

Universidad del Bio-Bio

Profesor guía: Luís Ceballos Araneda

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial.

**“Aplicación de la técnica SMED para set up de cambio rápido en línea
Lamination de la empresa PROMASA S.A. Planta Puertas”**

**Trabajo de titulación presentado en conformidad para obtener el título de Ingeniero
Civil Industrial.**



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

12 Enero 2009

Ana Beatriz Romo Palma

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de título a mis padres, mis hermanos que siempre confiaron en mí, me dieron su amor y apoyo incondicionalmente, que en todo momento me han dado la fe y confianza para poder salir adelante.

Al gran amor de mi vida Cristian, que me impulsó y me incentivó a terminar con este proyecto, a mi hija recién nacida Zahira, que ha sido el incentivo mas grande por el cual he retomado el trabajo pendiente.

A mi familia en general, especialmente a mi Tía Patricia quien me ha dado mucho apoyo y animo para seguir con este proceso. A mi amiga Mónica.

A los profesores Luis Ceballos, Milton Ramírez y a Sylvia de la Fuente, del Departamento de Ingeniería Industrial, por su apoyo y por su valiosísimo aporte a lo largo de mi vida y mi carrera

Muchas Gracias.

Ana Beatriz Romo P.

Índice

Capítulo 1: Introducción.....	8
Capítulo 2: Situación Actual.....	10
2.1 Promasa S.A.....	10
2.2 Organización.....	11
2.3 Misión.....	11
2.4 Promasa Planta de Puertas.....	11
2.5 Proceso Productivo.....	12
2.5.1 Línea Panel.....	15
2.5.2 Línea Rail.....	16
2.5.3 Línea Slicing.....	17
2.5.4 Línea Lamination.....	18
2.5.5 Línea Assembly.....	20
2.6 Análisis de la Línea Lamination.....	22
2.6.1 Estandarización de procedimientos.....	27
2.6.2 Deterioro de los equipos y ambiente de trabajo.....	28
2.7 Análisis de los problemas operativos.....	28
2.8 Objetivos.....	28
Objetivo General.....	28
Objetivos Específicos.....	29
2.9 Conclusiones.....	30
Capítulo 3: Metodología.....	32
3.1 Historia.....	32
3.2 El pensamiento esbelto.....	35
3.3 Herramientas de Manufactura esbelta.....	37
3.3.1 Cinco S.....	38
3.3.1.1 Beneficios de las Cinco S.....	39
3.3.2 Justo a tiempo.....	41
3.3.3 Sistema Kanban.....	42
3.3.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	42

3.3.5 Producción Nivelada (Heijunka).....	43
3.3.6 Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke).....	43
3.3.7 Mejora Continua (Kaizen).....	44
3.3.8 Cambio rápido de modelo (SMED).....	45
3.4 Conclusión.....	54
Capítulo 4: Hacia la reducción de tiempos de preparación.....	56
4.1 Propuestas de mejoras para reducir tiempos de cambio.....	61
4.2 Conclusiones.....	72
Capítulo 5: Resultados.....	74
5.1 Resultado de la aplicación de la técnica Smed por equipos.....	74
5.2 Resultado de la aplicación de la técnica Smed en la línea.....	85
5.3 Propuestas para mejorar aun más.....	87
Capítulo 6: Conclusiones Finales.....	88

Resumen

Este estudio consiste en evaluar el proceso productivo de la línea Lamination de la empresa Promasa Planta Puertas y aplicar la herramienta del Lean Manufacturing o Manufactura esbelta llamada SMED (Single Minutes Exchanged of dies)

El objetivo es lograr disminuir los tiempos de cambio de herramientas o de programa productivo, a la vez de aumentar la producción, disminuir los costos de operación, realizar el trabajo en forma mas fácil y ordenada, es decir, lograr los beneficios que se obtienen al aplicar las herramientas de la nueva filosofía implementada por los japoneses, esto a raíz de la importancia que esta adquiriendo este tema en las empresas, además de la difícil situación que ocurre con el mercado de las empresas madereras y forestales, lo que ha permitido el cierre de varias de ellas. Se crearon equipos de trabajo los cuales analizaron de manera detallada las labores en cada equipo inspeccionado, para luego realizar las mejoras propuestas y las evaluaciones correspondientes.

Capítulo 1

Se realiza la introducción del tema con el propósito de dar a conocer la raíz de la necesidad de la aplicación de la técnica SMED.

Capítulo 2

Se describe la empresa Promasa S.A, específicamente Promasa Planta de Puertas, detalla como se fabrican sus productos, las materias primas a utilizar y los procesos productivos de cada una de las líneas que intervienen en la fabricación de las puertas, además se evalúa la situación de la línea cuello de botella, definiéndose los objetivos del proyecto en miras de un mejoramiento continuo.

Capítulo 3

Se hace referencia al marco teórico sobre Manufactura esbelta, su historia, se destaca su importancia, describe cada una de sus herramientas dentro de las cuales esta el SMED y los beneficios que esta filosofía puede entregar tanto a la empresa como a los trabajadores.

Capítulo 4

Presenta los análisis realizados al aplicar la técnica, contiene las tablas con evaluaciones de las actividades y los tiempos empleados en el desarrollo de cada actividad, además de las mejoras que se proponen con el fin de disminuir los tiempos de cambio

Capítulo 5

Se presentan los resultados obtenidos por equipo y a nivel general en tiempo y producción.

Capítulo 6

Se presentan las conclusiones más relevantes, importantes y significativas del estudio.

Anexo A

Se muestra el A3 general del proyecto.

Anexo B

Se muestran los diagramas de Spaghetti resultados del análisis de desplazamiento de los operadores en los equipos de trabajo

Anexo C

Se muestran las tablas de actividades realizadas en los equipos de trabajos al realizar los cambios de programa o de elementos de corte.

Anexo D

Se muestran fotografías en donde se registran los equipos antes y después de las mejoras establecidas.

Anexo E

Se muestran los gráficos implementados en los equipos para anotar los registros de tiempos empleados en realizar los cambios.

Anexo F

Se muestran las tablas obtenidas del análisis de los tiempos registrados por equipo a medida que se iban realizando las mejoras en las máquinas.

Anexo G

Se muestran los procedimientos con el formato exigido por Lean, los cuales se encuentran ubicados en cada uno de los equipos de trabajo.

Anexo H

Se muestra la planilla de evaluación económica del proyecto, en la que se detalla las horas hombre empleadas en las mejoras, el tiempo y la cantidad de dinero invertido en el proyecto y el tiempo que se demora en recuperar dicha inversión.

Capítulo 1: Introducción

En este mundo globalizado y de constantes cambios, las empresas requieren ser cada vez más ágiles y se deben adaptar con mayor facilidad y rapidez a estos cambios, las empresas que no son capaces de alcanzar esto, están en peligro de extinción porque con el paso de los años se vuelve prioritario desarrollar nuevas tecnologías, nuevas técnicas de administración, nuevas formas y estrategias de trabajo que permitan tener una ventaja competitiva sostenible que les permita estar por encima de sus competidores.

Promasa S.A es una empresa que está inserta dentro del rubro maderero, la cual ha debido evaluar diversas estrategias para mantenerse vigente dentro del mercado nacional e internacional, debido a la situación actual que se vive a nivel mundial en el plano económico, al igual que muchas otras empresas de distinta índole, las cuales se han visto en la necesidad de cambiar su mercado, o simplemente se están extinguiendo, debido a esto es que la empresa se ve en la obligación de buscar nuevas alternativas de trabajo que permita mejorar los procesos productivos, buscar nuevos mercados, reducir costos, optimizar la cartera de clientes con el fin de obtener el mejor margen de utilidad ante el escenario que se está viviendo.

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta es una filosofía de fabricación que acorta la línea del tiempo entre el pedido del cliente y el envío eliminando los desperdicios y las cosas inútiles dentro de los procesos.

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta a través de los años ha probado su alta eficiencia en el área de producción como una herramienta que garantiza la disminución de todo tipo de “desperdicios” o aquello que no genera ningún tipo de valor dentro de una empresa o entidad y por consecuencia una alta eficiencia operativa.

El pensamiento Lean ofrece una completa alternativa para empresas, organismos, instituciones y naciones de implantar hacia su interior una filosofía-cultura enfocada a mejorar su posición competitiva, lograr alta eficiencia y mejora continua.

Una aproximación al pensamiento Lean es una posibilidad y/o el camino hacia lograr ser una “empresa esbelta”, en donde se dé un mejor aprovechamiento y administración de recursos financieros, materiales y humanos, y se haga uso de todas aquellas herramientas de producción existentes hoy en día, según los requerimientos propios de la organización,

como puede ser: Cinco S, Teoría de Restricciones, Kanban, Just in Time, Certificación ISO de Calidad, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Seis Sigma, Mejora Continua (Kaizen), que se integran en la nueva forma de pensamiento empresarial diferente, al ser parte de un concepto global.

Promasa Planta Puertas se ve en la necesidad de aplicar las herramientas de la Manufactura esbelta principalmente para optimizar los procesos productivos, a la vez de disminuir inventarios, reducir costos, mejorar las condiciones de trabajo, hacer las tareas que realmente agregan valor a los productos, en este caso el producto son las puertas, para obtener mayores ganancias y a la vez el personal trabajando de una manera mas cómoda y eficiente.

Al evaluar las distintas líneas de producción dentro de Promasa Planta Puertas, la línea Lamination es la que marca el ritmo de producción, o mejor dicho es la línea cuello de botella de la planta, por lo que es necesario en primera instancia enfocar los esfuerzos en aplicar las herramientas mas adecuadas de Manufactura Esbelta en esta línea con el fin de poder hacer mas flexible su producción, ya que “un minuto ganado en un cuello de botella es un minuto ganado en el sistema¹” y mientras mas producción se realice en los turnos de trabajo, mayor numero de puertas se pueden fabricar en la planta pudiendo abarcar un mayor numero de ordenes de compra o bien responder con mayor rapidez ante los pedidos de los clientes, lo que hoy en día es fundamental dentro de una empresa..

La necesidad de aumentar los niveles de producción y diversificar los productos dentro de Promasa Planta Puertas, debido a la difícil situación en que se encuentra el mercado de las puertas a nivel nacional e internacional, hace que la empresa se vea obligada a buscar otros tipos de clientes, tal vez mas exigentes, debiendo modificar incluso los tipos de productos que se fabrican, utilizar otro tipo de materia prima, por lo que se debe ser aun mas flexible en el proceso productivo, dando origen a la aplicación de las técnicas de la técnica Smed a la línea Lamination, de manera de disminuir los tiempos de set up para poder responder con los programas productivos con la variedad de productos que exige que la línea produzca.

¹ Eliyaju Goldratt y Jef Cox. 1992. La meta un proceso de mejora continua. North River Press. 337p

Capítulo 2: Situación Actual

2.1 PROMASA S.A.²

La empresa Promasa S.A. que es una empresa procesadora de maderas, es importante dentro de la zona por ser una fuente generadora de empleo.

Pertenece al rubro maderero y se encuentra ubicada en la ciudad de Los Ángeles Octava Región, por ser una ciudad rodeada de bosques de Pino Radiata.

Debido a su infraestructura, la cantidad de personal y el nivel de producción, se le puede considerar como una empresa de gran tamaño.

Fue fundada en el año 1989 por iniciativa de capitales Chilenos, en donde su proceso productivo estaba limitado a la producción de dos productos específicos: el block y el cutstock; es decir, se vendía la materia prima para la fabricación de otros productos con mayor valor agregado (molduras, paneles, etc.) al mercado norteamericano.

Posteriormente tuvo una fase de ampliación de sus instalaciones conjuntamente con la adquisición de la máquina Finger Joint, la cual permitió aumentar el valor agregado de su producto terminado, al obtener madera de mayor longitud, por medio de la unión de varios blocks en la máquina finger, llamados “Banks”.

En el año 1997 la empresa vuelve a experimentar nuevos cambios tanto en su parte orgánica como en el área tecnológica, debido a su asociación con la empresa norteamericana “WOODGRAIN MILLWORK INC.”, mediante un aumento de capital para obtener el 50 por ciento de la organización, lo cual permitió que PROMASA S.A. planifique el crecimiento de sus instalaciones y la adquisición de nueva maquinaria apropiada para fabricar y exportar molduras, como también la ampliación de sus equipos de secado de madera.

La producción total de la empresa estaba dedicada a satisfacer la demanda creciente del mercado internacional, siendo su único comprador Woodgrain Millwork Inc., en los Estados Unidos de Norteamérica.

² La empresa / quienes somos [en línea] www.promasa.cl [22 Noviembre 2008]

2.2 Organización

La organización de la empresa es del tipo vertical, con una estructura jerárquica plana.

Esto permite que exista una relación prácticamente directa entre los niveles altos, medios y de ejecución; esto es una gran ventaja, dado que el personal puede efectuar sus consultas en forma directa, o por intermedio de los supervisores de áreas, lo que permite tomar decisiones con mayor rapidez y agilizando así los procesos productivos.

La estructura organizacional se compone básicamente por los siguientes cargos: Directorio, Gerente General, Sub Gerentes de Planta, Jefes de Área (Producción, Planificación, Control de Procesos, Mantenimiento), Administrativos, Supervisores de procesos y Operarios.

2.3 Misión

La misión de PROMASA S.A. se traduce a lo siguiente:

“Elaborar el producto de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los clientes, para así obtener el reconocimiento del cliente y se traduzca en un flujo estable de utilidades.”

Para cumplir con esta misión, la empresa cuenta con instalaciones que cubren toda la cadena de elaboración de los productos terminados, tales como: el abastecimiento de materia prima, con la adquisición de un bosque lograda en el año 2000 y compras de trozos a terceros proveedores.

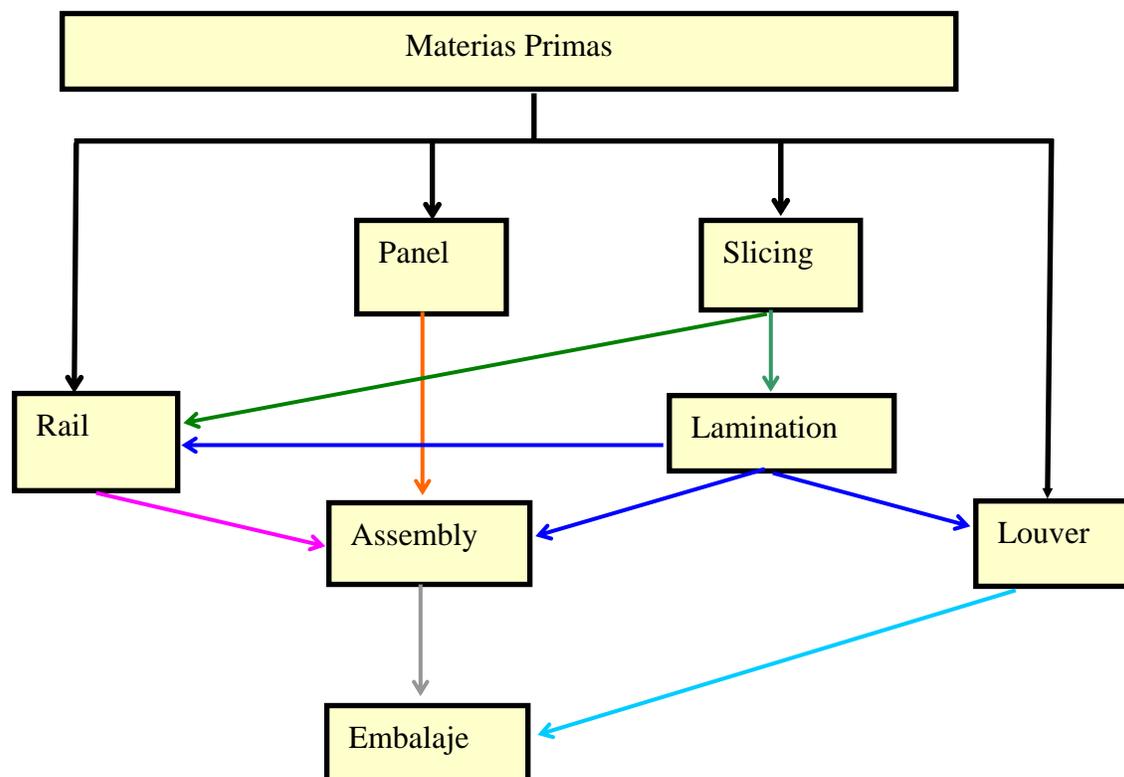
Además de contar con diferentes áreas productivas, las cuales hacen posible diversificar los productos que la empresa desarrolla y comercializa.

2.4 Promasa Planta de Puertas

La empresa Promasa Door Plant o planta de Puertas, se construyó en el año 2001 y se encuentra ubicada en la ciudad de Los Ángeles en el camino María Dolores Km. 8.6. Como su nombre lo indica, es una empresa la cual se dedica únicamente a la producción de puertas y para ello consta de varias líneas de producción en donde se realizan las distintas partes que lleva como componente una puerta hasta unificarse en una línea de ensamble de piezas final.

En el esquema N° 2.1 se muestra el layout de la distribución de las distintas líneas de producción de Promasa Planta de Puertas.

Esquema N°2.1: Layout Promasa Planta Puertas



Fuente: Elaboración Propia

2.5 Proceso Productivo

Como lo indica la figura anterior, el proceso productivo comienza con la llegada de la materia prima a las instalaciones de la Planta. El principal proveedor de materia prima de esta planta es la Promasa Planta Remanufactura es decir, la empresa se autoabastece de materia prima.

Previo al consumo en las diferentes líneas de producción, la materia prima es revisada por Control de Calidad de manera de asegurar que la Calidad de la madera que se recepciona está dentro de los estándares que se exigen.

Si el producto está conforme a las normas de calidad establecidas, estas se etiquetan con una tarjeta verde de nombre “movimiento de lote conforme”, lo que indica que está totalmente apta para ser consumida en las líneas de producción. Si el producto no esta

dentro de los rangos de calidad según normas establecidas se etiquetan con una tarjeta roja de nombre “movimiento de lote no conforme”, lo que no debe ser consumido por las líneas de producción ya que se devuelve al proveedor, de aquí la importancia de la calidad de los productos de la empresa, debido a que las otras instalaciones de Promasa deben reprocesar o reclasificar los productos de manera de cumplir con lo requerido, lo que no es conveniente.

Fabricación de una Puerta

Para conocer el proceso productivo de Promasa Planta Puertas, es indispensable conocer como está compuesta una puerta, de que materiales, cada una de sus partes, para luego detallar los procesos productivos de cada línea que intervienen en la fabricación de las puertas.

Materia Prima

La materia prima que se utiliza para la fabricación de las puertas y las partes con que se arma una puerta se detalla a continuación:

- Cutstock clear: Se utiliza para la fabricación de los paneles de las puertas. Madera de dimensiones específicas, totalmente libre de defectos, es decir, sin nudos, pecas, manchas, etc.
- Blank Core: Se utiliza para la fabricación de los spec para obtener los rails y los stiles de las puertas. Madera con alto porcentaje de defectos como son nudos firmes, trazas de resina, pecas, mancha café, mancha azul, etc.
- Edge Strip: Se utiliza también para la fabricación de los spec para obtener los rails y los stiles de las puertas. Madera de dimensiones específicas de calidad clear.

Componentes de los Spec

- Spec 50: Se fabrica a partir de la unión de Blank core con un edge strip, se utiliza para la fabricación de los rails (Top, Bottom, Lock).
- Spec 12: Se fabrica a partir de la unión de Blank core con dos edge strip (uno a cada lado), se utiliza para la fabricación de los Stiles.

- Spec 55: Se fabrica a partir de la unión de Blank core con dos edge strip (uno a cada lado), se utiliza para la fabricación de los inter rail.
- Spec 32: Se fabrica a partir de la unión de Blank core con dos edge strip (uno a cada lado), se utiliza para la fabricación de los Mullion.

Componentes de una puerta

La figura N° 2.2 muestra en detalle como esta conformada cada parte de una puerta.

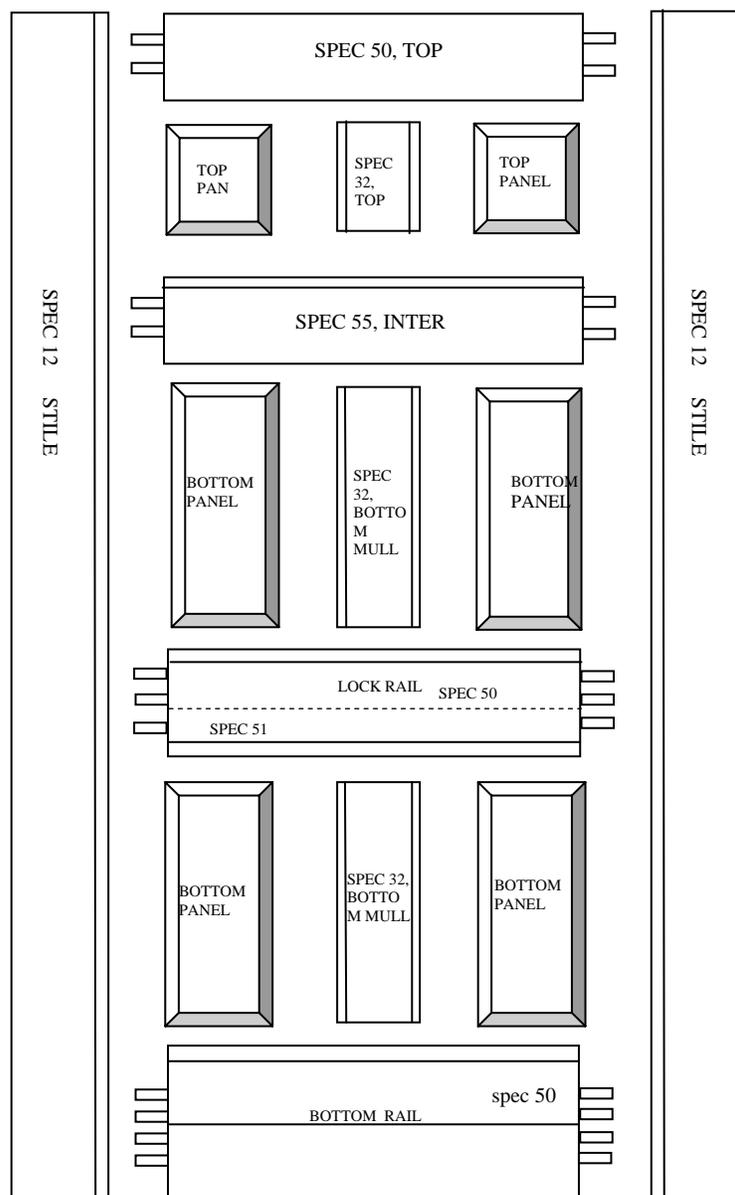


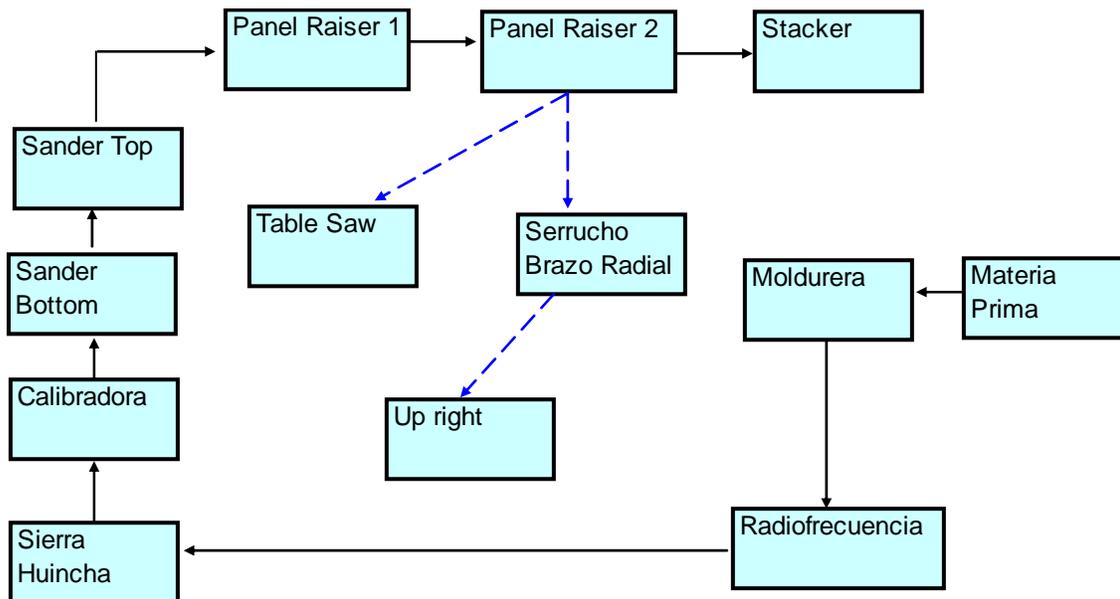
Figura N°2.1 Estructura Puerta

Fuente: Depto. Control de Calidad y Gestión de Procesos
Promasa Planta Puertas

2.5.1 Línea Panel

Es la línea encargada de fabricar los Top³ y Bottom⁴ Panel de las puertas.

Esquema N° 2.3 Layout línea Panel



Fuente: Elaboración propia

Como lo muestra el esquema N° 2.3, el proceso de fabricación de los paneles comienza con el ingreso del cutstock clear a la moldurera, la cual realiza una línea de cola, luego pasa por un rodillo encolador para ingresar a la Radiofrecuencia, pegando la madera de manera de formar unos bloques, los que dependiendo del programa de producción se cortan según la dimensión requerida. Luego cada uno de los bloques pasa a la sierra huincha, la que los divide por la mitad realizando un corte transversal e ingresan a la calibradora para lijar el lugar donde cortó la sierra, luego de esta lijadora la madera pasa por las Sander bottom y top, las cuales lijan los paneles dándole una terminación fina arriba y abajo.

³ Se le dice “Top” a todo lo que se ubica arriba, en este caso son los paneles que van arriba de la puerta

⁴ Se le dice “Bottom” a todo lo que se ubica abajo, en este caso son los paneles mas grandes.

