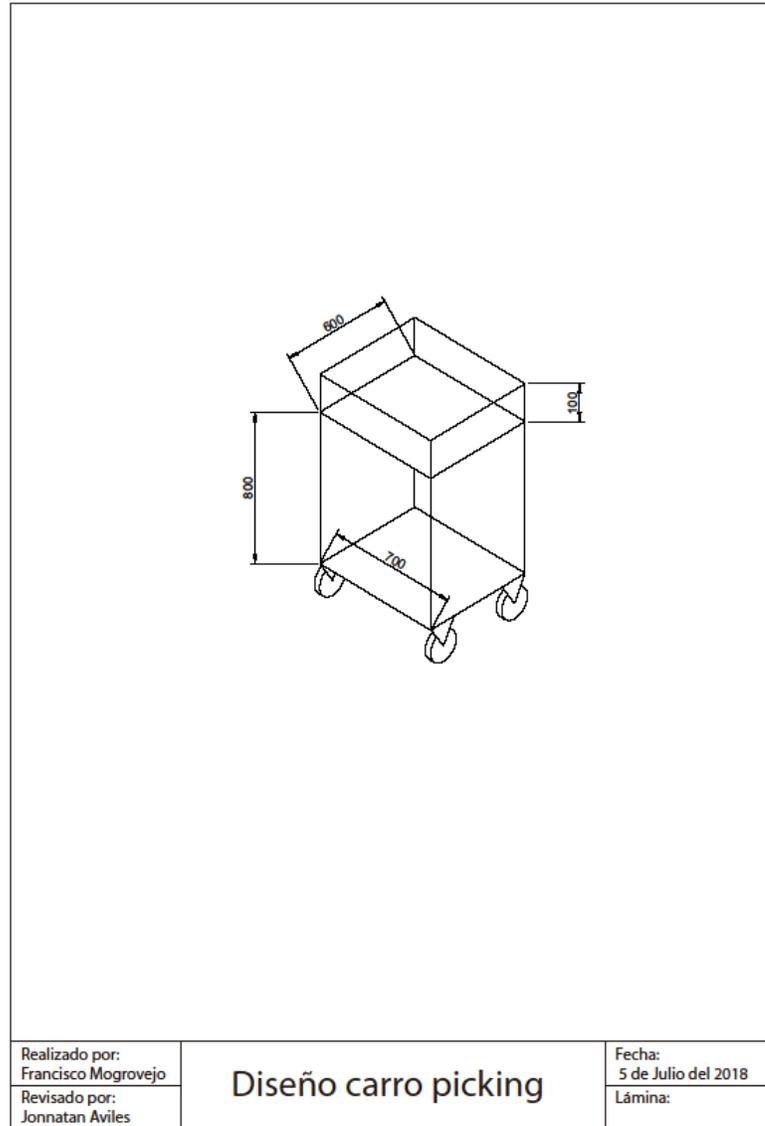


Figura 22 Diseño carro para *picking*

Su construcción fue realizada por un colaborador de la fábrica y se realizó un seguimiento de su construcción verificando que se cumpla con el diseño.



Figura 23 Carro para *picking*

3.1.5 Simulación ProModel®

Se realizó dos simulaciones, con los respectivos *layouts* y se puede observar que en el *layout* anterior se tiene inconvenientes en los movimientos debido a que camina demasiado y se cruza varias veces los mismos lugares. El *layout* nuevo permite un mejor movimiento y el trabajo se realiza de una manera más suave.

Como se puede observar en las simulaciones, los movimientos en la bodega nueva son más suaves, no se hace repeticiones por los mismos lugares debido a que se utiliza un carro para el picking y se hace en un movimiento el traspaso de toda la mercadería, además que todo está ubicado lógicamente para no dar vueltas innecesarias.