Una vez lijados los paneles ingresan a los quipos llamados Panel Raiser 1 y 2, los cuales realizan el perfil que lleva el panel de acuerdo al programa de producción. Los paneles se clasifican y son acopiados en el Stacker.

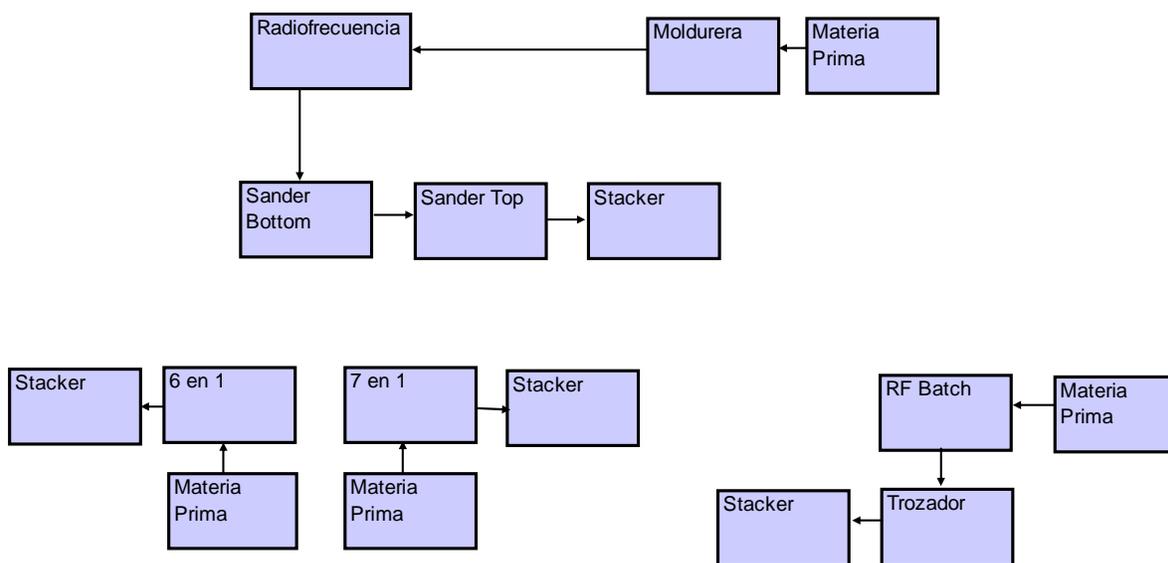
Las paneles que no clasifican de acuerdo a las normas de calidad ingresan a la zona de recuperación, que consta de Serrucho de brazo radial que permite cortar longitudinalmente los paneles rechazados para luego perfilarlos en la Up right que es una perfiladora pequeña que consta de un solo cabezal, en donde se fabrican los Top panel.

Adicional a estos equipos está la Table saw, que es una sierra la que permite recuperar al ancho los paneles para luego perfilarlos también en la up right.

2.5.2 Línea Rail

Es la línea encargada de fabricar los Top, Bottom, Inter y Lock rail, además de los Top y Bottom Mullion.

Esquema N° 2.4 Layout línea Rail



Fuente: Elaboración propia

El proceso productivo se realiza en distintos sub procesos dentro de la línea, es decir, para fabricar los rails, primero se deben fabricar los specs, los cuales se hacen introduciendo blank core pegado con Edge strip traído desde la línea Lamination, se le pega el skin o lamina para luego ser trozado según el largo que indique el programa de producción.

Luego estos specs ingresan a la moldurera en donde se le hace una línea de cola para formar los bloques para perfilar los rails dependiendo el tipo que corresponda según programa, luego pasan por un rodillo encolador y se pegan en la Radiofrecuencia, se lijan en la Sander Bottom y Top, para luego ser clasificado y acopiado en pallets.

Posteriormente estos bloques de specs ingresan a las maquinas 6 en 1 o 7 en 1, las cuales realizan diversos trabajos en un solo equipo (por eso el nombre), el proceso de estos equipos se inicia con alimentar el equipo, luego la madera pasa por unas sierras escuadradoras para realizar el perfil denominado “copa”, luego de esto pasa por un conjunto de brocas las cuales realizan perforaciones en la madera, estas perforaciones son encoladas y posteriormente se le ponen tarugos de madera. La banda envía la pieza hacia otros cabezales las cuales realizan el perfil de encaje de los rails, para luego pasar por la mesa de clasificación y ser acopiado en un pallet en el stacker.

Es necesario señalar que todas las variedades de rails se perfilan en las 6 en 1 y 7 en 1, lo que varía en el flujo de los materiales es el tipo de rail que se fabrique, por ejemplo, los mullion, top e inter rail pasan directo a los equipos perfiladores en vez de pasar por el proceso de la moldurera.

2.5.3 Línea Slicing

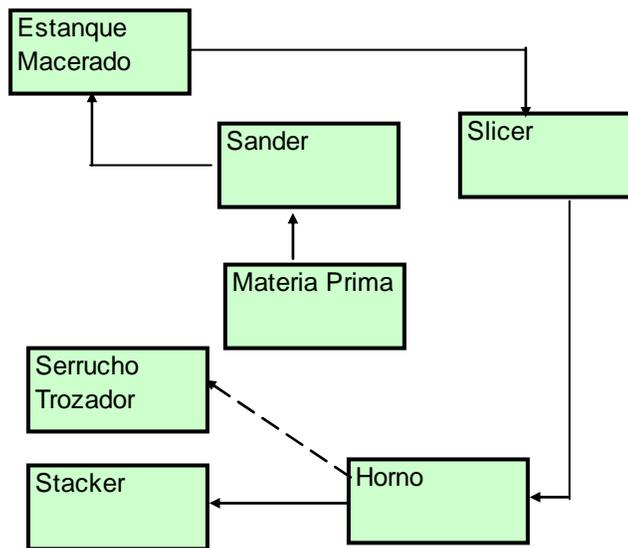
Esta línea de producción es quizás la mas simple de describir, pero no es menos compleja que las demás.

Esta línea es la encargada de foliar todo el skin o chapas que se pegan a los specs. Alimenta directamente a la línea Lamination y a la línea Rail

El proceso productivo se inicia con el lijado del cutstock clear en la Sander para calibrar las posibles diferencias de medida en los procesos anteriores.

En el esquema N° 2.5 se indica claramente el proceso productivo de la línea Slicing

Esquema N° 2.5 Layout línea Slicing



Fuente: Elaboración propia

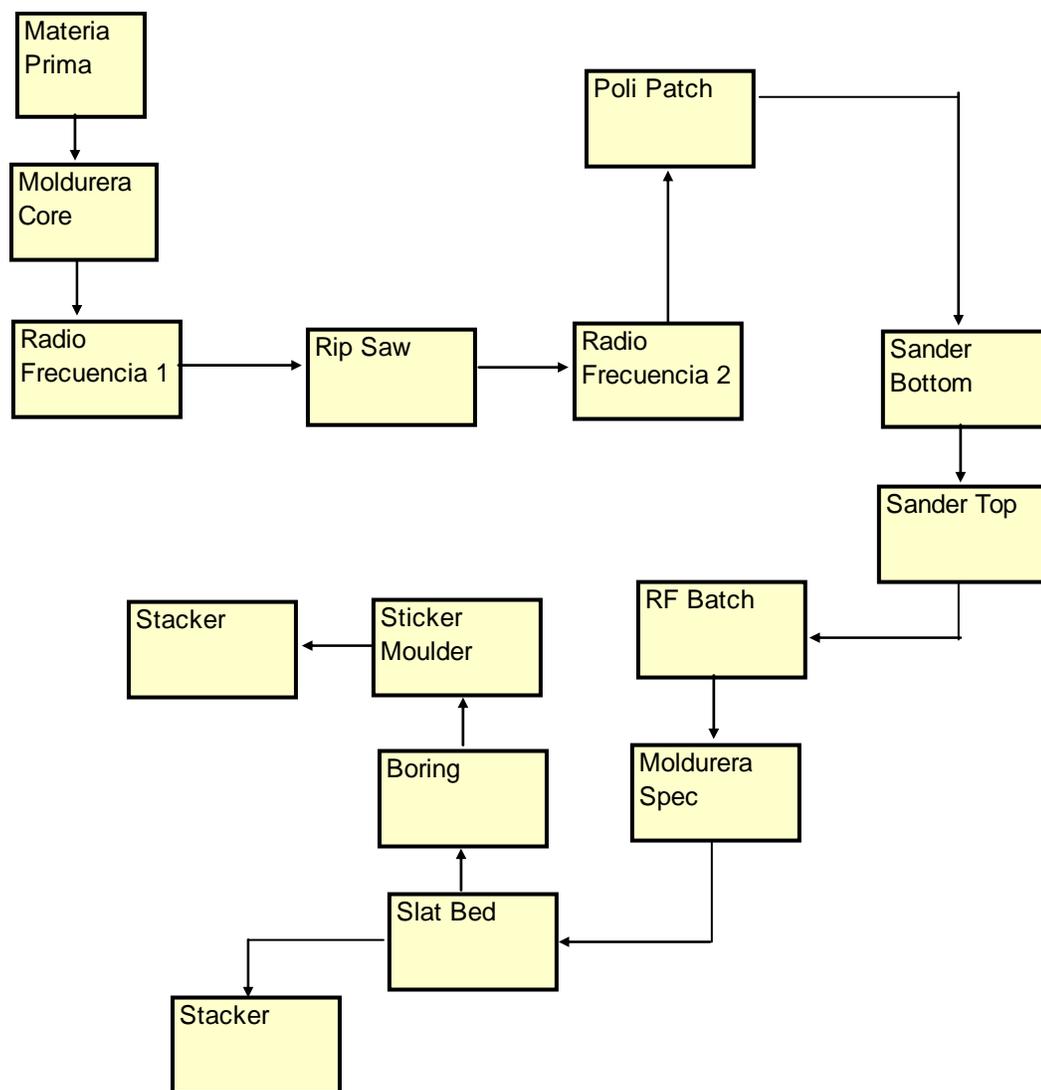
Luego del lijado la materia prima se ingresa al estanque de macerado en donde se remoja la madera a una temperatura de 65°C, luego avanza hasta la Slicer que folia la madera sacando laminas de aproximadamente 1,8 mm. de espesor, las que son trasladadas hasta el horno que seca los skins, a la salida del horno se clasifican según las normas de calidad establecidas y se acopian en pallet en un stacker para luego trasladarlos a las líneas que lo consumirán según programa de producción, las laminas que no cumplan con las normas de calidad se recuperan en el serrucho trozador el cual corta los skin a un largo de menor dimensión..

2.5.4 Línea Lamination

La línea Lamination es la línea en la cual se basa el estudio. Se considera la línea cuello de botella de la empresa ya que es la línea que mas productos o subproductos fabrica (aunque la línea rail es la que mas productos elabora para el ensamble directo, la línea Lamination es la que fabrica los specs para alimentar a la rail, además de producir los stiles que van en los costados de las puertas), además consta de un mayor numero de equipos los cuales están todos en línea por lo que si falla uno al principio del proceso, la línea completa deja de producir y sus capacidades productivas son limitadas.

El esquema N° 2.6 muestra el proceso productivo de Lamination

Esquema N° 2.6 Layout línea Lamination



Fuente: Elaboración propia

Se alimenta el deposito de materia prima con blank core, el cual mediante unas cadenas alimenta a la moldurera core la cual hace una línea de cola a cada una de las piezas y rebajando mínimamente el espesor, para luego ser encoladas mediante un rodillo, posteriormente las piezas entran a la radiofrecuencia N°1 la cual pega las piezas

formando bloques que son dimensionados dependiendo el tipo de specs que se fabrique según programa de producción, estos bloques ingresan a la Rip Saw que son múltiples sierras que cortan la pieza en varias piezas de igual ancho, luego cada pieza pasa por un rodillo encolador para ser pegarlas junto con los Edge strips en la radiofrecuencia N°2 luego la banda continua su curso y pasa por el Poly patch que es la aplicación de poliuretano para tapar los posibles hoyos por nudos sueltos del core, a continuación las piezas ingresan a la sander bottom y sander top las que liján por abajo y arriba las piezas respectivamente. Luego ingresan una a una por rodillos encoladores para ingresar a la Rf Batch en donde se le pega el skin en ambas caras hasta completar una carga, a diferencia de las radiofrecuencias, la Rf Batch actúa como un horno de corto tiempo en donde una carga equivale a 41 piezas, una vez completado el tiempo de pegado salen una a una las piezas y mediante una cadena ingresan a la moldurera specs, la cual dependiendo del producto cuadra finamente la pieza al ancho para eliminar el skin suelto en el caso de fabricar specs 50, 51, 55 o 32. Inmediatamente las piezas pasan por la Slat Bed que son varias sierras circulares que cortan los specs dándole el largo final según programa de producción, estas piezas se clasifican según normas de calidad establecidas y se acopian en pallets en el stacker para ser llevados a la línea rail. Cuando se fabrica stile se le realiza un pre perfil en la moldurera specs, pasan por la Slat Bed para dar el largo a las piezas y luego siguen por una banda hasta la Boring que es una máquina que consta de cuatro motores con un conjunto de brocas cada uno los cuales realizan perforaciones en las piezas, luego ingresan a la Sticker Moulder que es una moldurera que le realiza el perfil y la espalda a los stiles, estos son clasificados según normas de calidad y se acopian en pallets en el Stacker para luego ser llevados a la línea Assembly donde serán ensamblados directamente en las puertas.

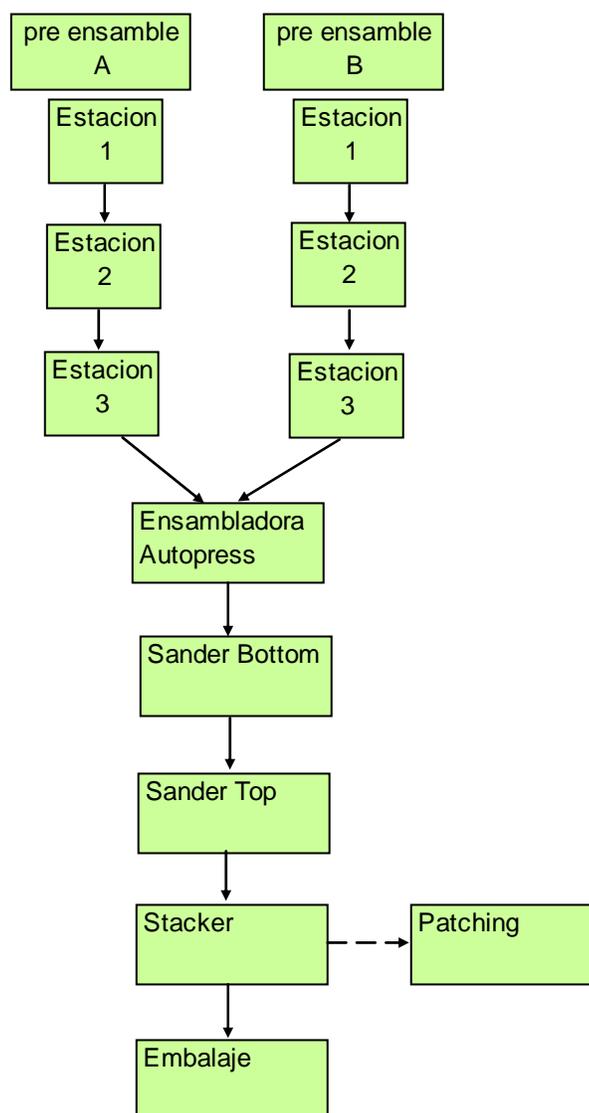
2.5.5 Línea Assembly

Es la línea principal de la empresa, si esta línea no ensambla puertas la empresa no produce.

Es aquí en donde llegan todos los productos de las líneas mencionadas con anterioridad. Si los productos vienen con defectos desde su origen, el producto final será una puerta

defectuosa, por eso la importancia de trabajar con una buena calidad, tal como lo exigen los clientes.

Esquema N° 2.7 Layout línea Assembly



Fuente: Elaboración propia

El proceso de esta línea comienza en distribuir los componentes en las estaciones de preensamble como lo muestra el esquema N° 2.7. La estación N°1 es donde se preensambla la parte de arriba de la puerta, es decir se ensamblan los top panel, con el top rail, el top mullion junto con el inter rail. En la estación N°2 se preensamblan la

parte media de las puertas, es decir, los bottom panel junto con un bottom mullion y el lock rail agregándolas al preensamble de la estación anterior. En la estación N°3 se preensambla la parte de debajo de las puertas, es decir, los bottom panel, un bottom mullion junto con el bottom rail se debe agregar al preensamble de la estación anterior. Esta unión ingresa a la autopress o ensambladora la cual esta cargada con stiles, en donde se alinean todos los componentes, se encolan las perforaciones de los stiles y se acoplan al preensamble de las estaciones, saliendo la puerta totalmente armada. Luego las puertas pasan por las sander bottom y top para ser lijadas por debajo y arriba respectivamente y clasificadas en la banda de clasificación, para ser acopiadas en pallets en el Stacker, los pallets de puertas que están conforme a las normas de calidad pasan directamente a embalaje y las puertas que con están dentro de normas pasan a Patching que son estaciones de trabajo donde reparan las puertas defectuosas.

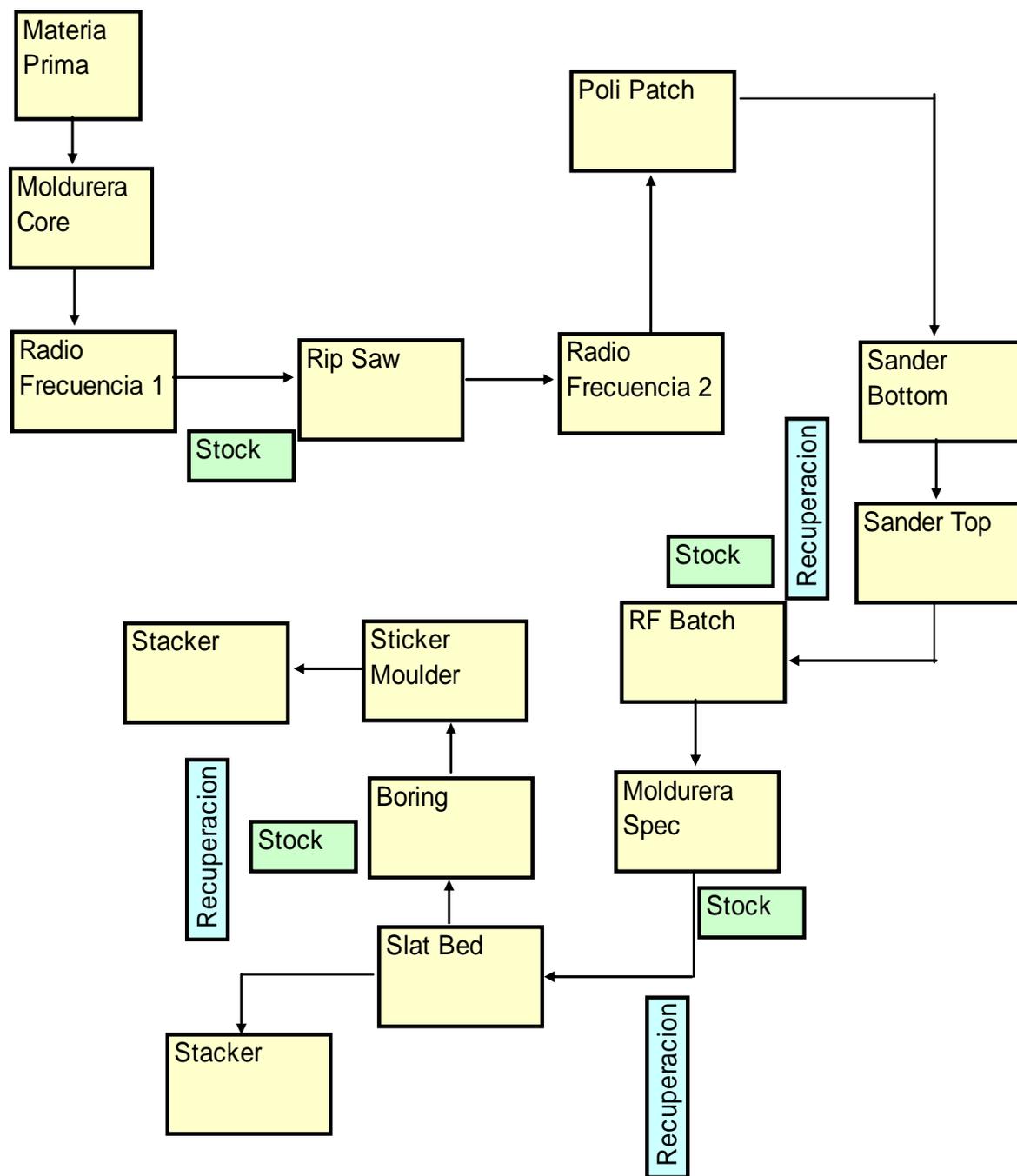
2.6 Análisis de la línea Lamination

El presente estudio consiste en un análisis de los procedimientos que se debe desarrollar para la reducción de tiempos de preparación de equipos y sus efectos sobre los resultados productivos del sistema. Para esto se analiza la línea Lamination de la empresa Promasa Planta Puertas

La materia prima hace su recorrido desde el primer equipo que es la moldurera core pasando por todas las maquinarias hasta la Slat Bed, en donde, dependiendo del tipo de producto que se fabrique, si son specs o stiles, se almacena como productos intermedios o continúa su curso hasta salir como producto dispuesto para el ensamble.

En la figura N° 2.8 se puede ver el layout de la línea, la disposición de sus equipos visualizándose los sitios en donde se acumulan stock de productos en procesos, además de las zonas de recuperación en donde hay acumulación de inventario.

Figura N° 2.8 Layout línea Lamination, depósitos de inventarios y recuperación



Fuente: Elaboración propia.

Los sectores de stock son los lugares donde se acopia material en proceso, ya sea porque el equipo siguiente esta detenido por fallas o por cambio de programa.

Los sectores de Recuperación son los lugares en donde se realiza la recuperación de los productos en procesos, el tipo de recuperación que se realiza depende del avance que haya tenido la pieza dentro del proceso productivo, es decir, el primer sector de recuperación dentro de la línea es en el costado de la Sander Top y la RF Batch y el trabajo que se realiza a las piezas específicamente consiste en retapar aquellas imperfecciones de la madera que no se alcanzó a retapar en el Poli Patch. El segundo sector de recuperación corresponde a una sierra trozadora ubicada detrás de la Slat Bed y consiste en trozar los specs defectuosos según normas de calidad a largos menores que estén contemplados dentro del programa de producción. Y el tercer sector de recuperación consiste en la reparación de los stiles defectuosos, ya sea realizando cambio de lamina o skin, trabajo también denominado “cambio de cara o cuero”, parchando con botes las imperfecciones, retapando grietas, entre otros.

Para realizar un correcto levantamiento de procesos y análisis de estos, se hizo un seguimiento de cada uno de los equipos registrando tiempos con cronometro. Además del contacto con los operadores lo que fue de mucha ayuda para comprender el funcionamiento de los equipos y poder determinar las falencias de la línea.

La moldurera core procesa blank core que según el programa de producción registra el largo a producir, pero pueden procesar madera de distintos anchos, los cuales se seleccionan todos los paquetes de un ancho específico, estos se consumen y una vez terminados se continua procesando madera de otro ancho, lo que hace que dentro de un turno de trabajo se realicen muchos cambios de medida lo que implica hacer ajustes de cabezales y cambios de sierras cada vez que se necesite según programa o se termine la madera del ancho que se está procesando. El tiempo promedio de cambio de medida o programa en la moldurera core es de 10 minutos y en un turno trabaja el operador con un ayudante.

Cuando existen cambios de programas en las Radiofrecuencias, el operador realiza un cambio en la medida de corte de los bloques de madera, en la presión que aplican los arrastradores y la guía que permite alinear la madera, utilizando un tiempo mínimo, por lo que este tiempo no se considera relevante para el mejoramiento de la línea.

Los bloques de madera ingresan a la Rip Saw que son sierras múltiples las cuales cortan a un ancho específico dependiendo del tipo de specs que se fabrique. Cuando existe un cambio de programa, se debe cambiar el cabezal de sierras que esta en el interior de la maquina en forma completa, por lo que el tiempo de cambio es de 8 minutos y trabaja el operador que es el mismo de la Radiofrecuencia 2.

Los procesos de Poli Patch y lijado en las maquinas Sander Top y Bottom tampoco se considera en este estudio, debido a que los tiempos de cambios son mínimos, y no necesita realizar cambios en los equipos al cambiar de programa de producción.

La RF Batch al igual que las radiofrecuencias solo se debe ajustar la guía que alinea la madera y la presión del equipo, por lo que tampoco el tiempo de cambio es relevante.

En la moldurera Spec, cuando se procesan specs y luego se producen stiles, el equipo requiere de cambio de cabezales, ajuste de guía de la cadena de alimentación, por lo que el tiempo empleado para realizar los cambios es de 14 minutos, en un turno trabaja solamente un operador.

La Slat Bed consiste en una serie de sierras circulares que dimensionan el largo de las piezas y que dependiendo del programa de producción se realizan los cambios a través de un tablero eléctrico por el cual permite ajustar la posición de las sierras una a una. El tiempo de cambio en este equipo es variable, debido a que según el tipo de spec se requiere mover a veces solo una sierra demorándose solo segundos o también mover las siete sierras llegando a demorarse 9 minutos y en un turno trabaja solo un operador.

Las maquinas Sticker Moulder y Boring se consideran como uno solo debido a que el operador es el mismo para ambas maquinas y trabaja en conjunto con un ayudante. La Boring es una maquina perforadora, consta de cuatro motores cada uno con un conjunto de brocas las cuales dependiendo del tipo de stile que se fabrique se hacen funcionar o no, normalmente los tiempos mas demorosos se obtienen cuando se realizan cambios de broca.