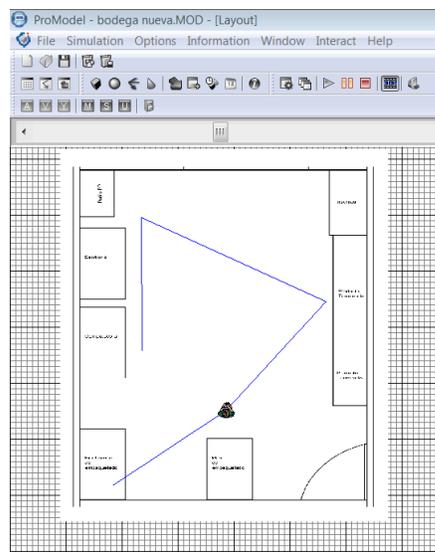


Figura 24 Simulación bodega nueva

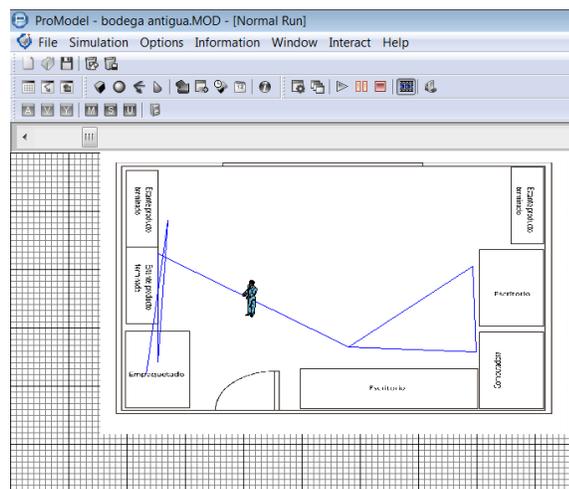


Figura 25 Simulación bodega anterior

3.2 Desarrollo de los planes de ejecución.

En las siguientes tablas se resume todo lo que se ha trabajado con las herramientas, como funcionan, ejecutores, responsables de control y frecuencias.

Tabla 7 Implementación

| Nombre de la herramienta | Fecha de implementación | Responsable de la implementación | Evidencia |
|---------------------------------|--------------------------------|---|------------------|
| 3'S | 19 de Mayo 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Anexo 5 |
| Tablero <i>Andon</i> | 01 de Agosto 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Figura 11 |
| <i>Layout</i> | 19 de Mayo 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Figura 13 |
| Orden de los estantes | 19 de Mayo 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Anexo 9 |
| Mesa de empaquetado | 30 de Mayo 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Figura 19 |
| Carro para <i>picking</i> | 23 de Mayo 2018 | Francisco Mogrovejo Guerrero | Figura 23 |

Tabla 8 Uso de las herramientas

| Nombre de la herramienta | Como se usa la herramienta |
|---------------------------------|---|
| 3'S | Respetar el orden establecido. |
| Tablero <i>Andon</i> | Colocar los pedidos en las fichas de control y moverlos en las casillas según el paso del proceso en el que se encuentra el pedido. |
| <i>Layout</i> | Respetar el orden establecido. |
| Orden de los estantes | Respetar el orden establecido. |
| Mesa de empaquetado | Seguir el procedimiento de empaquetado utilizando todas las herramientas que se han implementado en la mesa. |
| Carro para <i>picking</i> | Seguir el procedimiento de <i>picking</i> utilizando el carro y sus herramientas. |

Tabla 9 Tipo de herramientas

| Nombre de la herramienta | Tipo de Herramienta | Ejecutor | Frecuencia de uso |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 3'S | Visual | Colaborador de bodega | Diario |
| Tablero <i>Andon</i> | Físico-Visual | Colaborador de bodega | Diario |
| <i>Layout</i> | Físico | | Diario |
| Orden de los estantes | Físico | Colaborador de bodega | Diario |
| Mesa de empaquetado | Físico | Colaborador de bodega | Diario |
| Carro para <i>picking</i> | Físico | Colaborador de bodega | Diario |

Tabla 10 Control de herramientas

| Nombre de la herramienta | Controlador | Frecuencia de control | Tipo de control |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------|---|
| 3'S | Supervisor de bodega | Semanal | Auditoría de orden y limpieza |
| Tablero <i>Andon</i> | Supervisor de bodega | Aleatorio Semanal | Auditoría de uso del tablero <i>Andon</i> |
| <i>Layout</i> | Gerente | Trimestral | Visual |
| Orden de los estantes | | Aleatorio Semanal | Auditoría de orden y limpieza |
| Mesa de empaquetado | Supervisor de bodega | Aleatorio Semanal | Auditoría de procedimientos |
| Carro para <i>picking</i> | Supervisor de bodega | Aleatorio Semanal | Auditoría de procedimientos |

3.3 Resultados y discusiones de la prueba piloto

Finalizada la prueba piloto en la bodega de PLASMET y tras unas semanas de prueba, el trabajo ha mejorado notablemente y se ha visto reflejado en la satisfacción expresada por los clientes al recibir sus pedidos en menos tiempo y con menos cantidad de errores.

El *layout* permite un trabajo ágil debido a que se tiene una bodega más cómoda y ordenada. También el tablero *Andon* ha logrado reducir la probabilidad de que un pedido llegue en más de un día. La herramienta ha logrado tener el control de los pedidos. En la forma de trabajo anterior, no existía un control completo, solo se anotaban en un cuaderno y la probabilidad de que el pedido quede en medio proceso era grande.

La mesa de empaquetado está dando resultados muy favorables debido a que ya no se debe hacer mayor esfuerzo para mover los paquetes al momento de embalar, el trabajo es suave y ha logrado disminuir notablemente las pérdidas.