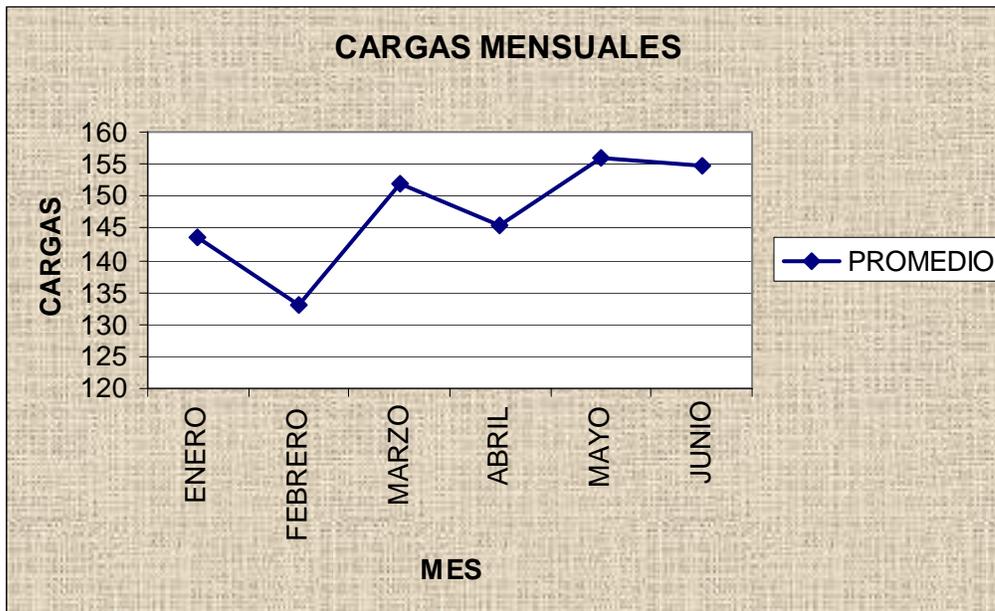
Por otra parte la Sticker Moulder es una moldurera, a la cual se le deben realizar cambios de cabezales, que según el programa de producción corresponde al tipo de perfil y la espalda del stile, el mayor tiempo empleado en este equipo se obtiene realizando los ajustes, ya que los dibujos que realizan los elementos de corte deben quedar perfectamente centrados y conforme a una plantilla de calidad. El tiempo que ambos equipos demoran en los cambios de programa es de 11 minutos.

La meta de producción de la línea Lamination es de 180 cargas por turno⁵, ya que es una meta que se fijó de acuerdo al historial de producción de la línea, pudiendo ser superada ya que la capacidad de producción es de un numero mayor de cargas de la RF Batch, dependiendo de la estación del año que nos encontremos (invierno o verano) si en un turno de trabajo la línea trabajara en forma continua sin ningún tipo de detenciones ni fallas, la capacidad de la línea sería de 192 cargas en invierno y 245 cargas en verano, ya que el tiempo de prensado de la RF llega a 2.8 minutos en invierno y 2.2 minutos en verano.

Se calculan las producciones promedio de ambos turnos en forma mensual de manera de poder tener una idea de la cantidad de producción y poder ver de manera grafica la tendencia de la línea hacia el mejoramiento. En el grafico N° 3.1 se puede visualizar las producciones promedio obtenidas durante los meses de Enero hasta el mes de Junio, que es el mes en donde se comienza a capacitar al personal de la planta en la filosofía Lean, las cinco S y las herramientas de Manufactura esbelta de manera de poder buscar su aplicación en el día a día y la factibilidad de la aplicación de la técnica SMED en el anexo A se encuentran las tablas comparativas en donde se obtuvo el gráfico.

⁵ Los turnos de trabajo son de nueve horas. La producción de la línea se mide por cargas realizadas a la RF Batch.

Grafico N°2.1 Producción Promedio línea Lamination



Fuente: Elaboración propia

El grafico indica que existe una clara tendencia al alza en el número de cargas promedio de producción en la línea lo que indica que existe una motivación de mejorar los procesos productivos.

2.6.1 Estandarización de procedimientos

Algunos de los procedimientos de la línea no están totalmente definidos y estandarizados en cuanto a quien debe realizar los trabajos, cuando o en que orden. Al no estar los procedimientos claramente establecidos se puede llegar a obtener detenciones de equipos o los operadores pudiesen no estar trabajando en un cien por ciento debido a que no siempre se encuentran las herramientas necesarias

Se puede lograr una reducción en la variabilidad de los procesos a través de la estandarización de estos al definir claramente las tareas.

2.6.2 Deterioro de los equipos y ambiente de trabajo

Los equipos de trabajo se ven medianamente deteriorados. Los equipos fallan por problemas mecánicos, hidráulicos y/o eléctricos. No existe en la empresa un plan sistemático de mantenimiento preventivo. Simplemente se realizan las reparaciones cuando ocurren los problemas, lo cual no los soluciona de raíz no permitiendo un diagnóstico efectivo del porque de los problemas. En cuanto al cuidado externo de las maquinas, éstas están despintadas, en muchos casos impide la correcta visualización de los elementos de ajuste. Las herramientas no tienen un lugar específico de almacenamiento, pueden encontrarse en cualquier parte, incluso existe el intercambio de herramientas entre las distintas maquinas.

2.7 Análisis de los problemas operativos

Al analizar los procesos productivos se encontraron diversos problemas operativos, por lo que se debe buscar algún tipo de aproximación desde la filosofía de la Manufactura esbelta que pueda ayudar a solucionar estos problemas.

Un problema que ofrece bastantes beneficios si se llegara a solucionar es el de los tiempos de preparación de los equipos cuando existe un cambio de programa.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se está en condiciones de establecer los objetivos propios de estudio.

2.8 Objetivos

Objetivo General:

El objetivo general es disminuir el tiempo de set up de los equipos de la línea Lamination al menos en un 50 por ciento mediante la aplicación de la técnica del Lean Manufacturing llamada Smed.

Objetivos Específicos:

- Aplicar la técnica Smed por separado en los equipos, a nivel general en la Línea Lamination y evaluar el impacto.
- Estandarizar la forma de trabajo que realizan los operadores de manera disminuir los movimientos, hacer solo lo que corresponde en el tiempo necesario y con el mínimo esfuerzo.
- Aumentar la producción de la línea considerando los diversos productos que se fabrican en ésta, logrando el aumento del número de cargas productivas⁶ por turno. Flexibilizar los programas de producción y Evaluar económicamente el impacto al aplicar esta técnica.

La técnica SMED indica que el tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que se termina de fabricar un producto, hasta que sale la primera pieza del otro producto buena, por lo que en la línea Lamination el tiempo de cambio se puede tomar en la Sticker Moulder cuando se fabrican Stiles o bien a la salida de la Slat Bed cuando se fabrican Spec. Ese tiempo de cambio de programa en la línea dura en promedio 20 minutos.

Si consideramos que la Sticker Moulder y la Slat Bed trabajan a una velocidad de producción de 18 piezas por minuto y si están detenidas esos 20 minutos, dejan de producir stile o spec para 180 puertas, por lo que es importante reducir el tiempo de preparación al menos en una primera instancia en un cincuenta por ciento.

Al reducir los tiempos de preparación aumenta el tiempo productivo en la línea, aumenta la disponibilidad de los equipos, se pueden lograr estandarizar las tareas y establecer procedimientos, se pueden reducir los lotes de producción permitiendo ser mas flexibles en la variedad de productos que se pueden fabricar durante un turno de trabajo. Permite además reducir los inventarios y disminuir las recuperaciones.

⁶ El indicador de producción de la línea Lamination se considera por el número de cargas productivas que se realicen durante el turno de trabajo. Una carga equivale a la capacidad que tiene la Radiofrecuencia Batch, esto es 41 piezas.

La hipótesis de la investigación es que con una implementación de simples herramientas o procedimientos de Manufactura esbelta se pueden lograr beneficios considerables, al mismo tiempo formar los cimientos sobre los cuales se pueden desarrollar nuevas implementaciones de Manufactura esbelta en la línea o en las otras líneas productivas de la Planta.

La reducción de los tiempos de preparación en los cambios de programa es una solución puntual a los problemas que funciona como pilar para futuras implementaciones de las herramientas de la manufactura esbelta como lo son el JIT o el TPM.

2.9 Conclusiones

- En este capítulo se dio a conocer la empresa Promasa, la cual esta inserta dentro del rubro maderero. Consta de dos plantas ubicadas en la ciudad de Los Ángeles una de remanufactura y otra que es una fábrica de puertas, en la cual se basó el estudio.
- Debido a la situación del mercado es que Promasa Planta Puertas ha tenido que buscar e implementar nuevas estrategias para continuar sólida como empresa productora de puertas debiendo analizar cada uno de sus procesos productivos y tratar de mejorarlos con el fin de sobresalir ante los clientes.
- Se expuso a grandes rasgos los procesos productivos y el tipo de materia prima que se utiliza para fabricar las puertas, principalmente el de la línea Lamination la cual es considerada cuello de botella y en donde se centraron los análisis.
- Se conoce con detalles el proceso productivo de la línea en estudio, la línea Lamination, definiéndose los problemas en los cuales se deben trabajar y los objetivos que se quieren lograr con esta aplicación. No están establecidos los procedimientos que estandarizan las actividades para la realización de cambios de programa o de elementos de corte.

- El tiempo promedio de cambio de programa en la línea en general es de 20 minutos.
- Se analiza uno a uno los equipos para reducir los tiempos de cambio en ellos y así poder reducir el tiempo de cambio de programa de la línea.
- En muchos casos el tiempo se utiliza en ajuste de guías y cadenas de entrada y salida de los equipos, sobre todo cuando se trabaja al largo menor que se procesa en la línea, es decir, cuando se procesa madera de 69” de largo.
- Existe un desorden en los puestos de trabajo dificultando el accionar de los operadores ya que muchas veces no encuentran las herramientas en el momento necesario, los casilleros no son utilizados como corresponde.

Capítulo 3: Metodología

Para iniciar este capítulo acerca de la metodología implementada en el proyecto, es necesario conocer que es Lean Manufacturing o Manufactura esbelta, específicamente una de sus herramientas que se utilizan en la implementación de esta filosofía, la técnica denominada Smed, es conveniente centrarse en definir sus distintas aplicaciones en diversas industrias y la factibilidad de extrapolar sus principios a todas las áreas de una empresa, como sus herramientas posibilitan la eliminación del desperdicio de todo tipo de recursos en las organizaciones.

3.1 Historia

Aun en nuestros días existen grandes confrontaciones entre estadounidenses y japoneses acerca de quien invento o donde surgieron verdaderamente los conceptos y principios en los cuales se basa la manufactura esbelta.

Muchos de estos principios fueron desarrollados por Henry Ford con su sistema de producción en línea a inicios del siglo XX, con la cual aportó la estandarización de partes y los sistemas comunes de medición, que no existían en la época artesanal, y con lo cual redujo costos, utilizó operadores poco calificados en operaciones pequeñas y estableció el flujo del proceso. En ese momento estas innovaciones desarrollaron y revolucionaron totalmente la industria automotriz.

En aquel momento surgió otra empresa en Estados Unidos, General Motors, que comenzó a ofrecer mas variedades de modelos y le quitó mercado a Ford; sin embargo, tampoco cambiaron sus grandes sistemas de producción y comenzaron a tener problemas debido a los altos costos de inventario, maquinas muy especializadas (de propósitos especiales y no generales), herramientas pesadas y costosas que tomaban mucho tiempo en cambiarse, por lo cual fabricaban partidas muy largas que provocaban muchos inventarios, cuyos costos comenzaban a subir porque debían almacenarse; asimismo tenían altos desperdicios, grandes espacios de planta sin una utilización productiva, cambios de diseños muy costoso. Sin embargo, como en esta

época el mercado era de demanda, Estados Unidos se conserva bajo este mismo esquema.

Terminada la Segunda Guerra Mundial, en la posguerra, Japón con pocos recursos, pero con grandes especialistas como Williem Edwards Deming, gurú de la calidad, Joseph M. Duran, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyoda⁷, entre otros, empezó a visualizar las cosas de otra manera, ya no como occidente, y para competir en el mercado automotriz comenzaron a hacerlo con pocos modelos y pocos recursos, pero fueron optimizando sus sistemas de producción.

En esas épocas Estados Unidos abrió sus fronteras y se concentró en el mercado mundial, por lo cual se da cuenta que Japón le estaba quitando el mercado de la industria automotriz, ahí surge el interés por saber que había hecho Japón que lo estaba haciendo mejor que ellos, ya que Estados Unidos continuaba con los mismos métodos de producción y sistemas.

Fue ahí cuando decidieron enviar a tres personas a Japón a estudiar que estaba ocurriendo en la industria automotriz japonesa, ellos era James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos.

De su experiencia en Japón estos tres especialistas publicaron un libro que se llamo “La maquina que cambio al mundo”/ The machine that changed the World⁸. Con esta obra occidente se dio cuenta que había una manera diferente de hacer las cosas, lo que los autores adoptaron e introdujeron el concepto de Manufactura esbelta, para referirse al Sistema de Producción Toyota.

A partir de la investigación realizada en la evolución del sector automotriz mundial y como la industria japonesa alcanzo y sobrepaso a la norteamericana y a la europea, haciendo uso primordialmente de muchas herramientas de carácter administrativo en la planta de producción, muchas empresas alrededor del mundo incorporan esos principios.

⁷Prospectiva y Lean Manufacturing [en línea]

www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/prospectivalean/default2.asp [consulta: 10 Octubre 2008]

⁸ Calidad y Excelencia [en línea] www.xing.com/app/forum?op=showarticles;id=14456080 [11 Octubre 2008]

Desde entonces, conocer o aplicar los conceptos de Manufactura esbelta es aplicar los Principios de Toyota, es saber como lo esta haciendo Toyota que está teniendo tanto éxito, para después implementarlo en otras industrias.

La investigación obtiene como resultado que no todas las herramientas constituyen innovaciones, sino que principalmente se refiere a utilizaciones efectivas de muchas otras herramientas ya existentes, que se adaptaban al tipo de industria y de cultura en la que debía ser implantada.

Las herramientas utilizadas bajo el concepto de Manufactura esbelta van desde aquellas enfocadas a la organización del puesto de trabajo (5 S's, nacida en Japón y adoptada ya por occidente) hasta las que buscan casi el 100 % de calidad en los procesos (Seis Sigma, desarrollada por Motorola) pero buscando igualar los índices de calidad impuestos por Japón, pasando por aquellas que concentran su atención en la búsqueda de la eficiencia en el manejo de otros recursos productivos (inventario y maquinaria), pero siempre eliminando cualquier vestigio de desperdicio, generado por la ineficiencia existente en los procesos de producción (Justo a Tiempo, Kanban, Mantenimiento productivo Total TPM, Verificación de procesos Jidoka, Dispositivos para prevenir errores Poka Yoke, Mejora continua Kaizen, entre otras)

El Sistema de Producción Toyota ha sido definido como una metodología, filosofía de excelencia y mejora continua orientada a eliminar el desperdicio y actividades que no le dan valor agregado a los procesos para la fabricación, distribución y comercialización de productos y/o servicios, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquellas actividades y subprocessos que no se requieren, permitiendo a las empresas reducir costos, mejorar procesos, eliminar desperdicios, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

3.2 El pensamiento Esbelto⁹

Son cinco los principios del pensamiento esbelto, que indica que las ideas fundamentales de manufactura esbelta son universales, aplicables en cualquier lugar por cualquier persona.

1. **Definir el valor desde el punto de vista del cliente:** Se determina junto con el cliente y que está dispuesto a pagar, ya que muchos clientes quieren comprar una solución a un problema, no un producto o servicio.
2. **Identificar la cadena de valor¹⁰:** Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son eliminados inmediatamente y otros son inevitables.
3. **Crear flujo:** Hacer que todo el proceso fluya directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor final. Eliminar las interrupciones.
4. **Producir el “jale” del cliente:** Una vez hecho el flujo, se puede producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
5. **perseguir la perfección:** Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se comienza a entender que la eficiencia siempre es posible. La habilidad para lograr que las cosas se hagan bien desde un comienzo y se mantengan.

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que la mayoría de las veces involucra cambios radicales en la

⁹ Manufactura Esbelta [en línea] www.wikilearning.com/monografia/manufactura_esbelta-pensamiento_esbelto/12502-2 [13 Octubre 2008]

¹⁰ La cadena de valor fue descrita y popularizada por Michael E. Porter en 1985: La cadena de valor categoriza las actividades que producen valor añadido en una organización.

manera de trabajar, algo que por naturaleza causa temor y desconfianza. Los japoneses descubrieron que es más que una técnica, si no que se trata de un régimen de relaciones humanas. Es decir, se trata de aprovechar las ideas, inteligencia y creatividad de los trabajadores. El concepto de Manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es clave.

Los principios del pensamiento esbelto incluyen lo siguiente:

1. Uso eficiente de recursos y eliminación del desperdicio
2. Trabajo en equipo
3. Comunicación
4. Mejora Continua

Para eliminar el desperdicio se debe primeramente identificarlo.

Existen siete tipos de desperdicios principales, según la clasificación desarrollada por Ohno¹¹, estos son:

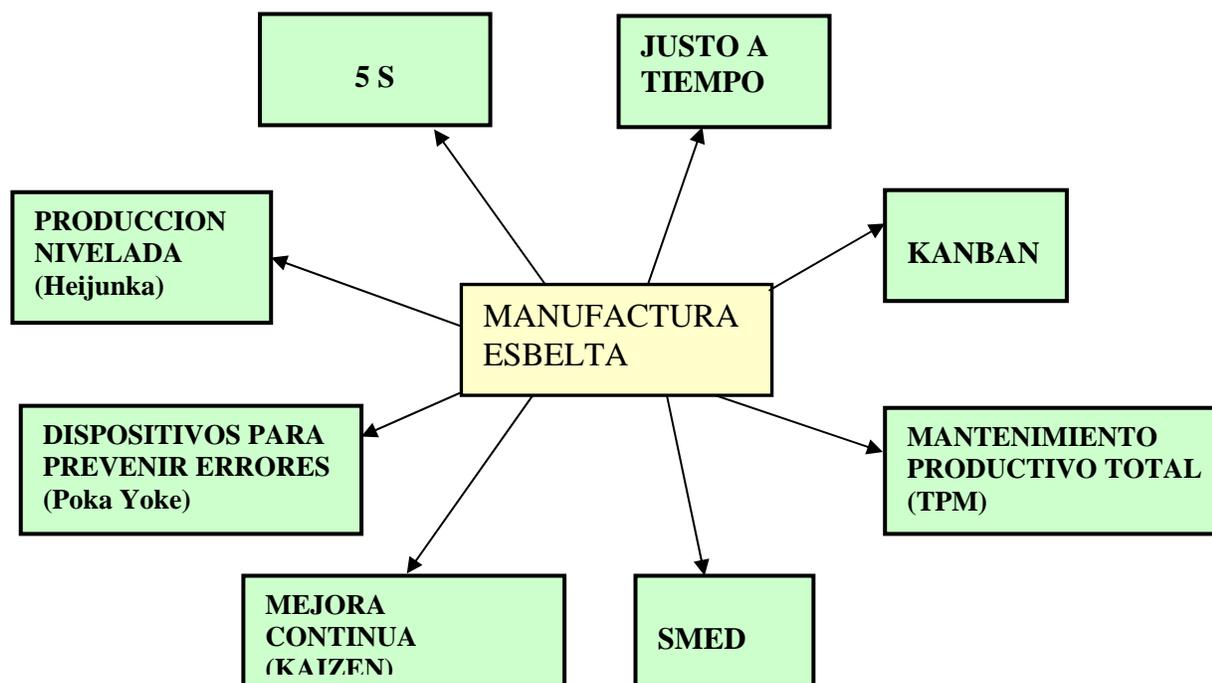
1. Sobreproducción: Cuando se produce más de lo que realmente se necesita
2. Inventario: Productos en Proceso, materia prima, entre otros, acumulados en algún sector de acopio.
3. Reparaciones: Se refiere a la recuperación de partes o piezas con defectos
4. Movimiento: Cuando se realizan movimientos innecesarios al hacer una determinada tarea
5. Transporte: Específicamente el uso de grúas para transportar materiales.
6. Tiempos de Espera: Se refiere a los retrasos que pueden ocurrir en una producción, en la entrega al cliente, etc.
7. Procesamiento: Cuando se realizan procesos que no agregan valor al producto.

¹¹ Ohno: Se le conoce como el Padre del Just in Time o producción justo a tiempo

3.3 Herramientas de Manufactura Esbelta¹²

Las herramientas de manufactura esbelta se encuentran identificadas en la figura N° 3.1

Figura 3.1: Herramientas de Manufactura esbelta



Fuente: Elaboración propia

Para lograr los objetivos propuestos es necesario la aplicación de mas de una de estas herramientas en la línea Lamination, es decir, toda empresa que desee lograr un mejoramiento y hacerlo continuo a través del tiempo, debe aplicar tal vez mas de una de las herramientas mencionadas en la figura 3.2. Para comenzar siempre se debe iniciar con la aplicación de las cinco S.

En este caso en particular se aplican conceptos de las cinco S, para luego aplicar la técnica SMED.

A continuación se mencionan las herramientas de Manufactura esbelta haciendo énfasis en las técnicas utilizadas en este proyecto.

¹² Fuenzalida Jorge 2007. Herramientas del Lean Manufacturing EN: APUNTE CAPACITACION de Lean Manufacturing. 4 Julio 2008 Los Ángeles Promasa Door Plant 45P

3.3.1 Cinco S¹³

Su práctica constituye algo indispensable a la hora de lograr que una empresa lleve con éxito la implementación de cualquier metodología.

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo mas limpias, mas organizadas y mas seguras, es decir, se trata de darle mayor "calidad de vida" al trabajo.

Las Cinco S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las Cinco S, aunque no nos demos cuenta.

Las Cinco S son:

1. Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
2. Ordenar: Seiton
3. Limpieza: Seiso
4. Estandarizar: Seiketsu
5. Disciplina: Shitsuke

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo

La implantación de una estrategia de Cinco S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando a la empresa y a sus empleados, algunos de los beneficios que generan las Cinco S son:

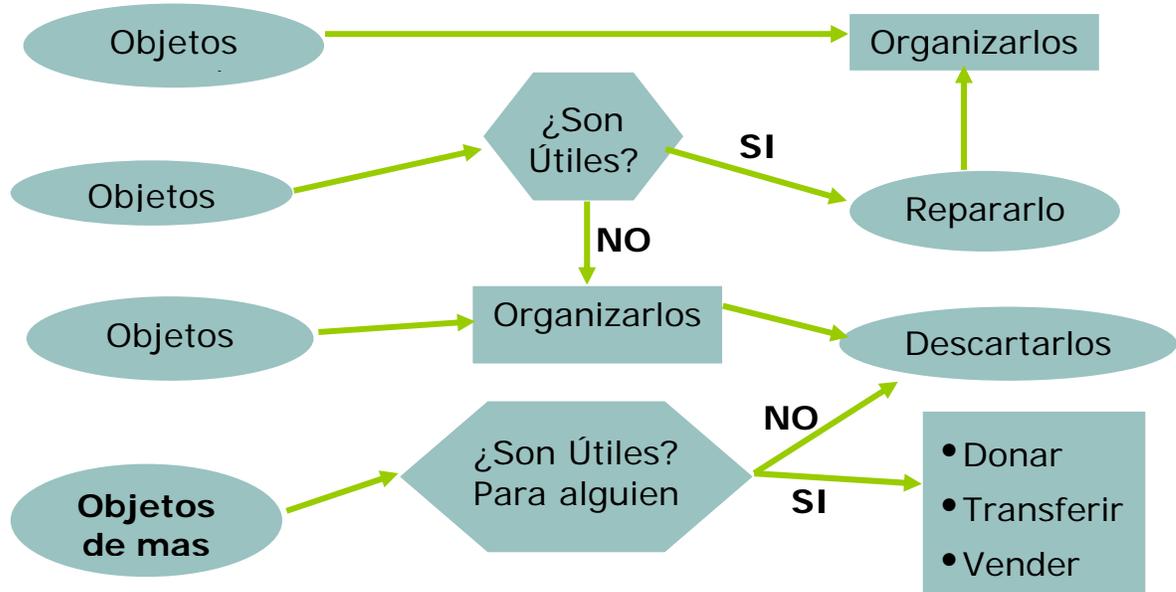
- Mayor nivel de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor Calidad
- Tiempo de respuesta mas cortos
- Aumento de la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción de las pérdidas y mermas por producciones con defectos.

¹³ Manufactura Esbelta [en línea] www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml. [13 Octubre 2008]

3.3.1.1 Beneficios de las cinco S

Clasificar (Seiri): En la figura N° 3.2 se muestra un diagrama de flujo modelo para Clasificar

Figura 3.2: Diagrama de Flujo para Clasificar



Fuente: Elaboración propia

Clasificar permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas
- Mejorar el control visual de stocks (inventarios) de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

Algunos beneficios de ordenar (Seiton) son:

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo
- El ambiente de trabajo es más agradable
- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo
- Mejora de la productividad global de la planta



Beneficios de la limpieza (Seiso)

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE)
- Mejora la calidad del producto y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque

Beneficios de estandarizar (Sieketsu)

- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta

Beneficios de la disciplina (Shitsuke)

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.

3.3.2 Justo a Tiempo¹⁴

El sistema Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la disminución de desperdicios, como se vio con anterioridad, son las actividades que no agregan valor, es decir, todo lo que implique subutilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio, y finalmente forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que éste sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo.

La figura 3.3 nos indica cómo funciona el Sistema Justo a Tiempo.