El nuevo sistema de *picking* mediante el carro que recorre por los estantes ha dado resultados positivos debido a que ya no se utiliza las manos para transportar la mercadería y esto ha logrado una mayor comodidad para trabajar. Otro resultado positivo es que ya no existen problemas en los tipos y cantidades de productos despachados, esto se ha logrado con el uso de las herramientas “*Poka-yoke*” con las que cuenta el carro y con el nuevo proceso para realizar el *picking*.

Con el sistema de trabajo anterior se tenía en promedio 3-4 errores por semana, es decir, se empaquetaba mal, el cliente recibía mercadería que no pidió o menos cantidad e incluso los pedidos llegaban en más de un día. Todo esto incumplía con las reglas y políticas de trabajo de la bodega además de generar problemas con el cliente final, mala imagen de la empresa y generaba pérdidas de tiempo y dinero. Todos estos errores se solucionaron con la aplicación de las herramientas y los clientes están contentos y satisfechos con las mejoras en el servicio.

Para analizar de una mejor manera, los resultados, se ha tomado como referencia el caso práctico “Gallina Blanca – Star” que nos presenta el libro “*Lean Manufacturing*” de la Universidad Politécnica de Madrid, donde la empresa tenía problemas similares a los de PLASMET, desorden en la fábrica, desorden en el trabajo, clientes inconformes por despachos tardíos, entre otros. Para solucionar los problemas implementaron herramientas similares a las efectuadas en PLASMET teniendo resultados positivos e incluso superando las expectativas de sus objetivos iniciales (Hernandez & Vizán, 2014).

Entre la herramienta que dio mejor resultado y en menor tiempo fue *Poka-Yoke* debido a que su uso es muy sencillo y es la herramienta más utilizada en la bodega de PLASMET. La herramienta que necesita más tiempo para mostrar buenos resultados es el tablero de control de los pedidos, debido a que necesita de mucha disciplina para lograr los resultados planificados.

Para evidenciar las mejoras de una manera técnica se realizó el VSM de servicio después de los cambios realizados.

Análisis del servicio que abarca la mayor cantidad de procesos de la bodega de PLASMET

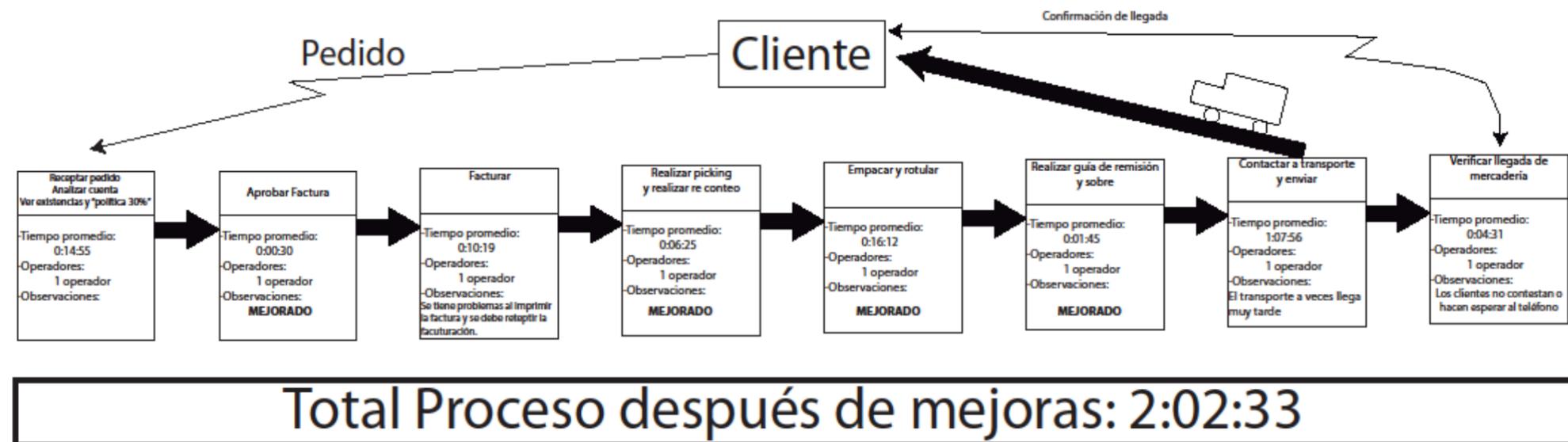


Figura 26 VSM de servicio después de mejoras

3.4 Trabajos futuros

Con la finalidad de mantener la mejora continua se propone realizar un “Evento *Kaizen*” que es un método de retroalimentación de información y mantenimiento de la mejora continua.

Este tipo de herramienta sirve para recolectar información de los que están inmersos en el proceso, es decir, de los que están día a día trabajando. Estas personas son las indicadas para dar opiniones acertadas sobre como era antes el trabajo y cómo es ahora (Hamel, 2010) .