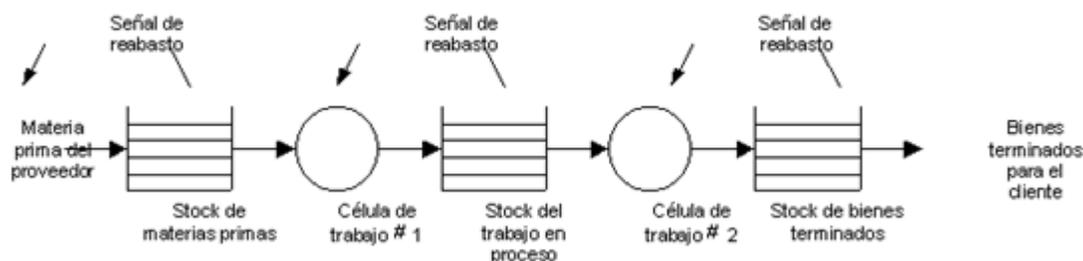


Figura 3.3 Sistema Justo a Tiempo

¹⁴ Lean Manufacturing [en línea] www.gestipolis.com [15 Octubre 2008]

3.3.3 Sistema Kanban¹⁵

Kanban es un herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características lleva, así como qué van a producir después, que características tendrá y como será transportado. Se basa en el funcionamiento de los supermercados.

Kanban es una palabra japonesa que significa: "Etiqueta de instrucción"

La Figura N° 3.4 muestra un tablero en donde se implementa el sistema Kanban



3.3.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)¹⁶

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de

¹⁵ Manufactura esbelta en sistemas de producción y calidad [en línea] www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/ [20 Octubre 2008]

¹⁶ Elementos de manufactura esbelta [en línea] www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/presentesbelta.htm [19 Octubre 2008]

todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través de pequeños equipos de trabajo.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

3.3.5 Producción Nivelada (Heijunka)

Heijunka, o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente "haga llano y nivelado".

La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

La herramienta principal para la producción suavizadora es el cambio frecuente de la mezcla ejemplar para ser corrido en una línea dada. En lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodo cortos de tiempo. Esto requiere tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia.

3.3.6 Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)¹⁷

El término "Poka Yoke" viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

¹⁷ Manufactura Esbelta [en línea] www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml [21 Noviembre 2008]

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100 por ciento de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100 por ciento de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100 por ciento de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

3.3.7 Mejora Continua (Kaizen)¹⁸

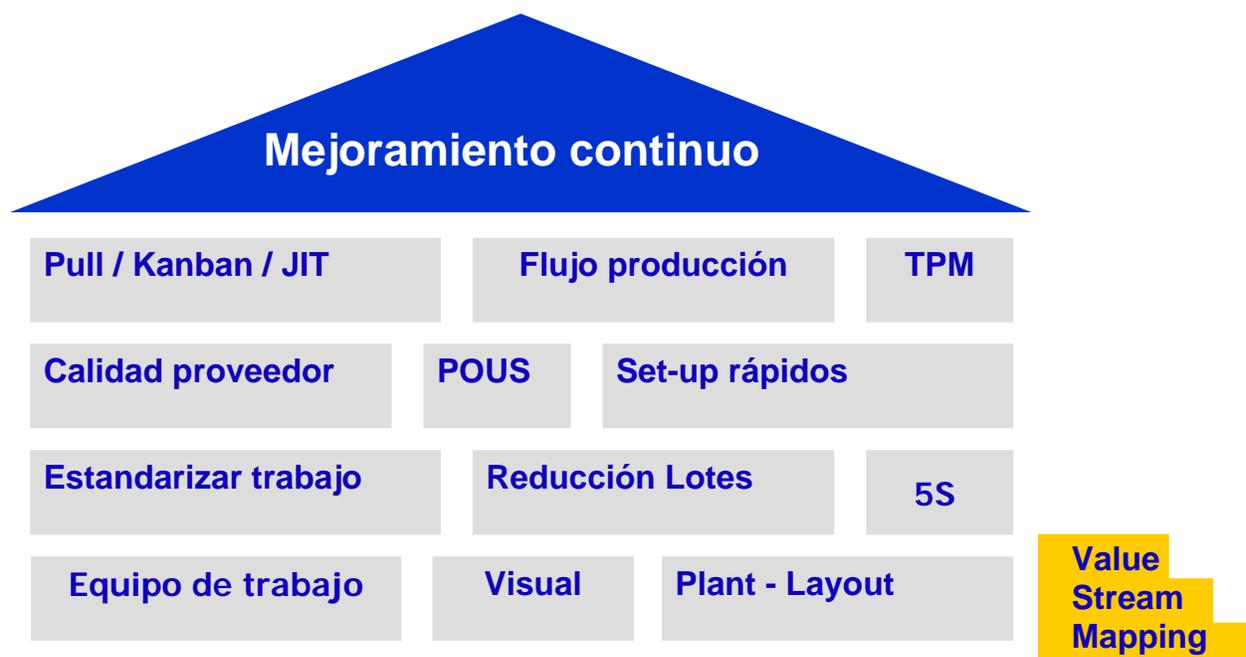
Proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario, es decir, involucra todas las partes de la empresa. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como “muda”, en cualquiera de sus ocho formas.

La Figura N° 3.5 Indica las herramientas claves para lograr un mejoramiento continuo, lo que permite a la empresa acercarse aun mas a producir de manera esbelta.

¹⁸ Fuenzalida Jorge 2007. Herramientas del Lean Manufacturing EN: APUNTE CAPACITACION de Lean Manufacturing. 4 Julio 2008 Los Ángeles Promasa Planta Puertas 45P

Figura N° 3.5 Herramientas del mejoramiento continuo



Fuente: tactika Brasil

3.3.8 Cambio rápido de modelo (SMED)

Introducción

Para empresas que quieren incrementar su flexibilidad y al mismo tiempo disminuir sus niveles de stock resulta crítico reducir al mínimo los tiempos tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones.

Esta necesidad viene a su vez insertada dentro de la filosofía de reducción de tiempo o máxima velocidad, que hoy todo lo invade, desde la capacidad de rápida atención, a la reducción de tiempos de respuesta, menores plazos desde la investigación y diseño hasta el inicio de la producción y puesta del producto en el mercado, y la reducción en los plazos de elaboración. El tiempo vale oro, y cada día ello toma mayor importancia tanto desde el punto de vista de la satisfacción del cliente, como desde los costos y de la capacidad competitiva de la empresa.

Eliminar el concepto de lote de fabricación reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales, esta es en esencia la filosofía SMED. Hoy se apuesta no sólo

a reducir al mínimo los tiempos de preparación, sino también los tiempos de reparación y mantenimiento.

A fines de la década de los '60 Toyota tardaba más de cuatro horas en cambiar de modelo en una prensa de estampación de 800 toneladas, cuando su equivalente en Volkswagen requería de tan sólo dos horas. El ingeniero Shigeo Shingo ante una actividad de investigación asignada por el directivo de Toyota, Sr. Ohno, (destinado a afianzar y hacer factible el Sistema de Producción Just in Time o justo a tiempo, con el claro y preciso objetivo de reducir los tiempos de espera y los niveles de inventarios tanto de productos en proceso, como de productos terminados, encontrándose ambos catalogados entre los siete tipos de desperdicios), procede a desarrollar un sistema que permitió reducir el tiempo antes indicado a tan sólo tres minutos.

Se había dado inicio a la implantación del SMED, superando de tal forma uno de los mayores obstáculos que en aquel momento tenía Toyota para implantar la producción “justo a tiempo”, sistema que se haría famoso en el mundo entero como Sistema de Producción Toyota (TPS).

Cuando una empresa ha trabajado en la reducción del tiempo de preparación de una máquina concreta durante varios años, comprueba que es posible reducir radicalmente el tiempo de cambio de varias decenas de horas, a menos de diez. Más tarde y para la misma máquina, se pueden lograr tiempos de decenas de minutos. Un poco más adelante se puede hablar de tiempos de cambio de menos de diez minutos. Algunas empresas incluso han conseguido el objetivo final: cambios al primer toque, donde el tiempo es casi igual a cero. Ninguna empresa puede permitirse el lujo de dejar de trabajar en reducir los tiempos de cambio hasta llegar a este objetivo. No se trata de analizar si es o no posible, sino de ver lo que hay que hacer y cuánto se va a tardar en conseguirlo.

No sólo Toyota sirve de ejemplo, también podemos mencionar a la empresa Kodak (USA) quien en materia de prensa de inyección de plástico logró en 1984 reducir el tiempo de cambio de aproximadamente dos horas a treinta minutos; unos meses más tarde, se volvió a reducir hasta llegar a seis minutos.

Aunque existen un gran número de técnicas destinadas al incremento o mejora de la productividad, la reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante por tres motivos:

- Cuando el tiempo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria, eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.
- Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de herramientas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones.
- Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas funcionan siete días a la semana, 24 horas al día, una opción para tener más capacidad, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Una de las ventajas más importantes de reducir los tiempos de preparación a cifras de un sólo dígito, es que la empresa puede pasar de trabajar contra almacén a fabricar bajo pedido. Dado que para algunas fábricas la inversión en el inventario de producto acabado es el mayor activo, su conversión en efectivo puede servir para financiar otras inversiones o reducir deudas.

El SMED es sin lugar a dudas un concepto de alta innovación generado por los japoneses dentro del ámbito de la ingeniería industrial. Cabe consignar que en las empresas japonesas, la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de ingeniería, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC).

Cabe mencionar que actualmente tal filosofía de trabajo ya no sólo se aplica en los cambios de herramientas y preparación de máquinas y equipos, sino también en la preparación y puesta a punto de quirófanos, preparación de embarques aéreos, atención de automóviles Fórmula Uno y de otras actividades vinculadas a los servicios.

Objetivos de SMED

- Facilitar los pequeños lotes de producción
- Rechazar la fórmula de lote económico
- Correr cada parte cada día (fabricar)
- Alcanzar el tamaño de lote a uno
- Hacer la primera pieza bien cada vez
- Cambio de modelo en menos de diez minutos
- Aproximación en 3 pasos:

1. Eliminar el tiempo externo

Gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las tareas reduce el tiempo (el orden de las partes, cuando los cambios tienen lugar, que herramientas y equipamiento es necesario, qué personas intervendrán y los materiales de inspección necesarios). El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar. La idea es mover el tiempo externo a funciones externas.

2. Estudiar los métodos y practicar

El estudio de tiempos y métodos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores causantes de demoras. La unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo. Duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas.

Para mejores y efectivos cambios de modelo se requiere de equipos de gente.

Dos o más personas colaboran en el posicionado, alcance de materiales y uso de las herramientas. La eficacia esta condicionada a la práctica de la operación. El tiempo empleado en la práctica bien vale ya que mejoraran los resultados.

3. Eliminar los ajustes

Implica que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones.

Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez.

Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas.

Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utensilios por lo que requiere espacios estándar.

Beneficios de SMED

- Producir en lotes pequeños
- Reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos
- Tiempos de entrega más cortos
- Ser más competitivos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

Fases para la reducción del cambio de modelo

Fase 1. Separar la preparación interna de la externa

Preparación interna son todas las operaciones que precisan que se detenga la máquina y preparaciones externas son las que pueden hacerse con la máquina funcionando. Una vez parada la máquina, el operador no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de

movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, esto permite disminuir el tamaño de los lotes.

Fase 2. Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc. fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se detenga, rápidamente se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

Fase 3. Eliminar el proceso de ajuste

Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70 por ciento del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en echar a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida. En otras palabras los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien, se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error va llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones. Además se emplea una cantidad extra de material.

Fase 4. Optimización de la preparación

Hay dos enfoques posibles:

- a) Utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distinto producto (diseño de conjunto);
- b) Producir las distintas piezas al mismo tiempo (diseño en paralelo)

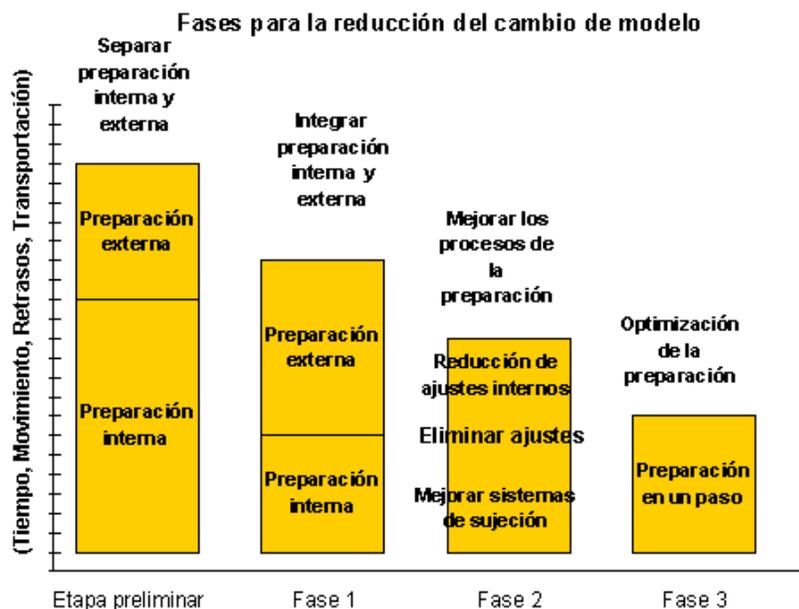
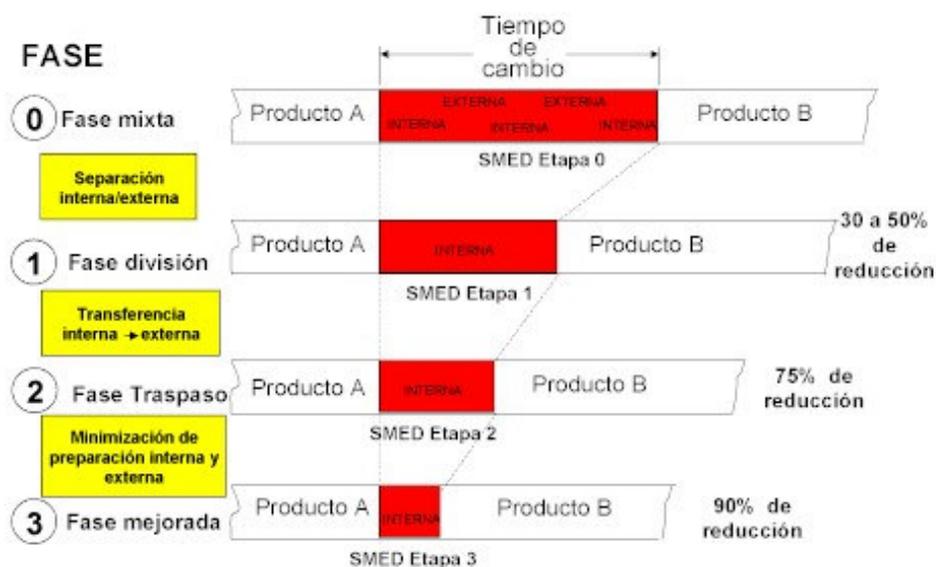


Figura 3.6. Fases para la reducción del cambio de modelo

La figura 3.7 también indica las fases para la reducción del cambio de modelo, en este caso se puede visualizar el porcentaje de reducción del tiempo al aplicar las distintas fases.

Figura 3.4: Fases para la reducción del cambio de modelo.



Fuente: tactika Brasil

Técnicas de aplicación

Se utilizan en el SMED seis técnicas destinadas a dar aplicación a los cuatro conceptos anteriormente expuestos.

Técnica N° 1: Estandarizar las actividades de preparación externa.

Las operaciones de preparación de los moldes, herramientas y materiales deben convertirse en procedimientos habituales y estandarizados. Tales operaciones estandarizadas deben recogerse por escrito y fijarse en la pared para que los operarios las puedan visualizar. Después, los trabajadores deben recibir al correspondiente adiestramiento para dominarlas.

Técnica N° 2: Estandarizar solamente las partes necesarias de la máquina.

Si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se reducirá considerablemente. Pero dado que ello resulta de un costo elevado, se aconseja estandarizar solamente la parte de la función necesaria para las preparaciones.

Técnica N° 3: Utilizar un elemento de fijación rápido.

Si bien el elemento de sujeción más difundido es el perno, dado que el mismo sujeta en la última vuelta de la tuerca y puede aflojarse a la primera vuelta, se han ideado diversos elementos que permiten una más eficaz y eficiente sujeción. Entre tales elementos se cuenta con la utilización del orificio en forma de pera, la arandela en forma de U y la tuerca y el perno acanalado.

Técnica N° 4: Utilizar una herramienta complementaria.

Se tarda mucho en unir un troquel o unas mordazas directamente a la prensa de troquelar o al plato de un torno. Por consiguiente, el troquel o las mordazas deben unirse a una herramienta complementaria en la fase de preparación externa, y luego en la fase de preparación interna esta herramienta puede fijarse en la máquina casi instantáneamente. Para hacer ello factible es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias.

Técnica N° 5: Hacer uso de operaciones en paralelo.

Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.

Técnica N° 6: Utilización de un sistema de preparación mecánica.

Al poner el troquel, podría hacerse uso de sistemas hidráulicos o neumáticos para la fijación simultánea de varias posiciones en cuestión de segundos. Por otra parte, las alturas de los troqueles de una prensa de troquelar podrían ajustarse mediante un mecanismo electrónico.

Importancia de las Cinco “S” en la aplicación del SMED

Las actividades de Organización-Orden-Limpieza-Estandarización y Disciplina son esenciales y fundamentales para una correcta y óptima puesta en funcionamiento del sistema SMED.

El poder encontrar rápidamente las herramientas, el disponer de todos los equipos y lugar de trabajo en estado de limpieza, y el disponer de elementos visuales que permitan el mejor ajuste, son beneficios que trae consigo la aplicación sistemática de las Cinco “S”.

Los cambios de preparación varían de equipo en equipo, debido a las características propias de cada uno. Algunos equipos requieren cambio de partes cortantes, otros de piezas que moldean, existen métodos para juntar elementos como son los pernos, grampas y topes. Los procedimientos también difieren, mas en el orden que en la forma, aun cuando todos los equipos puedan tener procedimientos específicos distintos las operaciones de cambio de modelo se pueden agrupar en grupos de operaciones que si están presentes en la mayoría de los cambios.

3.4 Conclusión

Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing es un sistema de calidad, con el cual eliminamos lo que no agrega valor al producto, y por ende al cliente. Tiene diversas herramientas, que han ayudado a muchas empresas a disminuir sus costos de manufactura, bajar lotes de producción, inventarios, reducir movimientos innecesarios, disminuir tiempos de setup, reducción del tiempo de entrega, mejor calidad, menos mano de obra y siempre basado en el respeto al trabajador.

Proporciona a las compañías herramientas para competir en un mercado globalizado que continuamente exige estándares de calidad más altos, entregas más rápidas a más bajo costo y en la cantidad que sea requerida. Con todas estas herramientas podemos obtener muchos beneficios, haciendo cambios continuos para mejorar, llámese desde crear sistemas de producción más robustos, sistemas de entrega de materiales más apropiados, hasta cambios de distribución de la planta.

Para implementar las herramientas dentro de cualquier compañía se debe comenzar por educar, por cambiar la mentalidad de las personas y apuntar a vivir dentro de la filosofía que presenta Manufactura esbelta.

En este capítulo se dio a conocer la teoría, los beneficios y la forma de aplicación de las distintas herramientas de Manufactura esbelta, así como también reconocer que es extremadamente útil para lograr una eficiencia productiva que satisfaga los requerimientos de la empresa.

Manufactura Esbelta fue desarrollada como un método de producción para la industria automotriz japonesa, pero posteriormente se comprobó mediante estudios que puede ser implementada en casi cualquier sistema productivo, como también en el ámbito del servicio. Manufactura esbelta habla de la disminución sistemática de elementos en la producción que no agreguen valor al producto final.

Uno de los aspectos relevantes de la esbeltez es la necesidad que los tiempos de preparación de las máquinas, es decir, los tiempos de setup que es el tiempo que transcurre desde que se termina de producir un producto hasta que se comienza a producir la primera

pieza de otro producto de excelente calidad, sea muy corto. Teniendo tiempos de setup pequeños se logra mejorar muchos aspectos de la producción en pro de una manufactura esbelta. Con esta reducción de tiempos de preparación se pueden lograr menores niveles de inventarios, planificar mejor la producción de manera de producir solamente lo que se necesite cuando se necesite, se reducen costos y además aumenta la capacidad de las maquinas al disponer de un mayor tiempo operativo.

Capítulo 4: Hacia la reducción de tiempos de preparación

En primer lugar se realizó un reconocimiento general de la línea, sus elementos, su layout y procesos de manera de obtener una visión general para la aplicación de la técnica.

Se escogieron cinco equipos, los cuales tienen directa relevancia en el tiempo de cambio general de la línea cuando se debe cambiar a un producto distinto.

La suma de los tiempos de cambio de los cinco equipos analizados dentro de la línea influye directamente en el cambio total de programa de la línea, es decir, aunque se analicen por separado cada equipo de trabajo, se debe unificar todo el proceso para lograr una mejora en la línea en general.

Estos cinco equipos analizados son: Moldurera Core, Rip Saw, Moldurera Spec, Slat Bed y Sticker Moulder-Boring.

El análisis en cada uno de los equipos se realizó con un equipo de trabajo conformado por los Operadores de ambos turnos, los Ayudantes de los Operadores de ambos turnos en el caso que tuvieran, un Supervisor de Mantenimiento en caso de haber reparaciones de los equipos y un encargado de Control de Procesos. Es decir, se conformaron cinco equipos de trabajo, uno para cada equipo, en los cuales el común denominador de ellos era el encargado de mantenimiento y de control de procesos para ir generalizando los cambios en la línea completa.

Todos los análisis de las preparaciones, incluyendo la toma de tiempos, se hicieron investigando todos los pasos en el lugar de trabajo, realizando el cambio que implica mayor tiempo. Estos análisis se resumen en un cuadro denominado A3 que es un formato utilizado para el dibujo de planos, pero que en este tipo de actividad resume todo el proyecto en el estado actual y el estado esperado, en el anexo A se puede visualizar el A3 inicial del proyecto.

Los tiempos se cronometraron registrándose paso a paso cada una de las actividades realizadas, se dibujan los diagramas de spaghetti que consisten en esquematizar cada movimiento realizado por los operadores y los ayudantes de manera de poder analizar si

existen tareas y/o desplazamientos que podrían ser innecesarios al momento de realizar la actividad, estos diagramas de spaghetti se pueden visualizar en el anexo B.

Todos los procedimientos de set up comienzan con la limpieza. Esta no es una limpieza muy profunda, si no mas bien consiste en extraer de los equipos el aserrín que hay depositado en ellos mediante el uso de mangueras que lanzan aire comprimido para despejar el área. En este caso la limpieza no se considera dentro de las actividades de los cambios, ya que no es una limpieza exhaustiva.

A continuación se muestran en detalle las actividades realizadas en cada uno de los equipos al momento de intervenir las maquinas al hacer los cambios, ya sea tanto cambios de programa como de elemento de corte y el tiempo de duración de cada una de las actividades en segundos.

Existen dos casos en que se realizan actividades en paralelo, que es cuando intervienen los ayudantes, las cuales también son detalladas en tablas anexas.

En el anexo C se pueden encontrar las tablas originales con el detalle de los cálculos de los tiempos en minutos y al tipo de actividades que corresponden, es decir, si la actividad a realizar es una actividad interna o externa.

Tabla N°4.1.1 Actividades que componen el cambio de preparación de la Moldurera Core Operador

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Abrir guía de entrada	32
2	Abrir y cerrar guía entrada moldurera	13
3	Abrir cabezal izquierdo	25
4	Dar avance a la madera para realizar el ajuste (sacar madera medida anterior)	57
5	Sacar perno del cabezal de la sierra	10
6	Sacar protección sierra	12
7	Levantar cargador	8
8	Bajar mesa de salida	12

9	Buscar herramientas para sacar porta sierras	12
10	Sacar portasierras y llevar al mesón	35
11	Ajustar seguro	4
12	Encender motor sierras y pasar madera	22
13	Detener motor	15
14	Buscar pie de metro y medir ancho de madera	13
15	Buscar separadores o lainas para ajustar medida	150
16	Alinear portasierra y engrasar	85
17	Levantar mesa de salida	8
18	Abrir guía de salida	10
19	Encender motor sierra mas el avance	25
20	Bajar cargador y ajustar	15
21	Ajustar guía de salida	17
22	Poner protección	9
23	Encender equipo y avance de madera	6

En este caso el operador no cuenta con las herramientas a mano para realizar las actividades teniendo que ir en varias oportunidades al casillero de herramientas para buscar las que necesita. Además saca el elemento de corte, en este caso el portasierras, lo desmonta, ajusta y luego lo vuelve a montar, demorando en el proceso de cambio, ya que no tiene un portasierras armado con anterioridad para realizar el cambio.

Tabla N° 4.1.2 Actividades que componen el cambio de preparación de la Moldurera Core Ayudante

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Buscar grúa y materia prima	145
2	Buscar madera para poner como guía, amarrar y ajustar al largo	90
3	Buscar paneles y tacos para alimentación de materia prima	43
4	Dirigirse hacia el tablero de control y llenar mesa	41
5	Dirigirse hacia mesa de salida moldurera y ajustar guía	85
6	Dirigirse a buscar llave de ajuste y desplazarse a guía entrada RF1 y ajustar	92
7	Dirigirse al sector donde se ubica guía móvil de entrada RF1 y ajustar guía	112

El ayudante de la moldurera core realiza la mayoría de los ajustes en las mesas de entrada y salida de los equipos, el mayor tiempo lo realiza en los desplazamientos en búsqueda de materia prima y de grúa para el traslado del material a la maquina.