El “Evento *Kaizen*” se lo realizará de la siguiente manera:

Tabla 11 Evento *Kaizen*

| | |
|---|---|
| 1 | Establecer los objetivos que se quiere lograr con el evento, es decir, que información, útil para la mejora continua, se va a obtener de los invitados al evento. |
| 2 | Planificar el evento, de preferencia el evento debe ser fuera de las instalaciones de la fábrica y se deberá ejecutar toda la planificación logística. Dentro de segundo paso, se debe establecer un formato para que los invitados lo llenen durante el evento y que esto sea el registro de las ideas que vayan aportando. |
| 3 | Realizar el evento. Primero dar una introducción de lo que se quiere lograr con el evento y la forma de trabajar. Todo esto se debe hablar y explicar con un léxico y terminología básica, es decir, de una manera sencilla que todos los invitados entiendan sin que quede dudas o pasar tiempo dando demasiadas explicaciones |
| 4 | Analizar toda la información recolectada para tener una visión de lo que está pasando y como mejorar las herramientas en un futuro |

Una vez terminada la prueba piloto se llegó al objetivo principal, mejorar el trabajo de bodega y se encuentra lista para un mejoramiento continuo.

Conclusiones

La implementación de la filosofía *LEAN* llevó a PLASMET a una nueva etapa en su proceso de crecimiento, debido a que implementó una segunda filosofía a su trabajo. Adicionar una nueva filosofía no fue complicado debido a que tanto TOC como *LEAN* requieren de disciplina y control para su éxito.

LEAN es una filosofía que se adapta a cualquier tipo de trabajo debido a que no tiene formatos establecidos lo que da la oportunidad de ingeniar herramientas según sea la necesidad.

El principal objetivo de *LEAN* es disminuir los desperdicios. Dentro de una organización esto es vital, debido a que el trabajo llega a una instancia donde se debe analizar las actividades que agregan valor al cliente y a la organización, todo lo que no genere valor es un desperdicio y se debe eliminar. Es importante para las organizaciones mantener un control constante de los desperdicios debido a que roban recursos y generan pérdidas.

Es importante mencionar que al implementar una filosofía no sólo se cambia en el aspecto físico o de procedimientos, los cambios empiezan desde la mentalidad o forma de trabajo de los altos mandos de una empresa. Debido a esto se debe enfatizar en la capacitación y la difusión de información de las nuevas implementaciones. También como hacer parte del equipo de generación de ideas a los implicados en los procesos.

Bibliografía

- Atwood, D., Deeb, J., & Danz-Reece, M. (2004). *Ergonomic Solutions for the Process Industries* (Primera). Oxford: Elsevier.
- Hamel, M. R. (2010). *Kaizen Event Fieldbook*. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers.
- Hernandez, J. C., & Vizán, A. (2014). *Lean Manufacturing*. ProQuest.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17506200710779521>
- Hirano, H. (2009). *Guide to Just in Time Manufacturing Waste and the 5S*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Hompel, M. ten, & Thorsten, S. (2007). *Warehouse Management_ Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Ney York: Springer.
- Mikulak, R., McDermott, R., & Beauregard, M. (2009). *The Basics of FMEA*. Ney York: Taylor & Francis Group.
- Mobley, R. K. (1999). *Root Cause Failure Analysis*. Woburn: Butterworth-Heinemann.
- Monden, Y. (2012). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Anexos

Anexo 1 Ayuda para cargar paquetes



Figura 27 Carga de paquete de más de 25kg

Anexo 2 Toma de tiempos del procedimiento de bodega

Tabla 12 Toma de tiempos del procedimiento de bodega

| | Paso 1 | Paso 2 | Paso 3 | Paso 4 | Paso 5 | Paso 6 | Paso 7 | Paso 8 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Tiempo 1 | 04:20 | 52:00 | 05:30 | 15:12 | 23:12 | 08:12 | 2:00:00 | 05:12 |
| Tiempo 2 | 03:15 | 15:00 | 08:10 | 02:25 | 31:14 | 11:02 | 1:35:00 | 06:07 |
| Tiempo 3 | 30:00 | 35:00 | 07:15 | 13:10 | 10:22 | 03:40 | 3:00:00 | 03:17 |
| Tiempo 4 | 25:00 | 25:00 | 14:32 | 08:12 | 14:08 | 07:12 | 2:00:00 | 03:45 |
| Tiempo 5 | 12:00 | 14:00 | 16:10 | 26:03 | 33:19 | 11:47 | 0:40:00 | 04:14 |
| Promedio | 14:55 | 28:12 | 10:19 | 13:00 | 22:27 | 07:56 | 1:07:56 | 04:31 |