Tabla N° 4.2 Actividades que componen el cambio de preparación de la Rip Saw

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Detener equipo y terminar de consumir madera en mesa	90
2	Dirigirse al lugar de cambio de elementos de corte	30
3	Cambio de elemento de corte	298
4	Ajuste de tope y guía de mesas de salida	28
5	Volver al lugar de trabajo	34

El cambio de elemento de corte consiste en sacar el soporte que sujeta el juego de sierras, sacar una tuerca, luego se sube mediante un volante el eje para que quede al mismo nivel del soporte que tiene el juego de sierras a cambiar, se retira el juego de sierras y se monta el nuevo, se coloca la tuerca, se pone el soporte ajustándose bien, se cierra la protección. Luego de eso se procede a realizar la actividad N°4

Tabla N° 4.3 Actividades que componen el cambio de preparación de la Moldurera Spec

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Detener cadena de entrada y subir guía	85
2	Ajuste de guías laterales	90
3	Encender avance de cadena y regular guías entrada de moldurera	125
4	Cambio de cabezal	250
5	Ajuste de medida	285

El cambio de cabezal consiste en sacar la protección que cubre el cabezal, sacar tuerca de apriete del cabezal, quitar el seguro del cabezal, desengrasar y retirar el cabezal. El operador no cuenta con el cabezal nuevo a mano, debiendo ir a buscarlo al casillero de herramientas, luego monta el nuevo cabezal, pone la tuerca de apriete ajustándola debidamente, engrasa el cabezal debiendo antes ir en busca de la grasera, coloca el seguro del cabezal y la protección, luego de eso realiza el ajuste de medida.

Tabla N° 4.4 Actividades que componen el cambio de preparación de la Slat Bed

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Posicionar las 7 sierras en el lugar de corte	432
2	Verificar medidas y reajustar	107

Si bien es cierto las actividades son mínimas al realizar los cambios en este equipo, no es tanto el número de actividades si no que es el tiempo que se emplea y el tipo de mejora que se puede realizar para poder disminuir el tiempo, ya que en este caso para poder posicionar las siete sierras se debe hacer en forma separada para cada una de ellas pudiendo tal vez realizarse en forma simultánea.

Tabla N°4.5.1 Actividades que componen el cambio de preparación de la Sticker Moulder-Boring Operador

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Detener equipo	8
2	Cortar energía	16
3	Abrir protecciones del cabezal	21
4	sacar cabezal en uso, poner nuevo cabezal y engrasar	105
5	Aproximar cabezal a la medida	53
6	Dar energía, prender equipo para botar grasa al cabezal y cortar energía	32
7	Poner jointer, ajustar y jointear	159
8	Poner protección	18
9	Dar energía y encender equipo	9
10	Ajuste de medida del perfil	217

El cambio de cabezal en la sticker moulder consiste en al sacar el cabezal usado se debe retirar una tuerca de seguridad, luego retirar el seguro que estos tienen y retirar el cabezal, se monta le nuevo cabezal, se engrasa, se ajusta y luego se enciende el equipo para eliminar los excesos de grasa que estos pudieran tener, luego se instala el jointer¹⁹, se jointea el cabezal y se pone la protección del equipo, luego se enciende el equipo para ajustar la medida del perfil según plantillas.

¹⁹ Equipo utilizado para jointear los cabezales, consta de una piedra que tiene misma forma de los cuchillos del cabezal de modo que al pasarlo por los cuchillos la piedra se gasta junto a estos eliminando las posibles diferencias de montaje.

Tabla N° 4.5.2 Actividades que componen el cambio de preparación de la Sticker Moulder-Boring Ayudante

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)
1	Vaciar Stacker	78
2	Sacar brocas	185
3	Buscar regla y modificar la distancia de los boring en un cabezal	138
4	Tomar regla para verificar medida y encender equipo	207
5	Dejar regla en su lugar y cambiar sentido de alimentación de la banda	21

El ayudante interfiere en la Boring realiza varias tareas, dentro de la Boring al realizar el cambio de brocas a los motores porta brocas le saca el seguro a las brocas con una llave Allen, luego pone la broca la nivela a la misma posición de las otras y la ajusta, realiza la misma operación para las siguientes brocas según sea necesario cambiar ya sea por programa de producción o por desgaste. El mayor tiempo se utiliza en ajustar las medidas ya que las posiciones de las perforaciones en los stiles deben ser exactas, además de la profundidad que deben tener para que calce el ensamble de manera perfecta.

4.1 Propuestas de mejoras para reducir los tiempos de cambio.

Una vez analizados los equipos operacionalmente y estructuralmente se está en condiciones de realizar propuestas para mejorar los tiempos de preparación en los equipos analizados.

A modo general se necesita el compromiso de todo el personal del área para mantener el orden y la limpieza de la línea bajo el concepto de las cinco S, en donde es imprescindible tener cada cosa en su lugar y tener un lugar para cada cosa. Para esto es necesario hacer modificaciones en los casilleros de trabajo de todos los equipos de manera de poder mantener orden, y tal vez buscar lo más adecuado para poder tener las herramientas lo más cerca posible al momento de realizar los cambios para no perder el tiempo al buscar los elementos.

Los equipos de trabajo se reunieron para determinar las propuestas de arreglos sin tener que recurrir a grandes gastos de dinero en las modificaciones de los equipos con el fin de mejorar las formas de trabajo haciendo esto más fácil para los operadores. Además se busca evaluar el impacto económico que puedan tener al realizar pequeñas inversiones para mejorar el sistema de trabajo.

La mayoría de los cambios propuestos se tratan de modificaciones en los equipos, muchos de ellos se proponen en las mesas de alimentaciones, cadenas y guías de entrada y salida de los equipos, sobre todo cuando se procesa madera de 69" de largo que es el largo menor que se trabaja en la línea.

Propuestas de mejoras

A continuación se muestran las tablas en las cuales se registraron las propuestas de mejoras a realizar en los equipos.

De acuerdo a estas mejoras se evaluará el impacto que tendría en los equipos y cuanto se podría corregir en tiempo al cumplirse con los acuerdos.

Además de evaluar el flujo general de la línea de manera de poder disminuir al máximo el tiempo de cambio y poder realizar una evaluación económica de lo que significa la disminución de los tiempos.

Tabla 4.6 Mejoras propuestas para la moldurera core.

Ítem	LUGAR / ACCION	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Guía mesa de alimentación	Para facilitar manipulación, alargar cabeza de los pernos a 5" de alto en guía	Operador / Mantención
2	Guía entrada moldurera	Poner manilla con engranaje	Operador / Mantención
3	Cargadores moldurera	Poner manillas con engranaje, poner bolitas terminales	Operador / Mantención
4	Cambio de sierras	Tener una manga de sierras de recambio	Control Procesos
5	Repuesto manga sierras	Tener preparado con anticipación las mangas de sierras para el cambio	Operador

6	Banco trabajo	Hacer diseño para remodelar banco de trabajo (con dispositivo de base para las sierras y ordenador de separadores)	Operador / Control Procesos
7	Mesa	Fabricar mesa con doble compartimento para dejar elemento de corte y grasera	Supervisores
8	Herramientas	Acercar herramientas a la moldurera, encontrar ubicación para depositarlas y mantenerlas ordenadas	Operador / Mantención
9	Mesa alimentación moldurera	Hacer ambas guías móviles con sistema de pasadores	Operador / Mantención
10	Deposito Materia prima	Fabricar 2 marcos para facilitar el ingreso del core Blank de 69"	Supervisor / Mantención
11	Guía salida moldurera	Poner sistema de pasadores con posiciones fijas	Operador / Mantención
12	Guía entrada RF 1	Poner sistema de pasadores en guía tope costado derecho y alargar pernos en guía de nivelación	Operador / Mantención
13	Guía entrada RF 1	Modificar el recorrido de la guía (costado izquierdo) por no poder ajustarse al largo mínimo de materia prima y cambiar la posición de los pernos de sujeción hacia arriba con manilla.	Operador / Mantención
14	Grasera	Adquirir o recuperar grasera para dar presión a los cabezales	Supervisores
15	Guía entrada encolador	Para facilitar manipulación, alargar cabeza de los pernos a 5" de alto en guía	Operador / Mantención
16	Cabezal sierras	Reparar freno de cabezal de sierra por mal funcionamiento	Mantención
17	Manga sierras	Eliminar prisioneros de la tuerca de la manga de sierra	Mantención
18	Espaciadores	Rectificar espaciadores debido al desgaste que estos presentan	Taller de afilado
19	Apriete de tuerca	Comprar o pedir fabricación de llave cuello de cisne para realizar ajuste de tuerca	Supervisores
20	Grasera	Reparación de grasera por mal funcionamiento	Mantención

La mayoría de las propuestas aquí expuestas tienen mayor relevancia para facilitar la manipulación de los dispositivos de apriete o ajuste.

Las tareas que tienen mayor implicancia y que aportarían a la reducción de los tiempos en la moldurera core son:

- **Actividad 4:** tener una manga de sierras de recambio. El operador desmonta el porta sierras y luego lo arma según la nueva medida, esto lo realiza con el equipo detenido. La idea es tener una manga de sierra de recambio para no perder el tiempo en desmontar y montar al momento de realizar el cambio.
- **Actividad 8:** Acercar herramientas a la moldurera, encontrar ubicación para depositarlas y mantenerlas ordenadas. El operador deja el lugar de trabajo para ir en busca de las herramientas, si las tiene a un lado no pierde tiempo.
- **Actividad 9:** Hacer ambas guías móviles con sistema de pasadores. Se refiere a las guías de la mesa de alimentación de la moldurera, las cuales cada vez que deben realizar un cambio de medida se deben sacar los pernos, ajustar las guías pudiendo realizarse el ajuste de manera más rápida.
- **Actividad 11:** Poner sistema de pasadores con posiciones fijas. La mayoría de las guías tienen un sistema de ajuste mediante pernos, lo cual al momento de realizar los cambios ocupan tiempo en soltarlos o apretarlos.
- **Actividad 16:** Reparar freno de cabezal de sierra por mal funcionamiento. Si se repara el freno, al momento de detener el equipo se demoraría menos tiempo en estar el cabezal de la sierra completamente detenido de manera que se podría realizar antes el cambio.
- **Actividad 19:** Comprar o pedir fabricación de llave cuello de cisne para realizar ajuste de tuerca. Esta llave se utiliza para desmontar la manga de sierras del equipo, el operador no cuenta con esta llave, lo que dificulta desmontar la pieza.

- Una vez iniciado el turno y con el programa en mano, el ayudante debería verificar la materia prima, el número de paquetes que existe de cada ancho y largo de manera de poder cambiar con anticipación la manga de sierra, avisarle con anticipación al operador de grúa para que lleve la materia prima al sector de alimentación.

Estas actividades son las que mayor implicancia tendrían en la disminución de tiempos de preparación en la moldurera core, de tal modo que al cumplirse estas mejoras se debe evaluar la reducción de los tiempos y por ende deberíamos tener resultados positivos.

Tabla N° 4.7 Mejoras propuestas para la Rip Saw.

Ítem	LUGAR / ACCION	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Desplazamiento	No existe un lugar expedito por donde transitar hacia el lugar donde se realizara el cambio, se pide evaluar la posibilidad de poner escalera o buscar un lugar donde transitar sin peligro de accidente por falta de espacio	Operadores/ Prevención de riesgos/ Mantención
2	Seguro del eje	Reparar seguro ya que al tirar de la palanca no baja dificultando el proceso	Mantención
3	Manga de sierra	Facilitar el retiro de la manga de sierras, rectificando el agujero del lado de la tuerca.	Mantención
4	Manga de sierra	Modificar tuerca y poner chavetas	Mantención
5	Herramientas	Buscar ubicación para las herramientas que se utilizan en el set up	Operadores
6	Sierras	Revisar en taller de afilado que el espesor (Kaerf) que tienen las sierras sea el mismo por posible diferencia de medida	Taller afilado/ Control Procesos
7	Casillero espaciadores	Modificar y poner ruedas al casillero de espaciadores para eliminar recorrido	Supervisores/ Operadores
8	Sierras	Para evitar desgaste disperejo al afilar las sierras, se debe entregar todo el conjunto de sierras junto con las de repuesto para estandarizar medidas (o bien estandarizar a Z 32 o Z 40)	Operadores/ Taller Afilado

9	Eje de manga sierra	Mejorar sistema de apriete del eje con tuerca	Mantenición
10	Soporte manga sierras	Nivelar altura del soporte de las mangas de sierra con el fin de eliminar el dar vueltas al volante	Mantenición
11	Programas de cortes	Hacer listado de los distintos programas de cortes, con sus respectivos espaciadores, de manera de realizar procedimiento	Operadores

En el caso de la Rip Saw todo el cambio de las mangas de sierra corresponde a las actividades internas del equipo, por lo que se debe intentar de disminuir los tiempos al interior del equipo. Las actividades más relevantes que influyen en los tiempos de cambio son:

- **Actividad 2:** Reparar seguro ya que al tirar de la palanca no baja dificultando el proceso. Se refiere al seguro ubicado en el eje donde se monta la manga de sierras, el cual muchas veces se traba, provocando un aumento en el tiempo del cambio.
- **Actividad 3:** Facilitar el retiro de la manga de sierras, rectificando el agujero del lado de la tuerca. El agujero no está en buenas condiciones provocando que la tuerca se trabe, haciendo que el operador gaste más tiempo y utilice mayor fuerza de la necesaria.
- **Actividad 4:** Modificar tuerca y poner chavetas. Al modificar la tuerca poniéndole chavetas facilitaría el cambio ya que evitaría que la tuerca se trabe.
- **Actividad 10:** Nivelar altura del soporte de las mangas de sierra con el fin de eliminar el dar vueltas al volante. El volante levanta o baja el eje que contiene la manga de sierras al interior de la maquina, éste se debe mover cada vez que se debe cambiar las mangas de sierras, para eso el operador debe girar hasta que los soportes queden a un mismo nivel para facilitar el cambio. La idea es dejar nivelado o eliminar el hecho de girar el volante, ya que implica mayor esfuerzo físico del operador, también influye en el tiempo de cambio.

- Es importante mantener el orden y la limpieza en los lugares de trabajo. Dejar cada cosa en su lugar una vez que se utilizó. La mayoría de las veces deben conseguirse las herramientas por extravío de ellas, lo que implica una pérdida de tiempo por no poseer las herramientas adecuadas en el momento.

Tabla N° 4.8 Mejoras propuestas para la Moldurera Spec

12	Cadena	Poner cadena al centro de la mesa de alimentación con el fin de evitar caída de madera de largo 69"	Mantenición
1	Ajuste de guía	Por razón de seguridad se debe fabricar una escalera pequeña y una superficie para evitar posible caída al realizar la tarea	Supervisores / Prevención de riesgos
2	Botonera	Reparar botonera de avance ubicada en el equipo	Mantenición
3	Detención cabezales	Poner freno cabezal derecho	Mantenición
4	Guía salida moldurera	Poner manilla con engranaje	Mantenición
5	Guías laterales	Poner eje con volante para ajuste de guía desde la plataforma sin bajar de nivel	Mantenición /Operador
6	Guía mesa de alimentación	Para facilitar manipulación, alargar cabeza de los pernos a 5" de alto en guía	Mantenición /Operador
7	Herramientas	Fabricar mesa para ubicar herramientas de tal modo de acercarlas al equipo cuando se realiza el set up	Operador/supervisor
8	Encendido	Independizar (desenganchar) el funcionamiento de la moldurera con el de la slat bed, ya que limita el proceso del set up debido a que la moldurera funciona si la slat bed esta en funcionamiento	Mantenición
9	Botonera	Fijar botonera ubicada al costado de la mesa de salida de la RF Batch por problemas de detenciones inesperadas por ubicación	Mantenición
10	Sincronización	Analizar sincronización entre la producción de la moldurera spec y la sticker moulder debido a las detenciones que debe tener la moldurera para bajar el nivel de stock por procesar en la sticker	Supervisores / Control Procesos
11	Herramientas	Poner ganchos y/o pasador en equipo de manera de acercar aun mas las herramientas al operador	Mantenición

Las actividades de mayor influencia en los tiempos de preparación de la moldurera Spec en los cambios de programa o de elemento de corte son:

- **Actividad 3:** Poner freno cabezal derecho. La idea es que cada vez que se detengan los cabezales se ponga el freno para detenerlos más rápidamente, ya que cada vez que se aprieta el botón de detención, los cabezales continúan girando demorando en detenerse completamente.
- **Actividad 5:** Poner eje con volante para ajuste de guía desde la plataforma sin bajar de nivel. El operador para ajustar la guía debe descender al primer piso para cambiarlas de posición ya que la moldurera se encuentra en un segundo nivel, pasando por debajo de las cadenas lo cual puede ser riesgoso, la idea del volante es poder ajustar la guía desde el mismo puesto de trabajo sin tener que bajar resguardando también su seguridad.
- **Actividad 8:** Independizar (desenganchar) el funcionamiento de la moldurera con el de la slat bed, ya que limita el proceso del set up debido a que la moldurera funciona si la slat bed esta en funcionamiento. No es conveniente tener equipos “enganchados” en el sentido productivo y de seguridad ya que si existe una intervención en uno de ellos y el otro comienza a funcionar, puede incluso ocurrir un accidente, por lo que es imprescindible concretar esta actividad.
- **Actividad 9:** Fijar botonera ubicada al costado de la mesa de salida de la RF Batch por problemas de detenciones inesperadas por ubicación. La botonera al no estar fija, muchas veces el mismo operador sin darse cuenta la mueve, la choca o la bota, lo que provoca detenciones de la cadena de alimentación de la moldurera, provocando demoras en la producción.
- **Actividad 10:** Analizar sincronización entre la producción de la moldurera spec y la sticker moulder debido a las detenciones que debe tener la moldurera para bajar el nivel de stock por procesar en la sticker. La idea es que no existan detenciones de la

moldurera debido a que en la sticker moulder hay stock por procesar. Para eso es necesario que ambos equipos trabajen a la misma velocidad.

Tabla N° 4.9 Mejoras propuestas para la Slat Bed

Ítem	LUGAR / ACCION	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Referencia	Eliminar un movimiento de sierras dejando la sierra N° 7 en forma fija, sirviendo esta misma de referencia para las distancias de corte de las otras sierras	Operadores
2	Acelerador de velocidad	Ver posibilidad de adaptar un dispositivo que permita aumentar la velocidad de avance de las sierras	Mantenición
3	Ajustes de cortes	Fabricar una regla o algún dispositivo que permita detectar fácilmente la ubicación de las sierras en cada cambio de medida sin necesidad de hacer ajustes	Operadores / Control Procesos
4	Desplazamiento de sierras	Ver la factibilidad de modificar tablero, el cual permita la opción de mover una o mas sierras simultáneamente, no en forma unitaria	Mantenición
5	Programa de cortes	Entregar programa de cortes a Control de Proceso	Operadores
6	Tope sierra 7	Ver posibilidad de mover el tope directo desde el tablero de control sin necesidad de desplazarse	Mantenición

Este equipo tiene pocas actividades en el proceso de cambio de programa, las actividades consisten en cambiar de posición las sierras que dimensionan los Spec en el largo, pero el mayor problema de este equipo es que las sierras se deben mover una a una, y el proceso es lento demorando en el cambio.

Las mejoras propuestas más relevantes en el proceso de cambio son:

- **Actividad 2:** Ver posibilidad de adaptar un dispositivo que permita aumentar la velocidad de avance de las sierras.

- **Actividad 4:** Ver la factibilidad de modificar tablero, el cual permita la opción de mover una o mas sierras simultáneamente, no en forma unitaria. Es tal vez la actividad más importante ya que el tiempo se reduciría considerablemente.

Tabla N° 4.10 Mejoras propuestas para la Sticker Moulder y Boring

Ítem	LUGAR / ACCION	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Tablero eléctrico	Poner botonera con parada de emergencia al costado del cabezal del perfil	Mantenición
2	Tablero control	Independizar motores, ya que al encender cualquiera de los 2, se encienden ambos	Mantenición
3	Medición distancia boring	Diseñar dispositivo con la posición exacta en donde deben ir los boring de acuerdo al tipo de puerta	Operadores
4	Cambio cabezales	Posicionar una bandeja corrediza para herramientas	Operadores
5	Ajustes de cabezales	Desarrollar constante axial para reducir el tiempo, se necesita calibrar la medida con el cabezal de mayor tamaño .Si se realiza el set up con cabezales de menor tamaño se debe suplir la diferencia con un espaciador.	Supervisores
6	Estante de brocas	Diseñar un cajón o estante de madera donde guardar o posicionar las brocas.	Operadores
7	Cilindros alimentadores	Reparar sistema eléctrico, ya que cilindros funcionan aun cuando esta activada la parada de emergencia	Mantenición
8	Tope para stile	Hacer sistema con pasadores mas perno para el tope de la boring correspondiente al top, de tal forma que se pueda cambiar según el largo del stile, en forma rápida	Mantenición/ Operadores
9	Motores boring	Ver factibilidad de adaptar un sistema de acoplamiento, o bien, adaptar sistema neumático con el fin de dejar de utilizar algún conjunto de brocas sin necesidad de sacarlas	Mantenición
10	Dimensión Boring	Por diferencia de medida en los boring, cambiar mandriles para facilitar el cambio y ajuste de las brocas	Mantenición

11	rodillos salida	Poner válvula en rodillos de salida de manera de evitar vibración	Mantenición
12	Extracción	Poner un gancho para soportar tubo extracción y hacer tapa	Mantenición
13	Lubricación	Poner sistema de lubricación	Mantenición

En el caso de los equipos Sticker moulder y boring las actividades que tienen mucha relevancia en la disminución de los tiempos de cambio de programa o de elementos de corte son:

- **Actividad 1:** Poner botonera con parada de emergencia al costado del cabezal del perfil. El operador debe ir varias veces al tablero eléctrico a dar y cortar la energía para poder realizar el cambio, si hay una botonera al costado del equipo facilitaría mucho el proceso.
- **Actividad 2:** Independizar motores, ya que al encender cualquiera de los dos, se encienden ambos. Se refiere a los motores de los cabezales de perfil y espalda que están “enganchados” lo que puede ser muy riesgoso para el operador que interviene el equipo.
- **Actividad 5:** Desarrollar constante axial para reducir el tiempo, se necesita calibrar la medida con el cabezal de mayor tamaño .Si se realiza el set up con cabezales de menor tamaño se debe suplir la diferencia con un espaciador. La idea de la constante axial es que independiente del tipo de cabezal que se instale en el equipo, éste quede bien a la primera vez sin necesidad de perder mucho tiempo en los ajustes de medida.
- **Actividad 8:** Hacer sistema con pasadores más perno para el tope de la boring correspondiente al top, de tal forma que se pueda cambiar según el largo del stile, en forma rápida. Para mover el tope de la boring se necesita sacar varios pernos ubicados de una manera mas bien incomodas para el ayudante, de manera que facilitaría el ajuste y lo sería más rápido al utilizar pasadores.

- **Actividad 10:** Por diferencia de medida en los boring, cambiar mandriles para facilitar el cambio y ajuste de las brocas. Ya que muchas veces se demora en ajustar las brocas por las diferencias de medidas que pudiese haber.

Como propuesta general en la línea se debe sincronizar el cambio en los equipos, ya que la línea Lamination es la que contiene el mayor número de máquinas y la línea que ocupa mayor espacio dentro de la planta, por lo tanto el desplazamiento de la madera es mayor.

La sincronización debe ser exacta, para ello debe existir una muy buena comunicación entre los operadores de las distintas máquinas que conforman la línea.

Como existen depósitos de stock de madera en algunos sectores de la línea, lo cual se pudo ver en el layout expuesto en el capítulo anterior, la idea es que a medida que se van deteniendo los equipos anteriores, las máquinas sigan procesando el stock que pudiesen tener, si no tienen stock, la idea es cambiar inmediatamente al mismo tiempo que las máquinas anteriores, pero no es conveniente esperar a que el equipo anterior esté listo para poder comenzar recién con el cambio, una buena idea sería tener un pequeño stock de seguridad de madera para poder realizar el cambio lo más pronto posible y no demorar en espera del proceso anterior.

4.2 Conclusiones

Se eligieron cinco equipos que tienen relevancia directa cuando se realiza un cambio de programa dentro de la línea.

Las tablas de actividades detallan cada una de las tareas que se realizan para hacer el cambio de herramientas.

Se dio a conocer cuáles son las propuestas de mejora que se llegaron a acuerdo en las distintas máquinas evaluadas.

Las tablas muestran todas las propuestas, siendo analizadas las más relevantes para la disminución del tiempo de preparación de los equipos al realizar un cambio de programa o de elementos de corte.

Cabe señalar que cada uno de los equipos de trabajos es responsable que estas actividades se cumplan para ver los resultados en el tiempo final de cambio.

En el anexo D se puede ver la comparación del estado de los equipos antes de las mejoras y el estado de estos con las mejoras realizadas.

Capítulo 5: Resultados

Una vez implementadas todas las mejoras de las tablas publicadas en el capítulo anterior siguiendo las técnicas de la metodología SMED, se analizaron los resultados de las modificaciones que se realizaron en los equipos, los cuales se detallan a continuación:

A medida que se realizaron las modificaciones los operadores de los equipos registraban el tiempo que demoraban en realizar los cambios en los equipos, dichos registros quedaban plasmados en un gráfico el cual el operador indicaba mediante un punto el tiempo cronometrado que demoraba en realizar los cambios de programa o de elemento de corte, los gráficos de cada equipo cuentan con dos líneas de control las cuales el nivel superior corresponde al tiempo promedio que demoraba antes de la implementación de la técnica SMED y el nivel inferior es la meta, que en este caso corresponde a la disminución de al menos el 50 por ciento del tiempo inicial. En el anexo E se muestran los gráficos utilizados para registro de los tiempos de cada equipo.

5.1 Resultados de la aplicación de la técnica Smed por equipos

A medida que se iban realizando las modificaciones en los equipos, se analizó cada uno de los registros que iban dejando los operadores en los gráficos.

Los resultados obtenidos por maquina se pueden visualizar en los siguientes gráficos, cuyas tablas se pueden ver en el anexo F.