Anexo 3 Encuesta

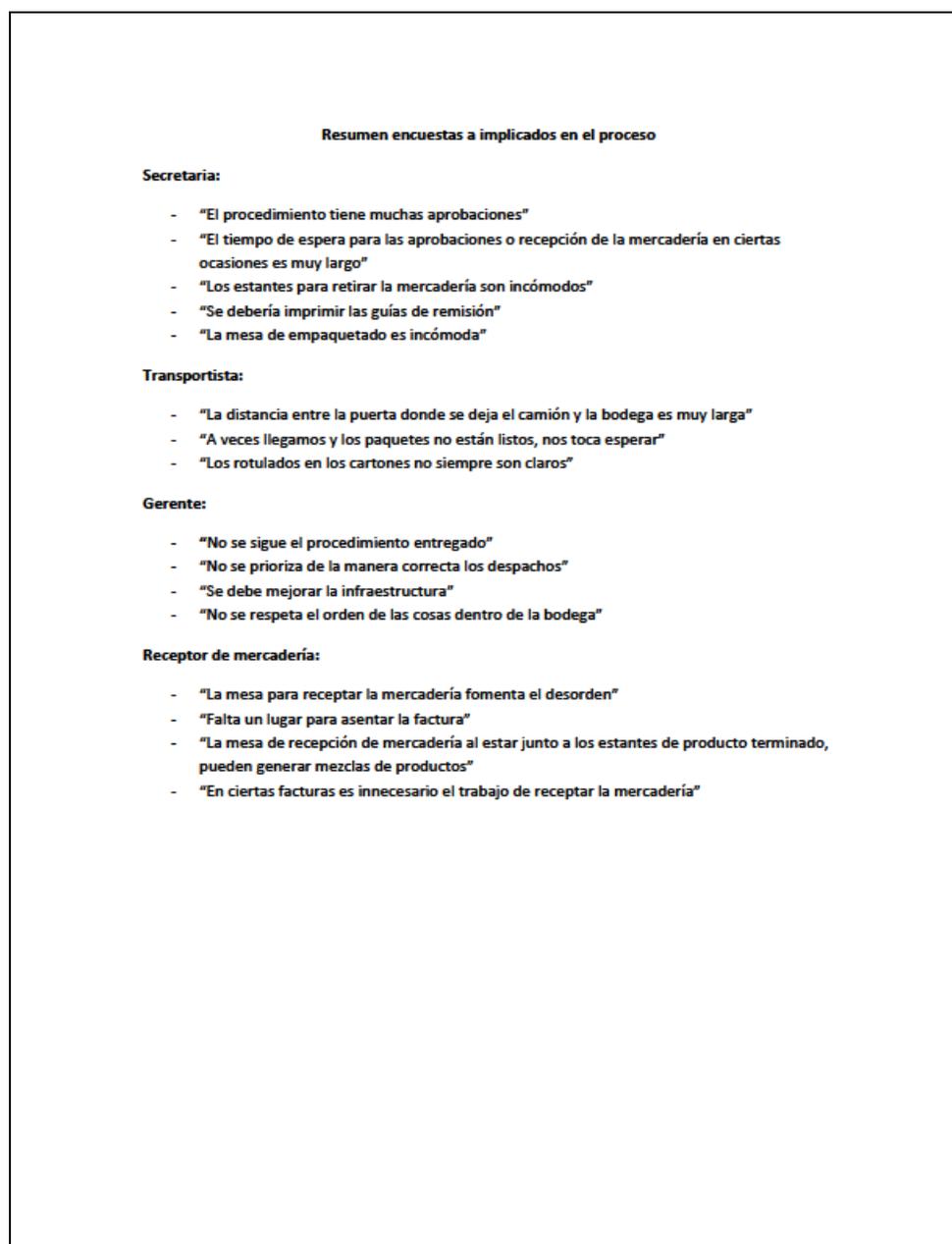


Figura 28 Encuesta

Anexo 4 *Layout* Antiguo

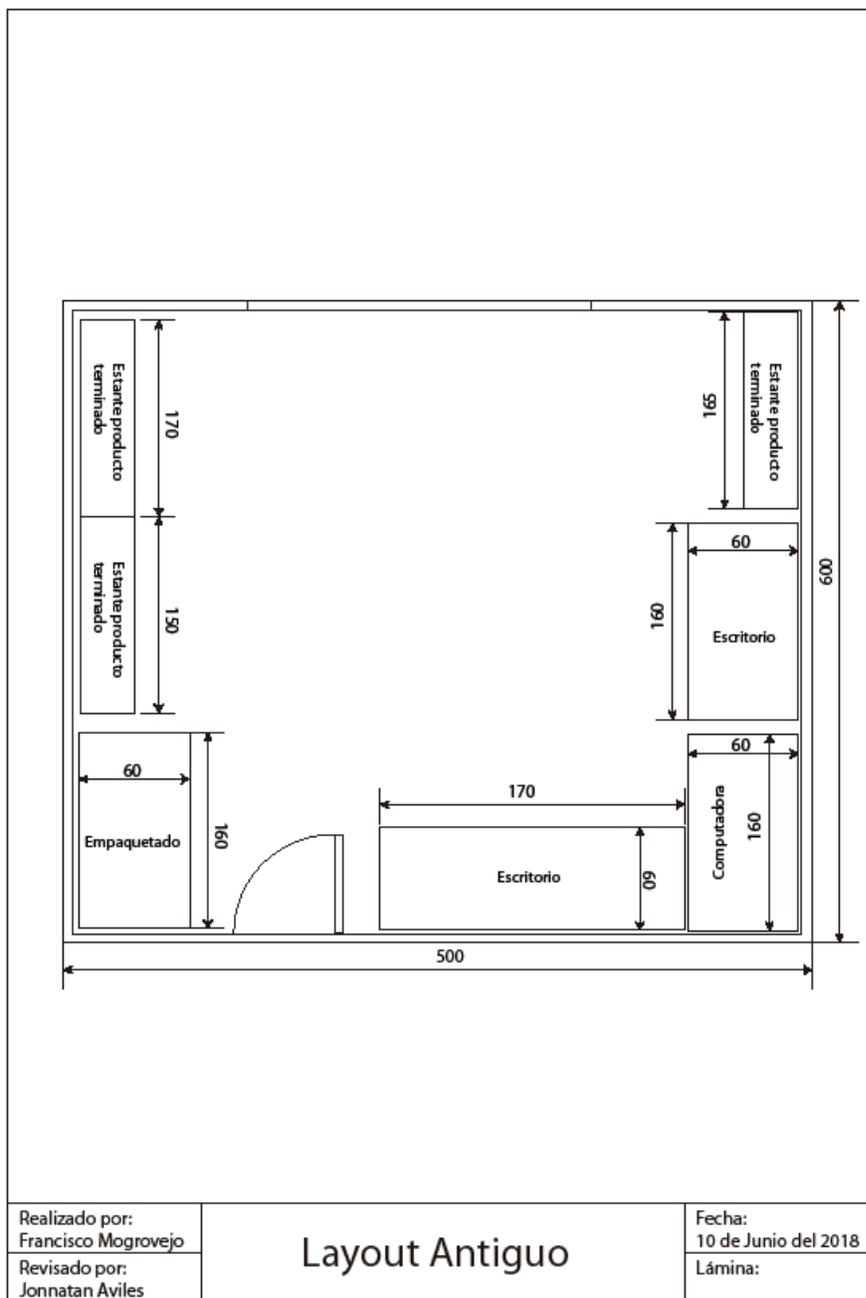


Figura 29 *Layout* bodega antigua

Anexo 5 3'S



Figura 30 Mesa ordenada



Figura 31 Pared con elementos necesarios



Figura 32 Pared con elementos necesarios

Anexo 6 Auditoría de orden y limpieza

| Auditoría de Orden y Limpieza | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Operador: | Sem #: | Nombre Auditor: | Fecha: |
| Área/Maquina | Correcto: / Incorrecto: X | | Hora: |
| ORDEN | | LIMPIEZA | |
| | Observaciones | | Observaciones |
| Inventario | <input type="checkbox"/> | Persona | <input type="checkbox"/> |
| Ubicación Procedimiento de trabajo | <input type="checkbox"/> | Control de Buffer's | <input type="checkbox"/> |
| Celular apagado | <input type="checkbox"/> | Maquina | <input type="checkbox"/> |
| Ubicación de Equipos | <input type="checkbox"/> | Equipos | <input type="checkbox"/> |
| Objetos que no pertenecen a esta área | <input type="checkbox"/> | Herramientas | <input type="checkbox"/> |