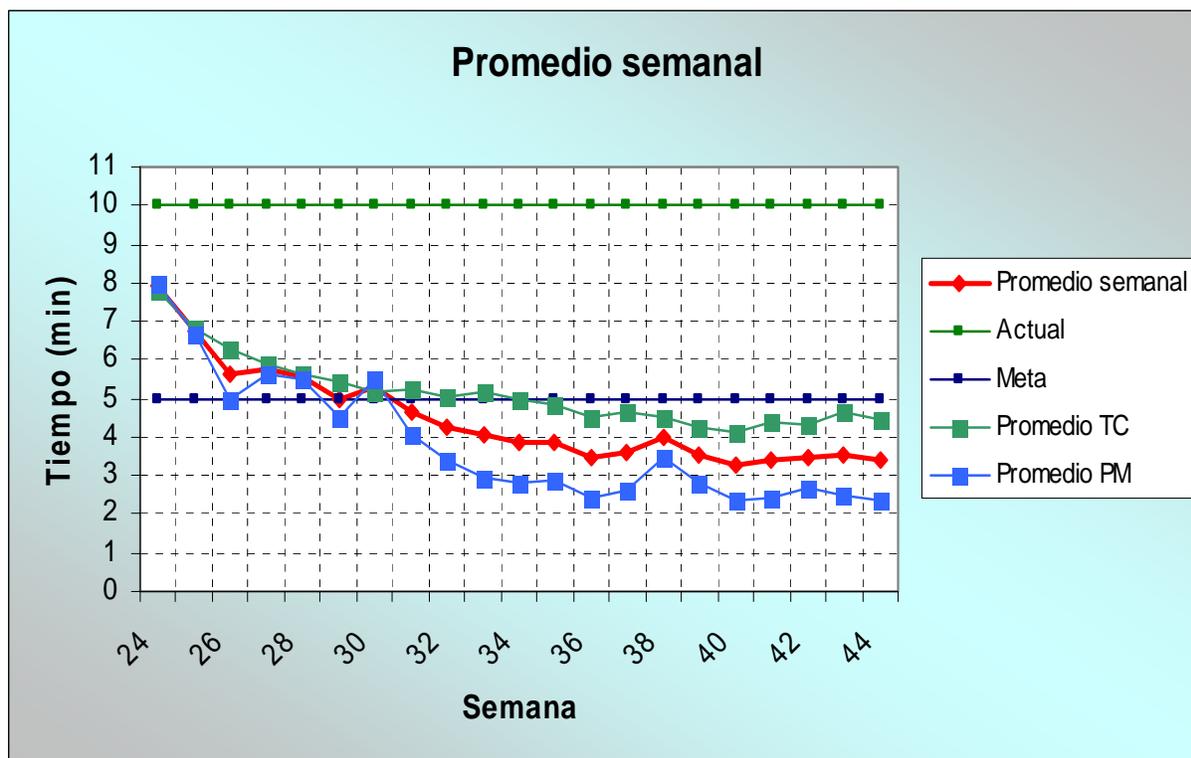
Los gráficos a su vez comparan el comportamiento de ambos turnos y el promedio de los tiempos que demoran en realizar la totalidad de las actividades.

En la medida que avanza el tiempo se puede ver que los tiempos de preparación de los equipos en los cambios de programa o de elemento de corte disminuyen cada vez más, llegando a un punto en que se está en condiciones de estandarizar mediante procedimientos la forma de realizar el cambio paso a paso de manera didáctica y con la intención de que sea tan entendibles que una persona que nunca ha realizado el trabajo pueda realizarlo sin problemas con tan solo ver el procedimiento, en el anexo G se encuentran los procedimientos para cada equipo.

El grafico 5.1 muestra los resultados de los cambios realizados por ambos operadores de la moldurera core a través del tiempo, se analizaron los turnos por separado ya que es en este equipo en donde existe diferencia en la forma de realizar los trabajos por parte de ambos operadores, de manera de llegar a un consenso y poder estandarizar las actividades.

Los gráficos incluyen línea de tendencia para verificar las directrices en que estamos apuntando.

Grafico 5.1 Tiempos de cambio moldurera core



El grafico indica claramente que los tiempos disminuyeron por debajo de la meta, en ambos turnos.

A medida que avanzan las semanas, menor es el tiempo empleado en realizar los cambios, por lo que el tiempo promedio general de la moldurera core es aproximadamente de 3,5 minutos.

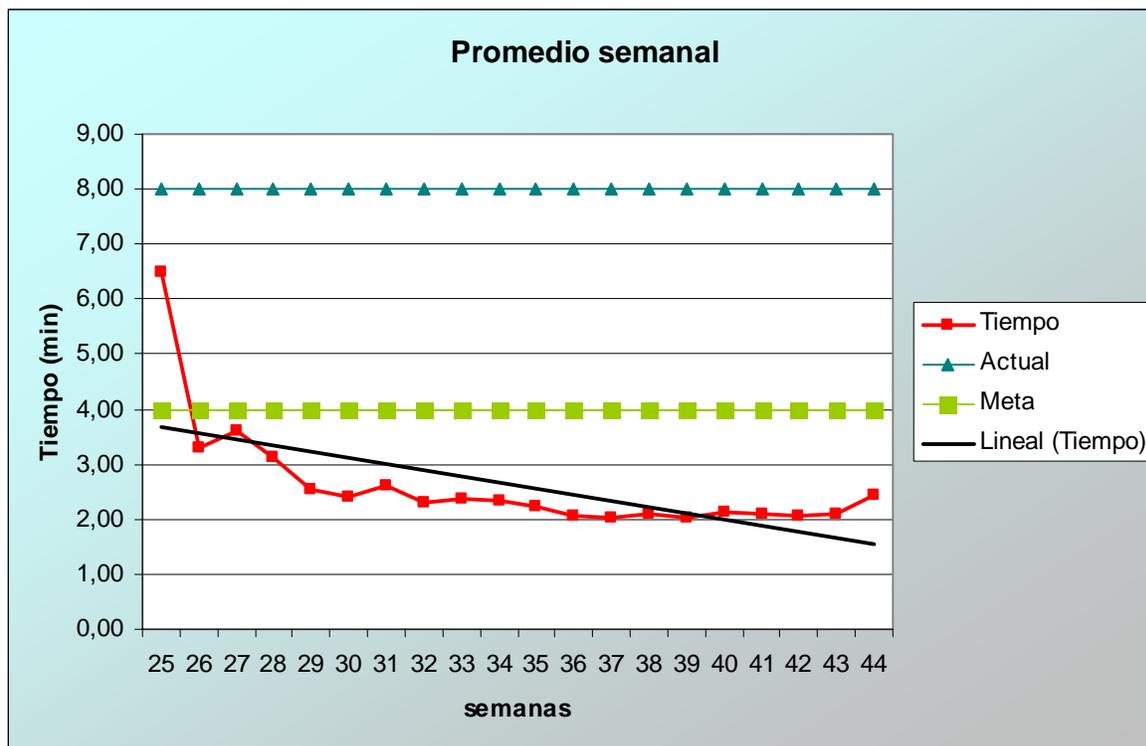
A raíz de estos resultados se registra en un A3 exclusivo para la moldurera core los resultados, además de los nuevos desplazamientos empleados por el operador y su ayudante en las tareas que le son asignados.

A3 Moldurera Core final

PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																								
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto reducir los tiempos de Set Up de la maquina moldurera "core" en un 50%</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon Lider Proyecto: Sr. Ramon Parada Coach: Equipo Lean Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> mid core 4 ☺ 2T </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> TC=2,4 sec Setup=5 min </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; height: 100px;"> </div>																																																						
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Actual</th> <th style="text-align: center;">Futuro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actual	Futuro	1.- tiempos de set up	10	5	2.-			3.-			4.-			5.-																																								
	Actual	Futuro																																																						
1.- tiempos de set up	10	5																																																						
2.-																																																								
3.-																																																								
4.-																																																								
5.-																																																								
<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc) Reducir los tiempos de set up por cambio de ancho y largo a un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operación) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un digito)</p>																																																								
<p>Estado Actual del proyecto</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 0.5; margin-left: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> mid core 4 ☺ 2T </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> TC=2,4 sec Setup=10 min dist=52,5 m </div> </div> </div>																																																								
<p>Plan de Implementación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tareas</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th colspan="6">Fecha límite</th> </tr> <tr> <th>abr</th> <th>may</th> <th>jun</th> <th>jul</th> <th>ago</th> <th>mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.-evaluacion de impacto de las mejoras</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td>S25</td> <td>S29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- elaborar procedimientos que esten OK</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td>S26</td> <td>S29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl</td> <td>rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.- segunda evaluacion de impacto</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.- implementar sistema como std.</td> <td>sup/op</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S40</td> <td>S44</td> </tr> </tbody> </table>			Tareas	Responsable	Fecha límite						abr	may	jun	jul	ago	mes6	4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S25	S29			5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp			S26	S29			5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S30			6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S35			7.- implementar sistema como std.	sup/op					S40	S44
Tareas	Responsable	Fecha límite																																																						
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																	
4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S25	S29																																																			
5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp			S26	S29																																																			
5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S30																																																			
6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S35																																																			
7.- implementar sistema como std.	sup/op					S40	S44																																																	
<p style="text-align: center;">Promedio semanal</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 0.5; margin-left: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="color: red;">—◆—</td> <td>Promedio semanal</td> </tr> <tr> <td style="color: green;">—■—</td> <td>Actual</td> </tr> <tr> <td style="color: blue;">—■—</td> <td>Meta</td> </tr> <tr> <td style="color: green;">—■—</td> <td>Promedio TC</td> </tr> <tr> <td style="color: blue;">—■—</td> <td>Promedio PM</td> </tr> </table> </div> </div>			—◆—	Promedio semanal	—■—	Actual	—■—	Meta	—■—	Promedio TC	—■—	Promedio PM																																												
—◆—	Promedio semanal																																																							
—■—	Actual																																																							
—■—	Meta																																																							
—■—	Promedio TC																																																							
—■—	Promedio PM																																																							

El grafico 5.2 muestra el promedio semanal de los cambios realizados en ambos turnos una vez comenzados a aplicar las mejoras en la Rip Saw

Grafico 5.2 tiempos de cambio Rip Saw



Este grafico también muestra claramente una tendencia a la baja, lo que significa que existe una reducción de los tiempos por debajo de la meta. Llegando a demorarse en promedio de 2,3 minutos en realizar los cambios de programa

A continuación se muestra el A3 final del equipo el cual muestra el desplazamiento final que realiza el operador al momento de realizar los cambios.

A3 Rip Saw

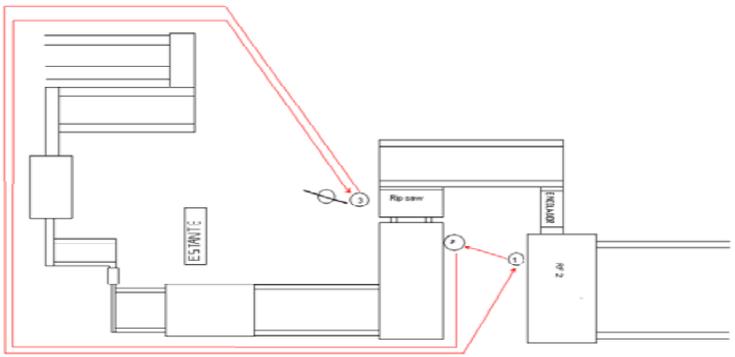
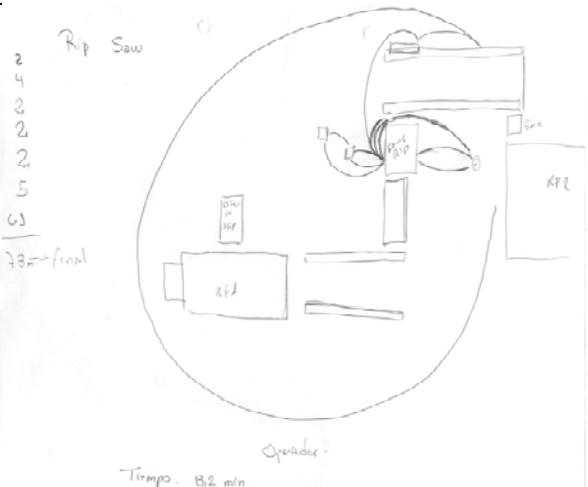
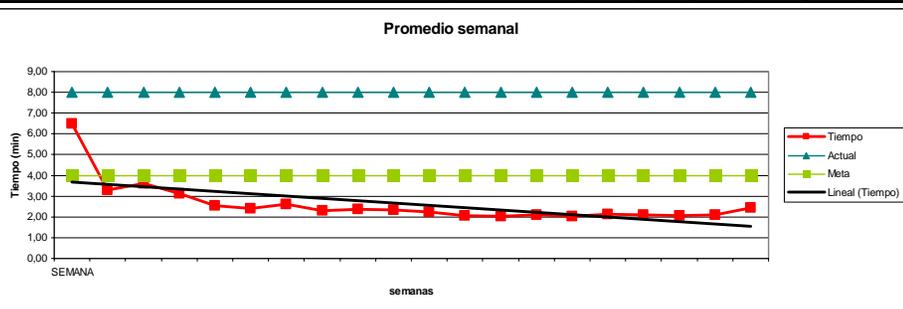
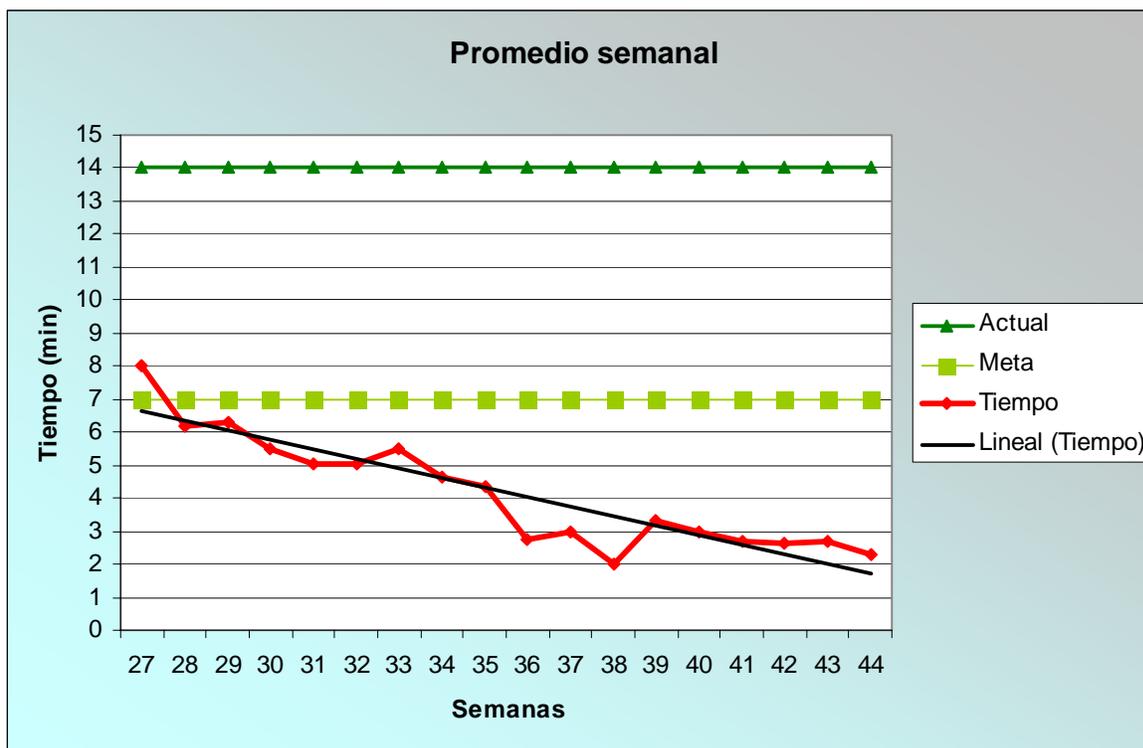
PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																																
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto reducir los tiempos de Set Up de la maquina "Rip saw" en un 50%</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon Lider Proyecto: Sr. Ramon Parada Coach: Equipo Lean Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p>  <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Rip saw</p> <p>4 (○) 2T</p> <p>TC=2,4 sec Setup=4 min</p> </div>																																																														
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Actual</th> <th style="text-align: center;">Futuro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actual	Futuro	1.- tiempos de set up	8	4	2.-			3.-			4.-			5.-																																																
	Actual	Futuro																																																														
1.- tiempos de set up	8	4																																																														
2.-																																																																
3.-																																																																
4.-																																																																
5.-																																																																
<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc) Reducir los tiempos de set up por cambio de ancho y largo a un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operación) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un digito)</p>																																																																
<p>Estado Actual del proyecto</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Rip Saw</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4 (○) 2T</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">TC=2,4 sec</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Setup=8 min</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">dist= 78 m</td></tr> </table> </div> </div>			Rip Saw	4 (○) 2T	TC=2,4 sec	Setup=8 min	dist= 78 m																																																									
Rip Saw																																																																
4 (○) 2T																																																																
TC=2,4 sec																																																																
Setup=8 min																																																																
dist= 78 m																																																																
<p>Plan de Implementación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tareas</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th colspan="6">Fecha límite</th> </tr> <tr> <th>abr</th> <th>may</th> <th>jun</th> <th>jul</th> <th>ago</th> <th>mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td>S26-29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-evaluacion de impacto de las mejoras</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td>S26-30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- elaborar procedimientos que esten OK</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl</td> <td>rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S34</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.- segunda evaluacion de impacto</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S36</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.- implementar sistema como std.</td> <td>sup/op</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S40</td> <td>S43</td> </tr> </tbody> </table>			Tareas	Responsable	Fecha límite						abr	may	jun	jul	ago	mes6	3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29				4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S26-30				5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S29			5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S34			6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S36			7.- implementar sistema como std.	sup/op					S40	S43
Tareas	Responsable	Fecha límite																																																														
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																									
3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29																																																												
4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S26-30																																																												
5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S29																																																											
5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S34																																																											
6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S36																																																											
7.- implementar sistema como std.	sup/op					S40	S43																																																									
<p style="text-align: center;">Promedio semanal</p> 																																																																

Grafico 5.3 Tiempos de cambio Moldurera Spec



En la moldurera Spec también se tiene una tendencia a la disminución de los tiempos de cambio de elementos de corte o de programa una vez que comienzan a implementarse las mejoras acordadas por los equipos de trabajo, llegando a demorarse en promedio 2,8 minutos, este equipo presentaba el mayor tiempo de cambio.

A continuación muestra el A3 del equipo con los nuevos desplazamientos que realiza el operador al momento de hacer los cambios

A3 Moldurera Spec

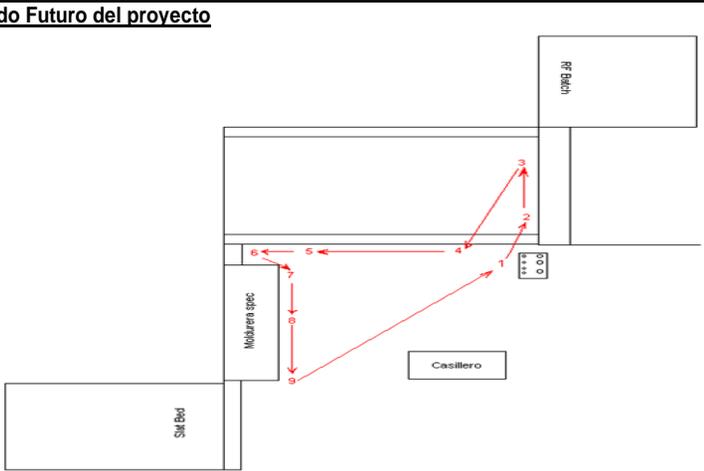
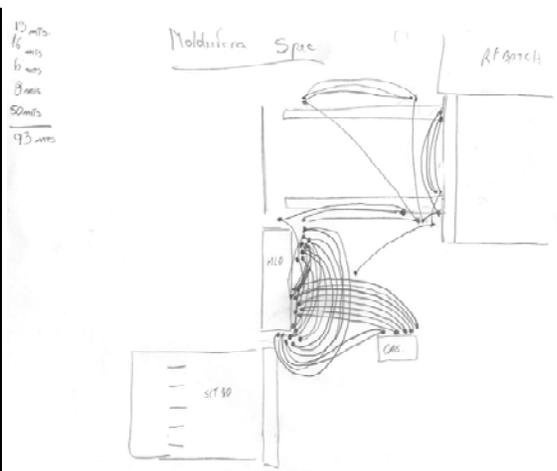
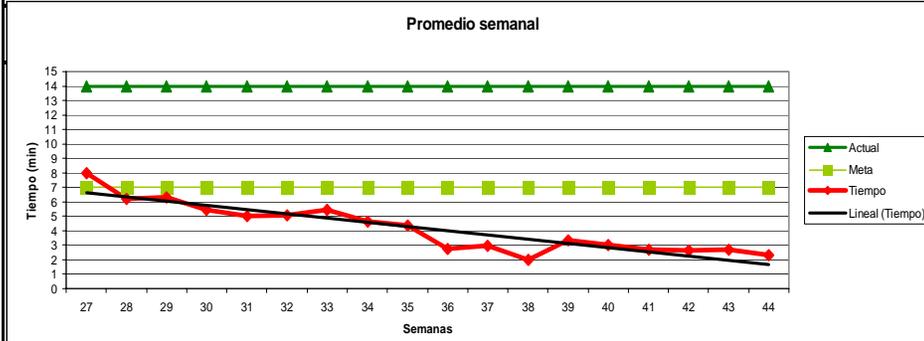
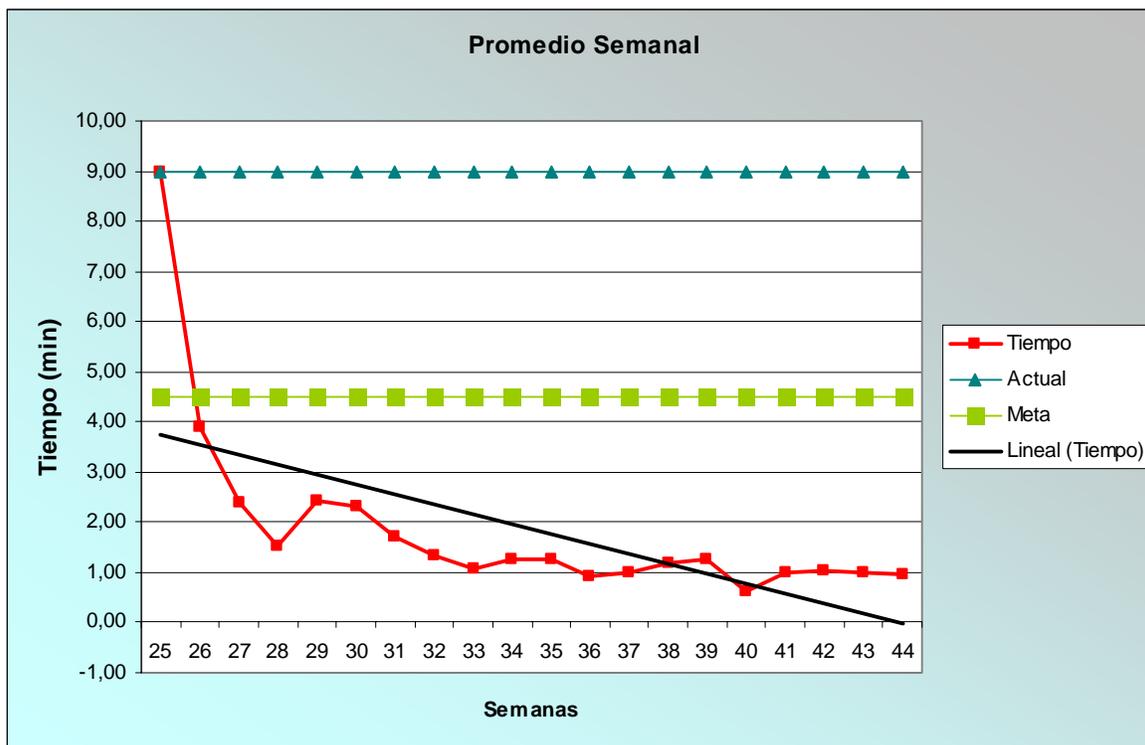
PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																									
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto reducir los tiempos de Set Up de la maquina "Moldurera Spec" en un 50%</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon</p> <p>Lider Proyecto: Sr. Ramon Parada</p> <p>Coach: Equipo Lean</p> <p>Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p>  <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Mold spec</p> <p>2 (○) 2T</p> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=7 min</p> </div>																																																							
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Actual</th> <th style="text-align: center;">Futuro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actual	Futuro	1.- tiempos de set up	14	7	2.-			3.-			4.-			5.-																																									
	Actual	Futuro																																																							
1.- tiempos de set up	14	7																																																							
2.-																																																									
3.-																																																									
4.-																																																									
5.-																																																									
<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc) Reducir los tiempos de set up por cambio de ancho y largo a un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operaci3n) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un d3gito)</p>																																																									
<p>Estado Actual del proyecto</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Mold spec</p> <p>2 (○) 2T</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=14 min</p> <p>dist= 93 m</p> </div> </div> </div>																																																									
<p>Plan de Implementaci3n</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tareas</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th colspan="5">Fecha límite</th> </tr> <tr> <th>abr</th> <th>may</th> <th>jun</th> <th>jul</th> <th>ago</th> <th>mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">S26-29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-evaluacion de impacto de las mejoras</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S27-30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- elaborar procedimientos que esten OK</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S29</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl</td> <td>rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S35</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.- segunda evaluacion de impacto</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S36</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.- implementar sistema como std.</td> <td>sup/op</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S42 S43</td> </tr> </tbody> </table>			Tareas	Responsable	Fecha límite					abr	may	jun	jul	ago	mes6	3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp		S26-29				4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar				S27-30		5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S29		5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S35		6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S36		7.- implementar sistema como std.	sup/op					S42 S43
Tareas	Responsable	Fecha límite																																																							
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																		
3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp		S26-29																																																						
4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar				S27-30																																																				
5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S29																																																				
5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S35																																																				
6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S36																																																				
7.- implementar sistema como std.	sup/op					S42 S43																																																			
<p style="text-align: center;">Promedio semanal</p> 																																																									

Grafico 5.4 Tiempos de cambio Slat Bed



Es la Slat Bed el equipo que menos tiempo toma en realizar los cambios ante las mejoras realizadas mediante los acuerdos tomados por el equipo de trabajo. El tiempo promedio que demora el operador en realizar el cambio de medida es de 0,9 minutos llegando a ser casi irrelevante en el tiempo general de la línea.

El cambio más importante que se realizó en este equipo fue modificar el tablero con el fin de permitir mover más de una sierra a la vez, además de aumentar la velocidad de avance de las sierras.

El A3 muestra el resultado obtenido mediante un dibujo al realizar las mejoras acordadas con el equipo de trabajo.

A3 Slat Bed

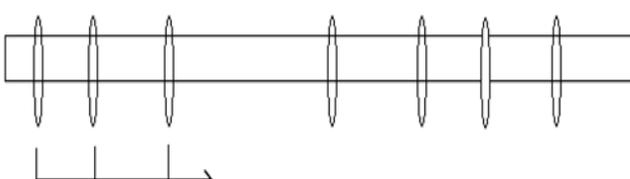
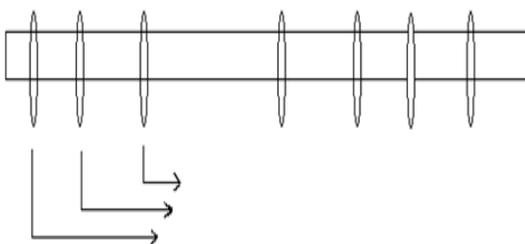
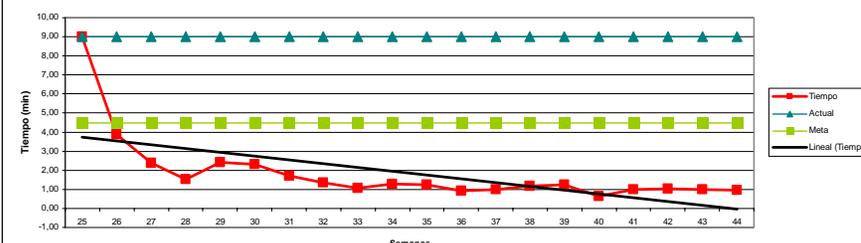
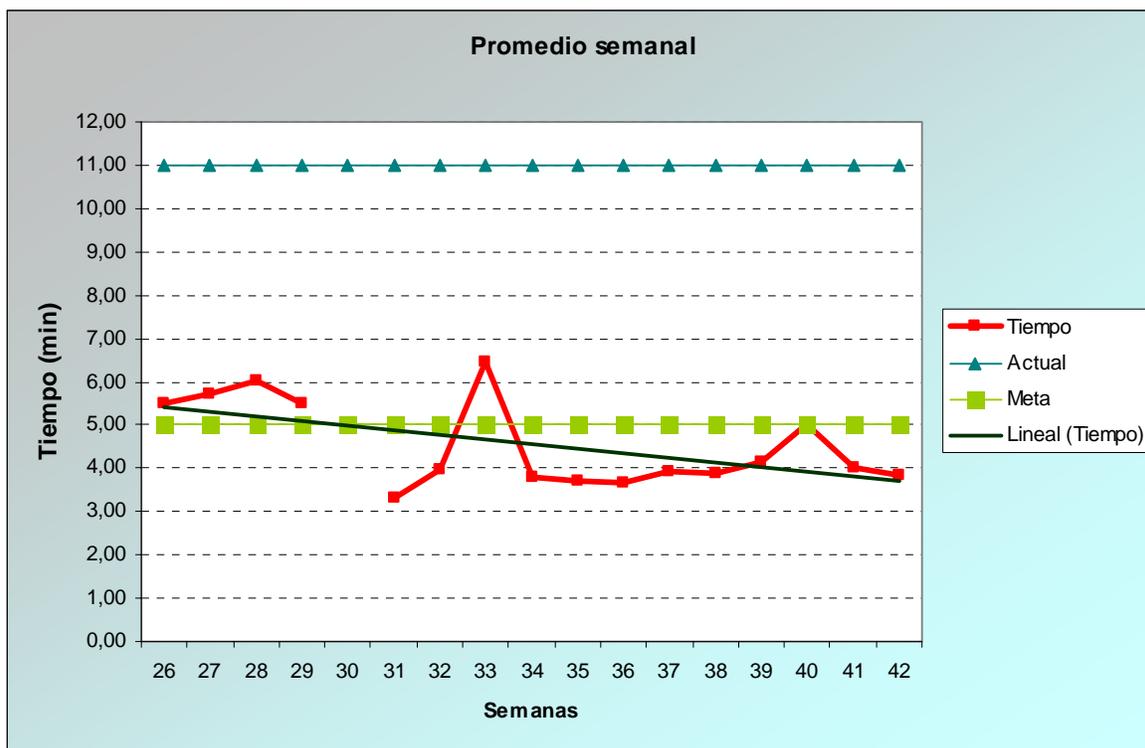
PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																																		
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto</p> <p>reducir los tiempos de Set Up de la maquina moldurera "Slat Bed" en un 50%</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon</p> <p>Lider Proyecto: Sr. Ramon Parada</p> <p>Coach: Equipo Lean</p> <p>Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Slat Bed</p> <p>4 2T</p> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=4,5 min</p> </div>																																																																
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;"><i>Actual</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Futuro</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">4,5</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	1.- tiempos de set up	9	4,5	2.-			3.-			4.-			5.-																																																		
	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>																																																																
1.- tiempos de set up	9	4,5																																																																
2.-																																																																		
3.-																																																																		
4.-																																																																		
5.-																																																																		
<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc)</p> <p>Reducir los tiempos de set up por cambio de ancho y largo a un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operaci3n) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un d3gito)</p>																																																																		
<p>Estado Actual del proyecto</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lugar/Accion</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mov sierras</td> <td>El avance de las sierras es muy lento</td> </tr> <tr> <td>Sierras</td> <td>No existe una sierra de referencia</td> </tr> <tr> <td>Ajustes</td> <td>Se deben ajustar los cortes una vez cambiada la medida</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento</td> <td>Se debe mover una a una las sierras en forma separada</td> </tr> </tbody> </table>	Lugar/Accion	Estado	Mov sierras	El avance de las sierras es muy lento	Sierras	No existe una sierra de referencia	Ajustes	Se deben ajustar los cortes una vez cambiada la medida	Desplazamiento	Se debe mover una a una las sierras en forma separada	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Slat Bed</p> <p>4 2T</p> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=9 min</p> </div>	<p>Plan de Implementaci3n</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tareas</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th colspan="6">Fecha l3mite</th> </tr> <tr> <th>abr</th> <th>may</th> <th>jun</th> <th>jul</th> <th>ago</th> <th>mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td>S26-29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-evaluacion de impacto de las mejoras</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S27-30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- elaborar procedimientos que esten OK</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.-validar nuevos procedimientos</td> <td>rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7- estandarizacion de actividades</td> <td>sup/op/ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S34</td> <td>S35</td> </tr> </tbody> </table>	Tareas	Responsable	Fecha l3mite						abr	may	jun	jul	ago	mes6	3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29				4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar				S27-30			5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S30			6.-validar nuevos procedimientos	rp				S31			7- estandarizacion de actividades	sup/op/ar					S34	S35
Lugar/Accion	Estado																																																																	
Mov sierras	El avance de las sierras es muy lento																																																																	
Sierras	No existe una sierra de referencia																																																																	
Ajustes	Se deben ajustar los cortes una vez cambiada la medida																																																																	
Desplazamiento	Se debe mover una a una las sierras en forma separada																																																																	
Tareas	Responsable	Fecha l3mite																																																																
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																											
3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29																																																														
4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar				S27-30																																																													
5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S30																																																													
6.-validar nuevos procedimientos	rp				S31																																																													
7- estandarizacion de actividades	sup/op/ar					S34	S35																																																											
<div style="text-align: center;">  </div>																																																																		
<div style="text-align: center;"> <p>Promedio Semanal</p>  </div>																																																																		

Grafico 5.5 Tiempos de cambio Sticker Moulder y Boring

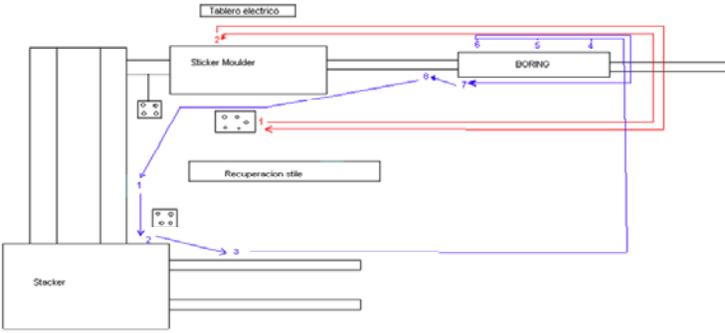
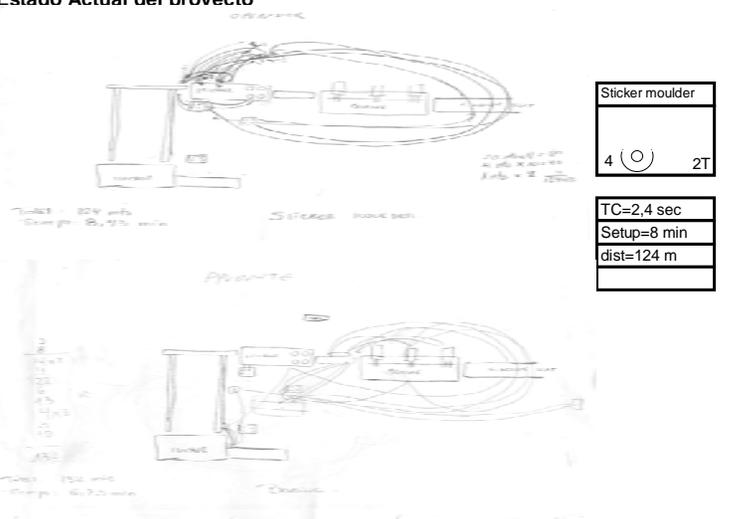
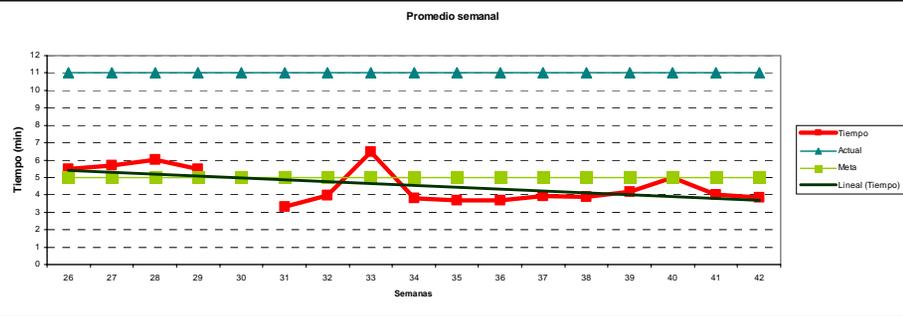


En la sticker moulder y boring también se obtuvieron mejores resultados que los esperados al realizar las modificaciones acordadas con el equipo de trabajo, llegando a demorarse en conjunto aproximadamente 4 minutos, lo que como meta se tenía 5 minutos.

En el A3 se muestra los nuevos desplazamientos que realizan el operador con su ayudante, además de los resultados.

Es necesario señalar que los A3 fueron publicados al costado de cada una de las maquinas de manera de poder ver los pasos realizados en cada uno de ellos.

A3 Sticker Moulder y Boring

PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																																
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto reducir los tiempos de Set Up de los equipos "Sticker Moulder y Boring" en un 50%</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon Lider Proyecto: Sr. Ramon Parada Coach: Equipo Lean Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p>  <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Sticker moulder</p> <p>4 (○) 2T</p> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=5</p> </div>																																																														
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Actual</th> <th style="text-align: center;">Futuro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actual	Futuro	1.- tiempos de set up	11	5	2.-			3.-			4.-			5.-																																																
	Actual	Futuro																																																														
1.- tiempos de set up	11	5																																																														
2.-																																																																
3.-																																																																
4.-																																																																
5.-																																																																
<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc) Reducir los tiempos de set up por cambio de ancho y largo a un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operación) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un dígito)</p>																																																																
<p>Estado Actual del proyecto</p>  <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Sticker moulder</p> <p>4 (○) 2T</p> <p>TC=2,4 sec</p> <p>Setup=8 min</p> <p>dist=124 m</p> </div>																																																																
<p>Plan de Implementación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tareas</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th colspan="6">Fecha límite</th> </tr> <tr> <th>abr</th> <th>may</th> <th>jun</th> <th>jul</th> <th>ago</th> <th>mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td>S26-29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-evaluacion de impacto de las mejoras</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td>S26-29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- elaborar procedimientos que esten OK</td> <td>sup/op/ar/rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl</td> <td>rp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.- segunda evaluacion de impacto</td> <td>ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S37</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.- implementar sistema como std.</td> <td>sup/op</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S43</td> <td>S44</td> </tr> </tbody> </table>			Tareas	Responsable	Fecha límite						abr	may	jun	jul	ago	mes6	3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29				4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S26-29				5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S30			5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S31			6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S37			7.- implementar sistema como std.	sup/op					S43	S44
Tareas	Responsable	Fecha límite																																																														
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																									
3.-implementacion de mejoras 1ª vuelta	sup/op/ar/rp			S26-29																																																												
4.-evaluacion de impacto de las mejoras	ar			S26-29																																																												
5.- elaborar procedimientos que esten OK	sup/op/ar/rp				S30																																																											
5.-Kaizen para hacer correcciones y otras impl	rp				S31																																																											
6.- segunda evaluacion de impacto	ar				S37																																																											
7.- implementar sistema como std.	sup/op					S43	S44																																																									
<p>Promedio semanal</p> 																																																																

5.2 Resultados de la aplicación de la técnica Smed en la línea.

Si bien es cierto, se disminuyó el tiempo de cambio de programa y/o de elemento de corte en cada uno de los equipos analizados, es más, en todos los casos se superó con creces la meta establecida, lo que indica que deberíamos haber disminuido el tiempo total de cambio en la línea en general.

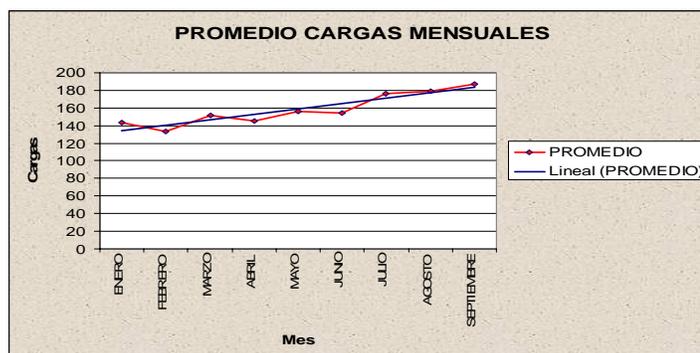
Para evaluar el tiempo general de cambio de programa en la línea se registraron los tiempos de diversos cambios los cuales encuentran en la tabla de registro de tiempos de cambios generales ubicada en el anexo F, en donde el tiempo promedio de los cambios analizados en la línea en general es de 7,32 minutos. Por lo que una vez más se cumple la meta, ya que se buscaba al menos que los cambios de la línea en general disminuyeran de 20 minutos por lo menos en un cincuenta por ciento, es decir, a 10 minutos, logrando una disminución del 63.4 por ciento del tiempo empleado en hacer los cambios de programa.

Al aplicar técnicas de las cinco S en conjunto con Smed, se logró:

- Tener un mejor ambiente de trabajo.
- Facilitar el trabajo a los operadores y sus ayudantes, al tener que hacer menos movimientos y de menor esfuerzo (se visualiza el nuevo recorrido en los A3 de los equipos)
- Flexibilizar los programas de producción, pudiendo hacer más cambios de programa dentro de los turnos.
- Aumentar el número de cargas productivas dentro de los turnos de trabajo.

Figura N° 5.1 Producción línea Lamination

MES	PROMEDIO
ENERO	143
FEBRERO	133
MARZO	152
ABRIL	145
MAYO	156
JUNIO	155
JULIO	176
AGOSTO	179
SEPTIEMBRE	187

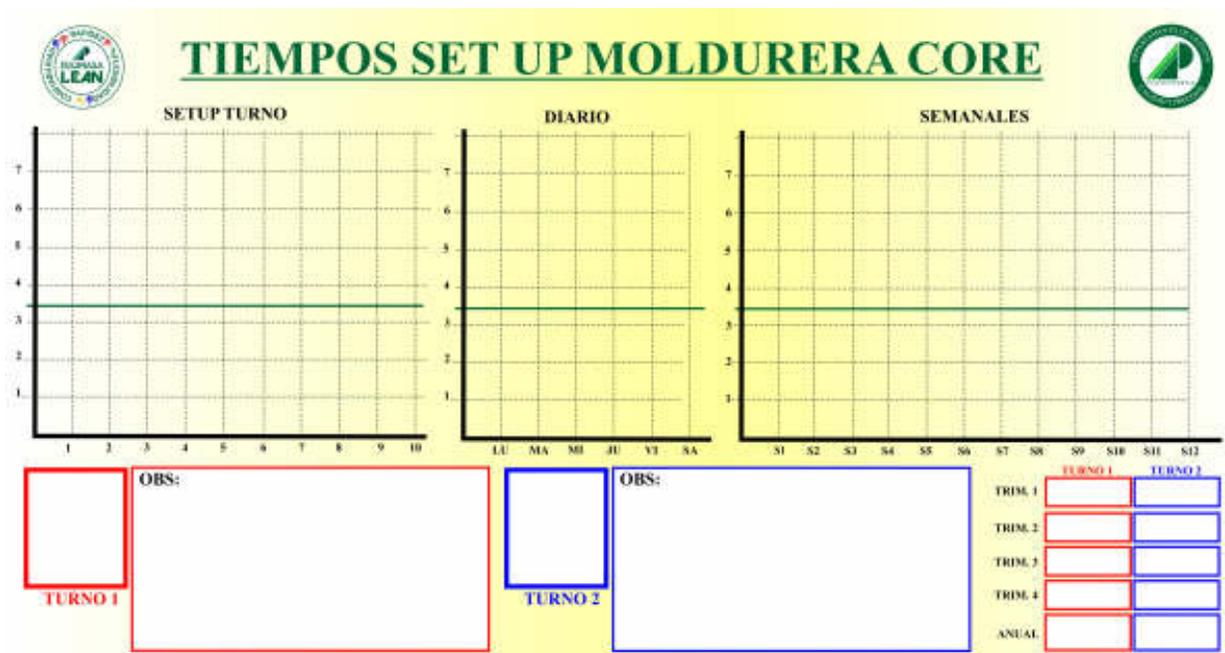


Se puede analizar que a partir del mes de Julio las producciones comienzan a aumentar, acercándose cada vez mas a la meta de producción por turno que son 180 cargas en la RF Batch, en este caso el ultimo mes evaluado se supera la meta de producción llegando a producir en promedio 187 cargas.

- Se obtienen beneficios económicos importantes al invertir en las mejoras de la línea, lo que se traduce en un aumento de producción en el numero de puertas fabricadas, ya que la línea Lamination es la línea cuello de botella y por ende depende de la cantidad de material que esta línea produzca la cantidad final de puertas ensambladas por turno. En el anexo H se puede encontrar la evaluación económica del proyecto con la cantidad de horas hombre utilizado en el proyecto, la cantidad invertida en materiales para realizar las mejoras de los equipos, lo que implica que el proyecto total costó US\$ 14.577. Esta inversión en tan solo un año se recupera 13 veces, de acuerdo a los ingresos que tiene la empresa por la fabricación de las puertas y la nueva capacidad que tiene la línea para producir los specs.
- Para llevar un control visual sobre los cambios de elementos de corte o cambios de programa a futuro en los equipos analizados, se fabricaron unas pizarras las cuales tienen como objetivo registrar los tiempos por turno en forma diaria, luego el operador promedia los tiempos y los registra en el grafico semanal, una vez completado el grafico semanal, la cual considera un trimestre completo, se debe promediar los tiempos y registrarlos en el recuadro del trimestre uno, cada vez que se completen los gráficos se debe registrar el promedio en los recuadros correspondiente al turno. Así queda el registro de un año completo en el mismo equipo con el fin de verificar si se cumple con las metas establecidas.

Las pizarras son iguales para cada uno de los equipos. La figura N° 5.2 muestra el diseño de las pizarras que se instalaron en la línea.

Figura 5.2 Pizarra de registro de tiempos



5.3 Propuestas para mejorar aun más

Como ya se vio en los capítulos anteriores, se plantearon diversas mejoras en los equipos analizados para la reducción de los tiempos de preparación para el cambio de programa o cambio de las herramientas de corte.

A nivel de empresa es necesario seguir aplicando las herramientas del Lean no tan solo en la línea Lamination, es de suma importancia buscar ser mejor en las líneas en general.

Dentro de la línea Lamination sería importante y de mucha ayuda aplicar la técnica de Manufactura esbelta TPM, lo que permitiría mejorar aun mas el funcionamiento de las maquinas.

Siempre hay mejoras que realizar, es importante que los operadores que siempre están en los equipos y conocen el funcionamiento de ellos busquen maneras de hacer aun más fácil el trabajo.

Se debe aplicar la técnica Smed nuevamente en la línea de manera de intentar disminuir aun más los tiempos de cambio de programa, la idea es que el tiempo en general disminuya aun mas.

Capítulo 6 Conclusiones Finales

Para comenzar la aplicación de la herramienta de Manufactura esbelta, Smed, es necesario conocer primero el concepto de Manufactura esbelta el cual es producción sin desperdicios y ver como estos conceptos y metodologías son útiles dentro de la línea Lamination, la cual es el cuello de botella dentro de la empresa.

Los elementos de la manufactura esbelta guían el funcionamiento de un sistema productivo hacia la forma correcta y más eficiente de hacer las cosas. Los elementos tienen componentes básicos y algunos otros más complejos. La idea es que los componentes básicos del Lean sirvan de base para posteriormente poder implementar los mas complejos.

La razón de elegir este estudio radica básicamente en que Lean es muy necesario para la implementación en un ambiente de producción, además se pueden lograr grandes cambios con un poco de esfuerzo y compromiso de todos.

La primera conclusión que se puede determinar es la importancia del factor humano. Para que todo funcione debe haber una absoluta certeza de que la implementación de la técnica Smed, que es un tema muy poco conocido a nivel industrial, generará muchos beneficios. El entusiasmo de los trabajadores por mejorar y la capacidad de la jefatura de creer en las propuestas de los trabajadores.

La aplicación de la técnica Smed, si bien es cierto, se realizó solamente una aplicación en los equipos, se obtuvieron excelentes resultados, ya que en cada uno de ellos se logró reducir los tiempos de cambio en mas del 50 por ciento del tiempo que demoraban antes.

A nivel de línea en general el tiempo se redujo en un 63.4 por ciento, lo que permite disponer de mayor tiempo para la producción. Con simples análisis de organización de actividades y algunas modificaciones pequeñas en los equipos en donde se reorganizaron algunas actividades, externalizando la mayoría de ellas.

Existe un beneficio importante que se obtiene con la reducción de los tiempos de cambio, es la flexibilidad y holgura que se adquiere en los programas de producción. Estos factores son importantes puesto que permite responder mejor a los requerimientos del mercado, además de poder tomar decisiones con respecto a la producción.

Se puede realizar un mayor número de cambios de programa en un turno de trabajo.

Se fabrican lotes de productos más pequeños, ahora no es necesario fabricar el doble de productos para cumplir ciertas órdenes de trabajo, dejando en stock el material procesado de manera que cuando salga otra orden el material ya se encuentre en stock y dar una respuesta más rápida al cliente. Se puede fabricar lo justo y necesario disminuyendo el stock en la planta, despejando el área de materiales que no se están utilizando, además de mantener el orden.

A nivel económico es muy importante, ya que va en directo beneficio de la meta mas importante de toda empresa, que es generar la mayor cantidad de utilidades, ya que aumenta la producción, lo que implica que se pueden ensamblar mas puertas de la que se ensamblan actualmente, por ende hay mas productos que ofrecer al mercado para la venta.

Es necesario estar en constante seguimiento de los tiempos de cambio de preparación de las maquinas cuando haya un cambio de programa o de elemento de corte, para ello se confeccionaron unas pizarras, las cuales permiten obtener el registro de los tiempo hasta un año. Estas pizarras están instaladas al costado de cada equipo para el ingreso de la información por parte de cada operador, es de vital importancia que esto se mantenga en el tiempo, buscando siempre mejorar, nunca retroceder.

Manufactura esbelta es una herramienta importantísima para el mejoramiento de los procesos y el crecimiento de una empresa productiva.

Para que sea aplicable es necesario atacar los problemas de raíz, empezando con mejorar aquellos problemas que están mas al alcance.

Es importante comenzar con la implementación de las cinco S y luego por la técnica Smed, para luego incluir las demás herramientas de mayor complejidad dentro de la línea como el TPM y JIT, pero solo una vez que ya se tiene la conciencia y el conocimiento del significado de la nueva filosofía de vida a la que invita el Lean.

Para lograr grandes mejoras, se debe ir trabajando de a poco, implementar soluciones básicas a problemas básicos.