| Sigue Procedimiento de Trabajo | <input type="checkbox"/> | Piso | <input type="checkbox"/> |
| Equipos Personales y esfera | <input type="checkbox"/> | | |
| Firma Auditor: _____ | | Firma Operador: _____ | |
| Auditoría de Orden y Limpieza | | | |
| Operador: | Sem #: | Nombre Auditor: | Fecha: |
| Área/Maquina | Correcto: / Incorrecto: X | | Hora: |
| ORDEN | | LIMPIEZA | |
| | Observaciones | | Observaciones |
| Inventario | <input type="checkbox"/> | Persona | <input type="checkbox"/> |
| Ubicación Procedimiento de trabajo | <input type="checkbox"/> | Control de Buffer's | <input type="checkbox"/> |
| Celular apagado | <input type="checkbox"/> | Maquina | <input type="checkbox"/> |
| Ubicación de Equipos | <input type="checkbox"/> | Equipos | <input type="checkbox"/> |
| Objetos que no pertenecen a esta área | <input type="checkbox"/> | Herramientas | <input type="checkbox"/> |
| Sigue Procedimiento de Trabajo | <input type="checkbox"/> | Piso | <input type="checkbox"/> |
| Equipos Personales y esfera | <input type="checkbox"/> | | |
| Firma Auditor: _____ | | Firma Operador: _____ | |

Figura 33 Auditoría de orden y limpieza

Anexo 7 Manual de uso de tablero *Andon*

Manual de uso de tablero ANDON



- El tablero cuenta de cinco espacios para colocar etiquetas con los nombres de los clientes.
- El tablero se actualiza conforme se trabaja durante el día.
- Sólo se cambiará de espacio cuando se finalice el paso del proceso.
- Las etiquetas son reutilizables y deben ser cuidadas.
- El control será realizado por el auditor de forma aleatoria.

Códigos de colores



Pedidos normales



Pedidos normales con prioridad 1



Reposición

1/2

Figura 34 Manual de uso de tablero *Andon* 1/2

Manual de uso de tablero ANDON

Primero



Tomar una etiqueta.

Segundo, con el marcador de pizarra



escribir el nombre del cliente.

Tercero, conforme a cada paso del proceso que vaya cumpliendo



mover la etiqueta por cada espacio.

Cuarto,



borrar el nombre de cada etiqueta

Quinto,



Colocar en el espacio destinado para las etiquetas vacías

2/2

Figura 35 Manual de uso de tablero *Andon* 2/2

Anexo 8 Implementación de la bodega nueva

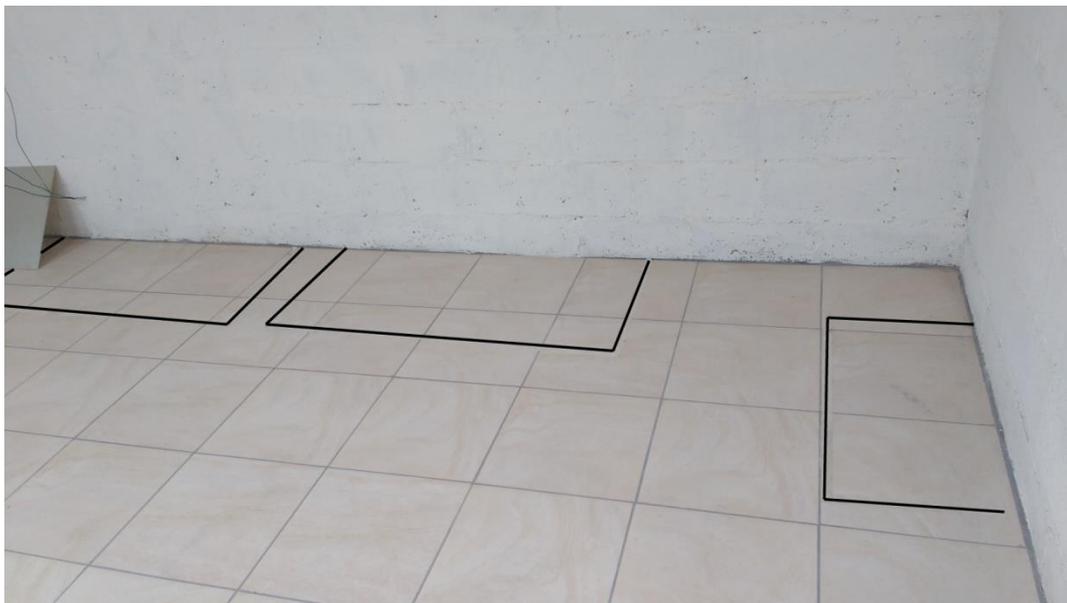


Figura 36 Marcas en el piso para colocar los elementos

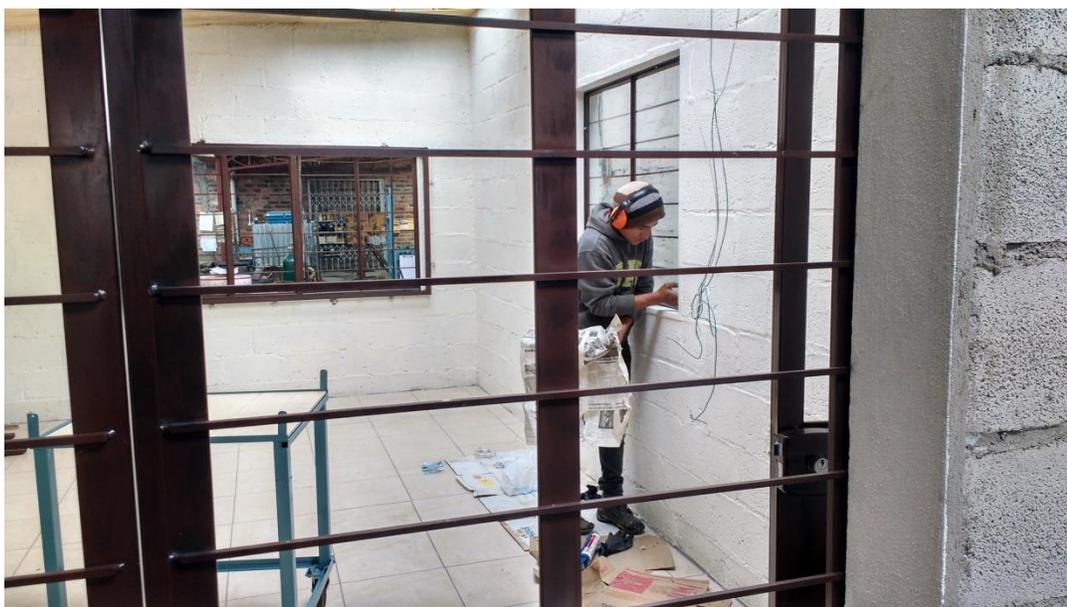


Figura 37 Colocación de vidrios



Figura 38 Estante en proceso de construcción



Figura 39 Construcción del carro para *picking*

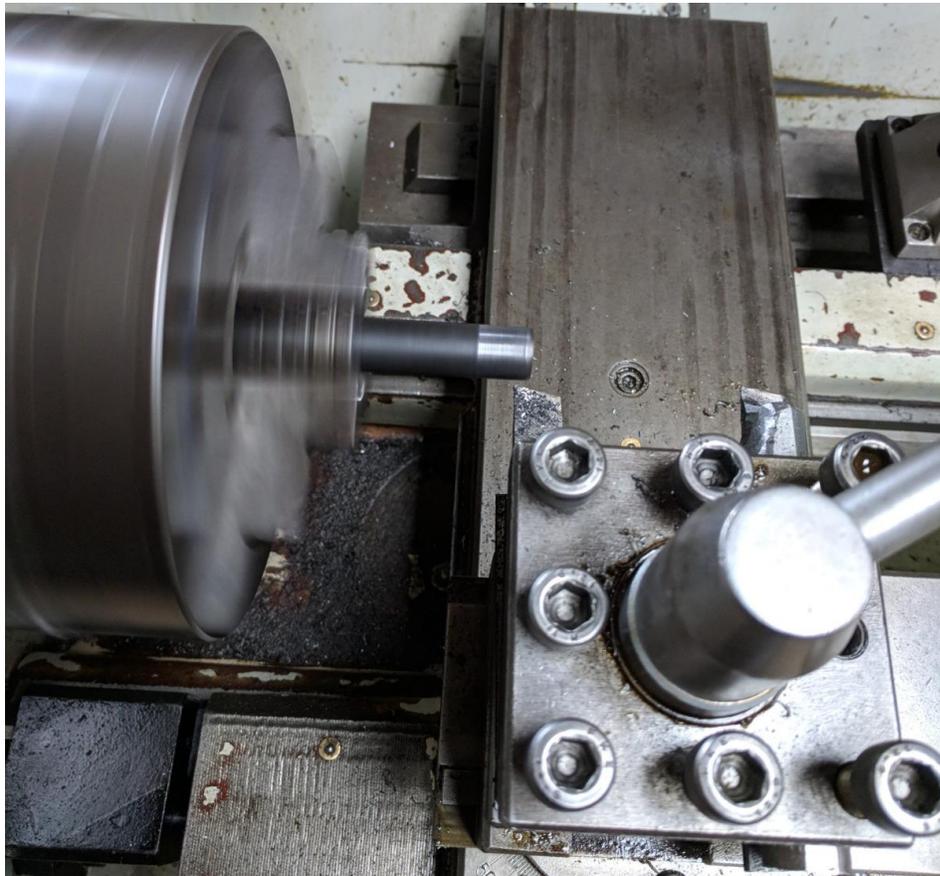


Figura 40 Torneado de ejes para mesa de empaquetado



Figura 41 Construcción de mesa de empaquetado



Figura 42 Adecuaciones de bodega



Figura 43 Carro de *picking* y mesa de empaquetado



Figura 44 Bodega en trabajo



Figura 45 Mesa de finalización de empaquetado ordenada



Figura 46 Recepción de Producto Terminado



Figura 48 Mesa de empaquetado

Anexo 9 Estantes ordenados



Figura 49 Estantes ordenados según planificación