Bibliografía

Goldratt Eliyahu y Jeff Cox. 1992. La meta un proceso de mejora continua. North River Press. 337p

Delgado Palomino, Jorge. Prospectiva y Lean Manufacturing [en línea] www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/prospectivalean/default2.asp [consulta: 10 Octubre 2008]

Santa Cruz Ruiz, Roberto Javier. Una aproximación al pensamiento Lean...Hacia las empresas y naciones esbeltas. [En línea] <http://www.gestiopolis.com/operaciones/manufactura-esbelta-en-los-procesos-empresariales.htm> [consulta: 10 Octubre 2008]

Díaz Rivas, Fernando. Calidad y Excelencia. Lean Manufacturing ¿Qué hay de nuevo, viejo? [en línea] www.xing.com/app/forum?op=showarticles;id=14456080 [consulta: 11 Octubre 2008]

Pila Alonso, Alberto. Shigeo Shingo, una revolución en los métodos productivos [en línea] <http://www.monografias.com/trabajos45/shigeo-shingo/shigeo-shingo.shtml> [consulta: 12 Octubre 2008]

Pineda Mandujano, Karla. Manufactura Esbelta [en línea] www.wikilearning.com/monografia/manufactura_esbelta-pensamiento_esbelto/12502-2 [consulta: 13 Octubre 2008]

Lefcovich, Mauricio. SMED: Single Minute Exchange Die. Operaciones y Logística. [En línea] http://www.degerencia.com/articulo/smed_single_minute_exchange_die [consulta: 19 Octubre 2008]

Toranzo Benavente, Martín. LEAN TI: Optimizando el uso de la información. [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos15/lean-ti/lean-ti.shtml?monosearch> [consulta: 19 Octubre 2008]

Grass, Kurt. Manufactura esbelta en sistemas de producción y calidad [en línea] www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/ [20 Octubre 2008]

Maldonado Villalva, Guillermo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Herramientas y técnicas de Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad [en línea] www.elprisma.com [20 Octubre 2008]

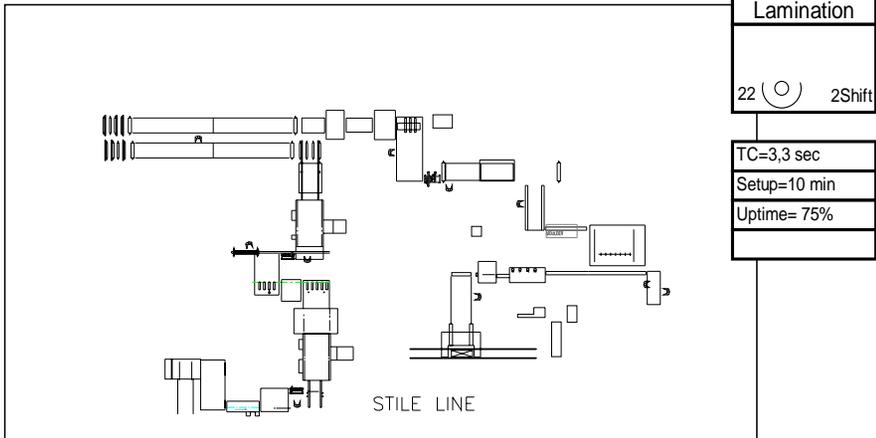
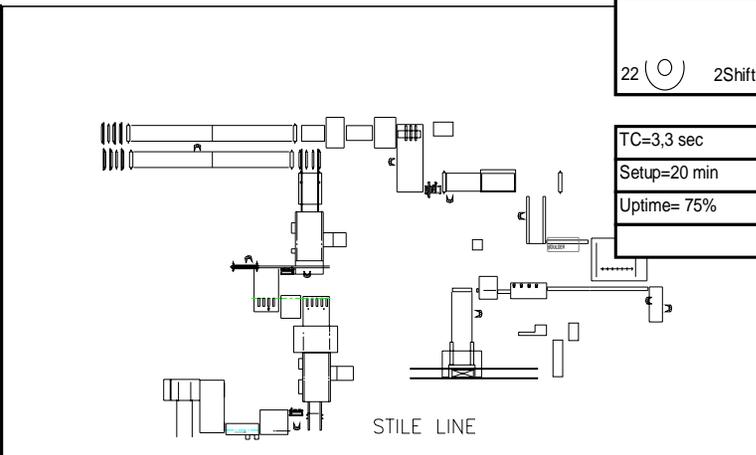
ADMIN Grupo Galgano. Mejorar la productividad gracias a Lean Manufacturing (Julio 2008) [en línea] <http://www.leanmanufacturing.es/?p=4> [20 Octubre 2008]

Lean Consulting. Historia del Sistema Lean TOYOTA [en línea] <http://www.leanconsulting.es/leanconsulting/index.php?index=4> [18 Noviembre 2008]

Bonilla Bravo, Carlos Alexis. Manufactura Esbelta [en línea] www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml [21 Noviembre 2008]

PROMASA S.A. La empresa / quienes somos [en línea] www.promasa.cl [22 Noviembre 2008]

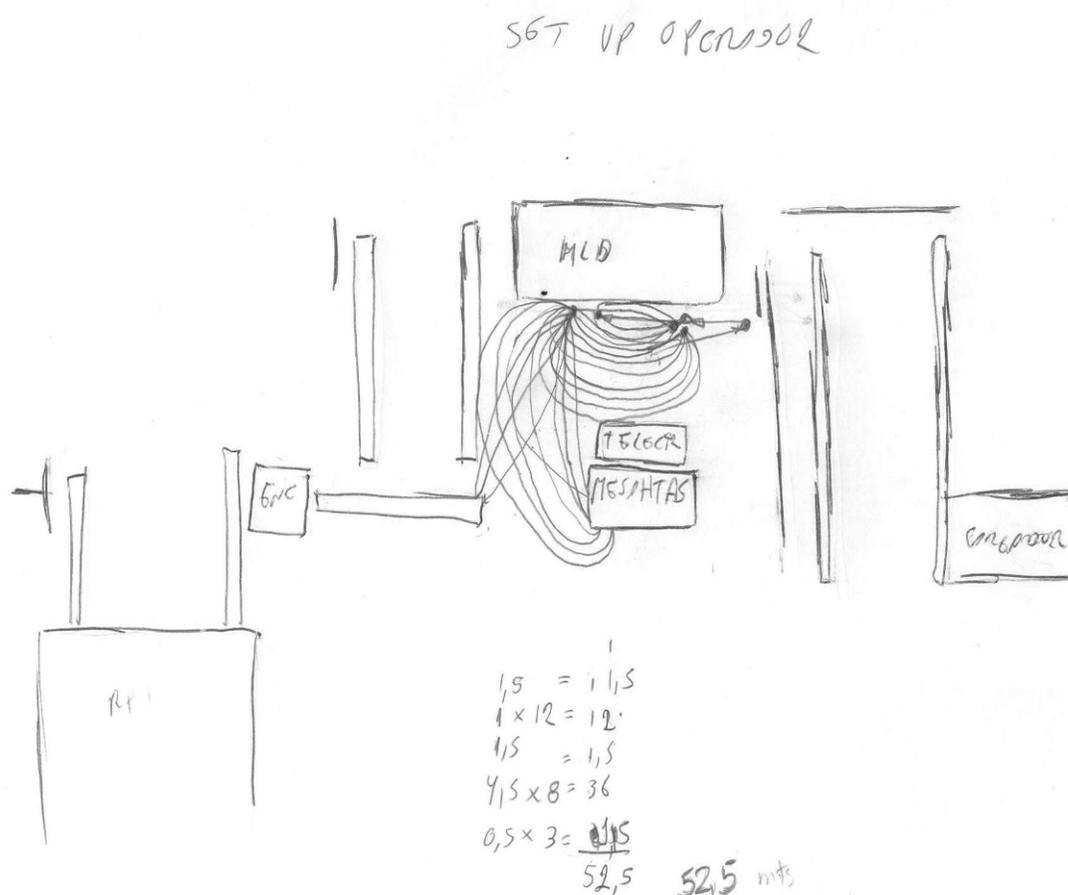
ANEXO A: A3 inicial del proyecto

PROYECTO MEJORAMIENTO TIEMPOS DE SET UP LAMINATION																																																																																																		
<p>Resumen Ejecutivo Proyecto reducir los tiempos de Set Up de la línea en al menos un 50% para crear mayor disponibilidad permitiendo el incremento o diversificación de la producción de la planta</p>	<p>Patrocinador: Sr. Rodrigo Lyon</p> <p>Lider Proyecto: Jefe Control Procesos</p> <p>Coach: Equipo Lean</p> <p>Equipo: Sup y operadores ambos turnos; Ana Romo</p>	<p>Estado Futuro del proyecto</p> 																																																																																																
<p>Indicadores de oportunidad de mejorar</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 25%; text-align: center;">Actual</th> <th style="width: 25%; text-align: center;">Futuro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- tiempos de set up</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Actual	Futuro	1.- tiempos de set up			2.-			3.-			4.-			5.-			<p>Marco del Proyecto (historia, definiciones, herramientas a usar, razones de hacer, etc) reducir los tiempos de set up por línea de productos en al menos un 50% para este cometido se usaran tecnicas de 5S, SOP (procedimiento estandar de operación) SMED (cambio de matriz de producto en minutos de un dígito)</p>	<p>Plan de Implementación</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Tareas</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Responsable</th> <th colspan="6" style="text-align: center;">Fecha límite</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">abr</th> <th style="text-align: center;">may</th> <th style="text-align: center;">jun</th> <th style="text-align: center;">jul</th> <th style="text-align: center;">ago</th> <th style="text-align: center;">mes6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #00FF00;">1.- organizar grupo de trabajo y direccionar</td> <td style="background-color: #00FF00;">RP</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000;">2.- evaluar sistema de set up actual</td> <td style="background-color: #FF0000;">AR</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">KAIZEN DE SET UP</td> </tr> <tr> <td>3.- diseñar sistema de set up futuro</td> <td>RP</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.- desarrollar procedimientos y cambios</td> <td>JG/CB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- validar procedimientos y cambios</td> <td>AR/JG/CB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.- corregir</td> <td>JG/CB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.- implementar sistema como std.</td> <td>JG/CB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">31</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tareas	Responsable	Fecha límite						abr	may	jun	jul	ago	mes6	1.- organizar grupo de trabajo y direccionar	RP	30						2.- evaluar sistema de set up actual	AR	15						KAIZEN DE SET UP								3.- diseñar sistema de set up futuro	RP			8				4.- desarrollar procedimientos y cambios	JG/CB				8			5.- validar procedimientos y cambios	AR/JG/CB				31			6.- corregir	JG/CB					15		7.- implementar sistema como std.	JG/CB					31	
	Actual	Futuro																																																																																																
1.- tiempos de set up																																																																																																		
2.-																																																																																																		
3.-																																																																																																		
4.-																																																																																																		
5.-																																																																																																		
Tareas	Responsable	Fecha límite																																																																																																
		abr	may	jun	jul	ago	mes6																																																																																											
1.- organizar grupo de trabajo y direccionar	RP	30																																																																																																
2.- evaluar sistema de set up actual	AR	15																																																																																																
KAIZEN DE SET UP																																																																																																		
3.- diseñar sistema de set up futuro	RP			8																																																																																														
4.- desarrollar procedimientos y cambios	JG/CB				8																																																																																													
5.- validar procedimientos y cambios	AR/JG/CB				31																																																																																													
6.- corregir	JG/CB					15																																																																																												
7.- implementar sistema como std.	JG/CB					31																																																																																												
<p>Estado Actual del proyecto</p> 	<p>Indicadores (tiempos de set/up)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Actual</th> <th style="text-align: center;">meta</th> <th style="text-align: center;">abr</th> <th style="text-align: center;">may</th> <th style="text-align: center;">jun</th> <th style="text-align: center;">jul</th> <th style="text-align: center;">ago</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>set up A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up E</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up F</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>set up G</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Actual	meta	abr	may	jun	jul	ago	set up A							set up B							set up C							set up D							set up E							set up F							set up G																																															
Actual	meta	abr	may	jun	jul	ago																																																																																												
set up A																																																																																																		
set up B																																																																																																		
set up C																																																																																																		
set up D																																																																																																		
set up E																																																																																																		
set up F																																																																																																		
set up G																																																																																																		

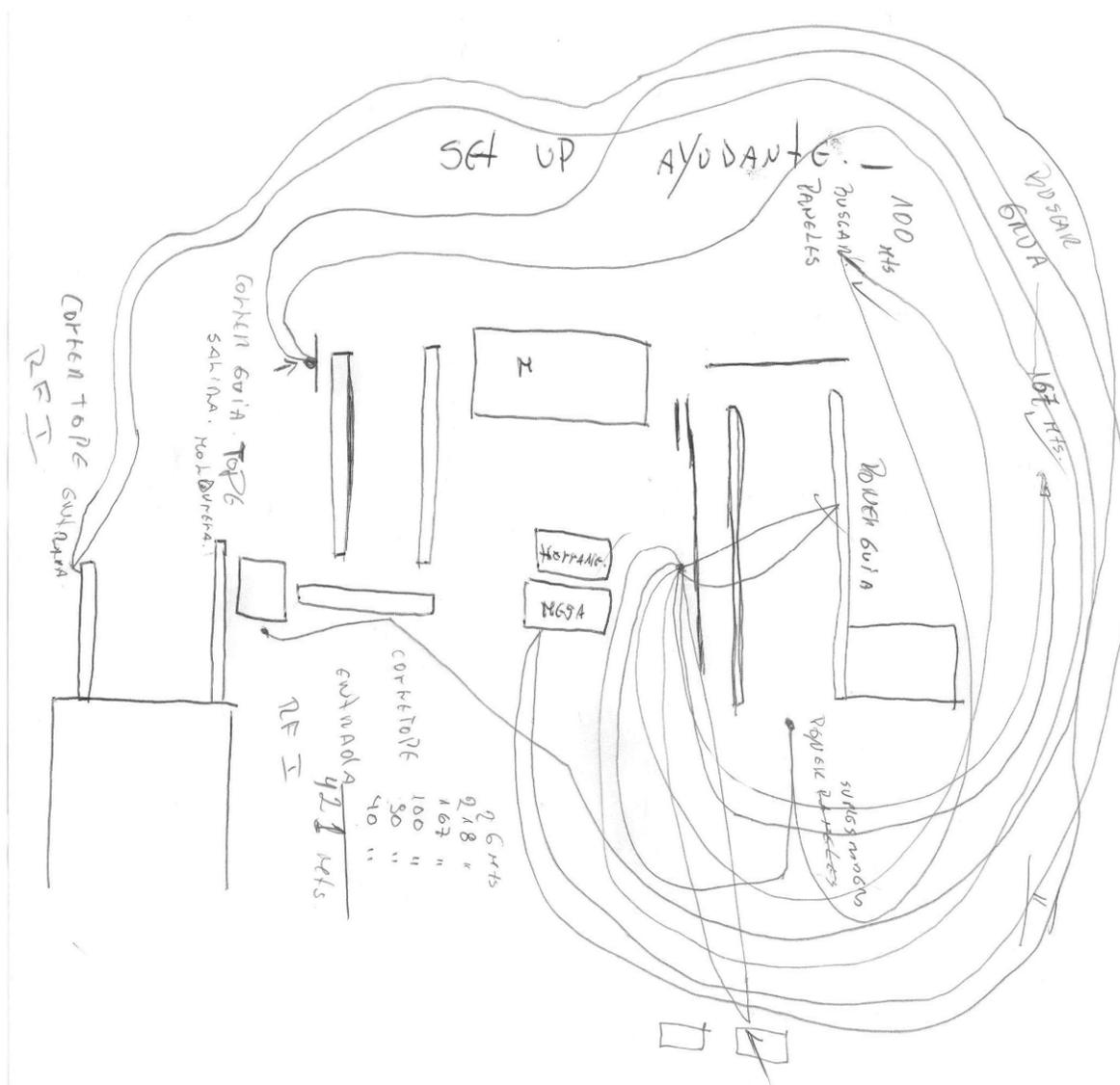
ANEXO B: Diagramas de Spaghetti de los equipos

El diagrama de Spaghetti sirve para esquematizar el desplazamiento de los operadores y/o sus ayudantes dentro del área de trabajo, a través de este tipo de diagrama podremos analizar si se están realizando movimientos innecesarios lo cual implica una perdida de tiempo pudiendo utilizar ese tiempo en tareas relevantes al cambio.

Diagramas de Spaghetti Moldurera Core

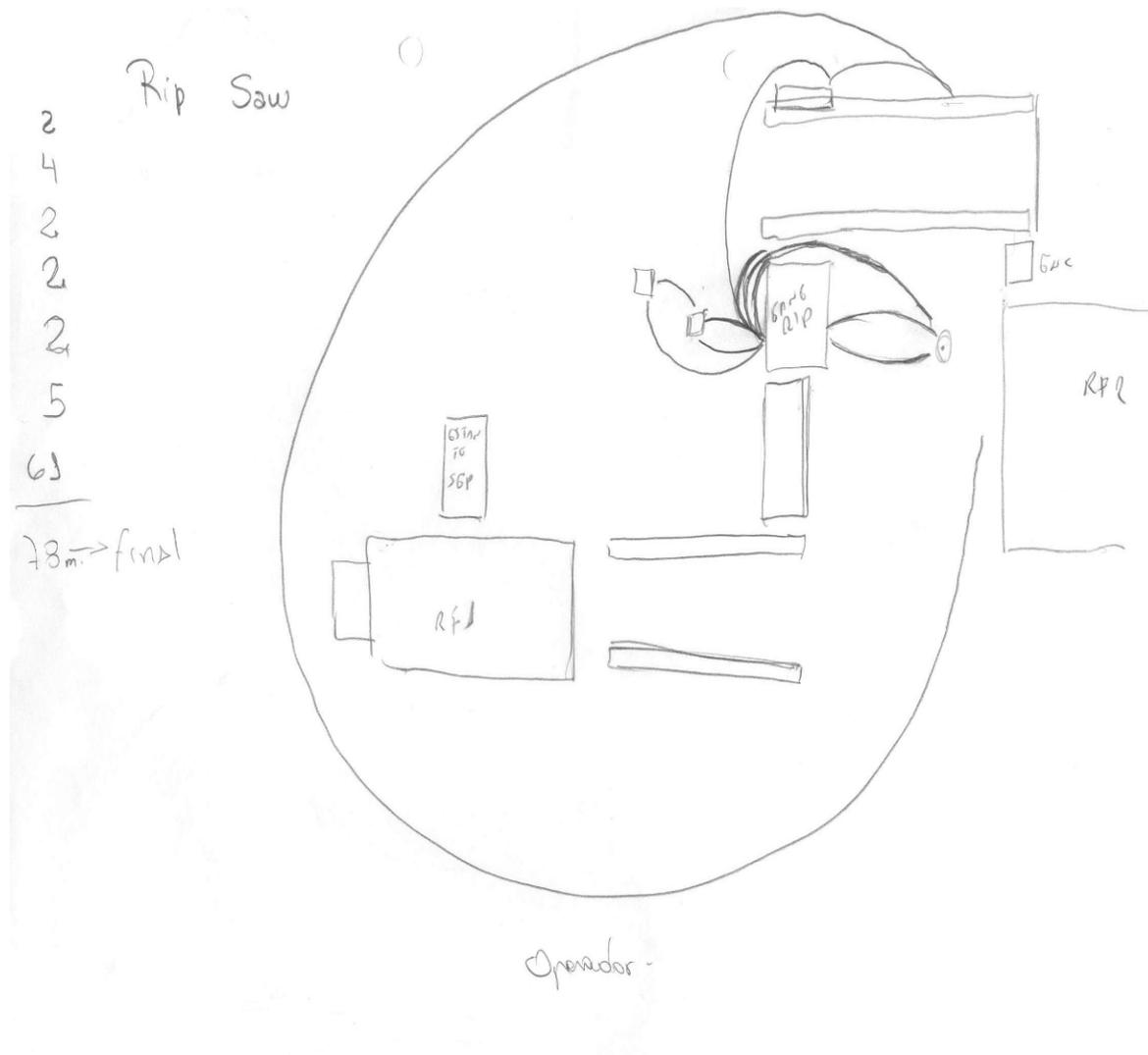


Este diagrama nos muestra los desplazamientos realizados por el operador de la maquina, el cual se registra contando la cantidad de metros recorridos al realizar las tareas, lo cual indica que el operador normalmente camina en cada cambio 52.5 mt.



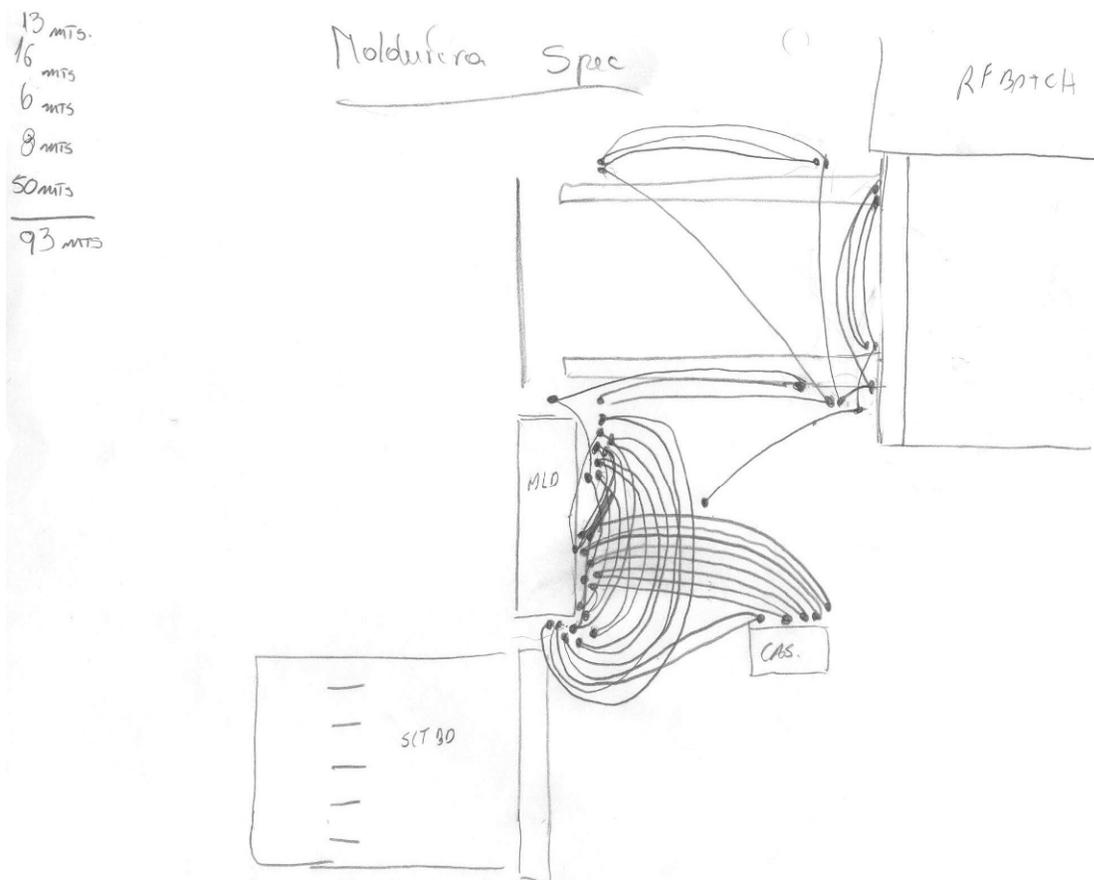
El ayudante tiene sus tareas definidas en el cambio, por lo que en el diagrama se muestra el desplazamiento que realiza cada vez que se existe un cambio de programa o cambio de materia prima, por lo que camina 421 mt al realizar los ajustes en las guías de las mesas de entrada y salida del equipo.

Diagrama de Spaghetti Rip Saw



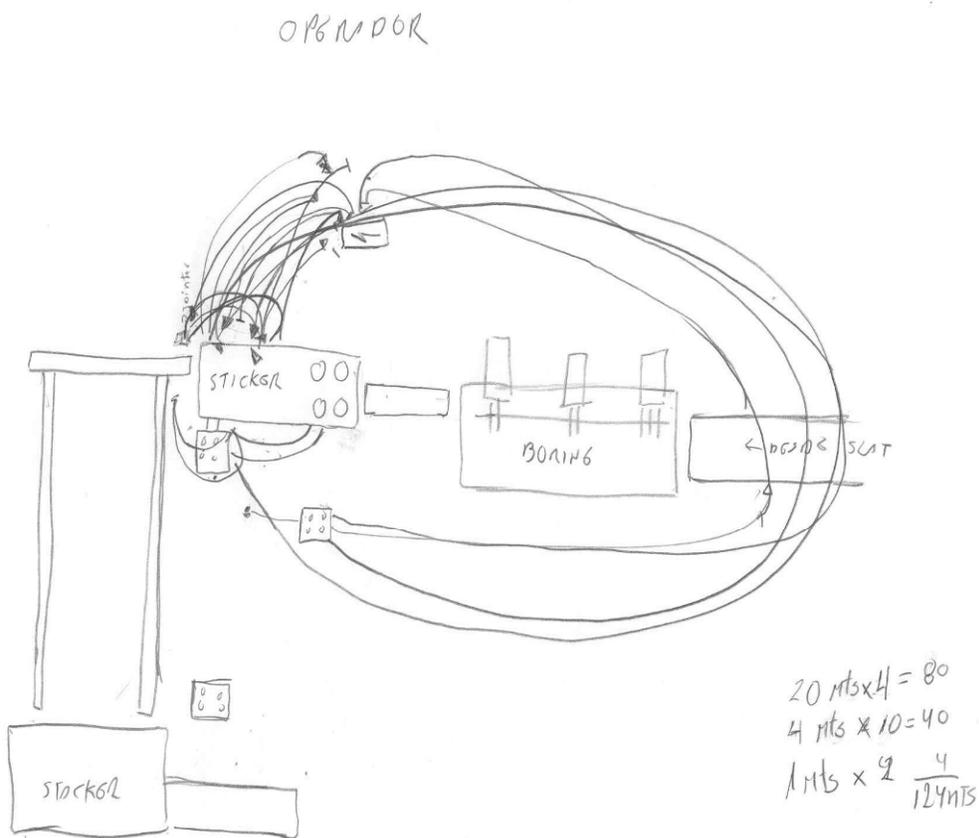
En este diagrama se visualiza el desplazamiento que realiza el operador el cual camina hasta 78 mt por cada cambio de programa que exista en un turno. Se puede ver que el operador en un momento debe trasladarse pasando por varios equipos hasta llegar a su maquina.

Diagrama de Spaghetti Moldurera Spec



En este equipo interviene en el cambio solamente una persona que es el operador, realizando un desplazamiento de 93 mt cada vez que se realizan cambios de programa. Se puede visualizar que el operador realiza varios viajes desde el equipo hasta el casillero de herramientas pudiendo tal vez disminuirlos.

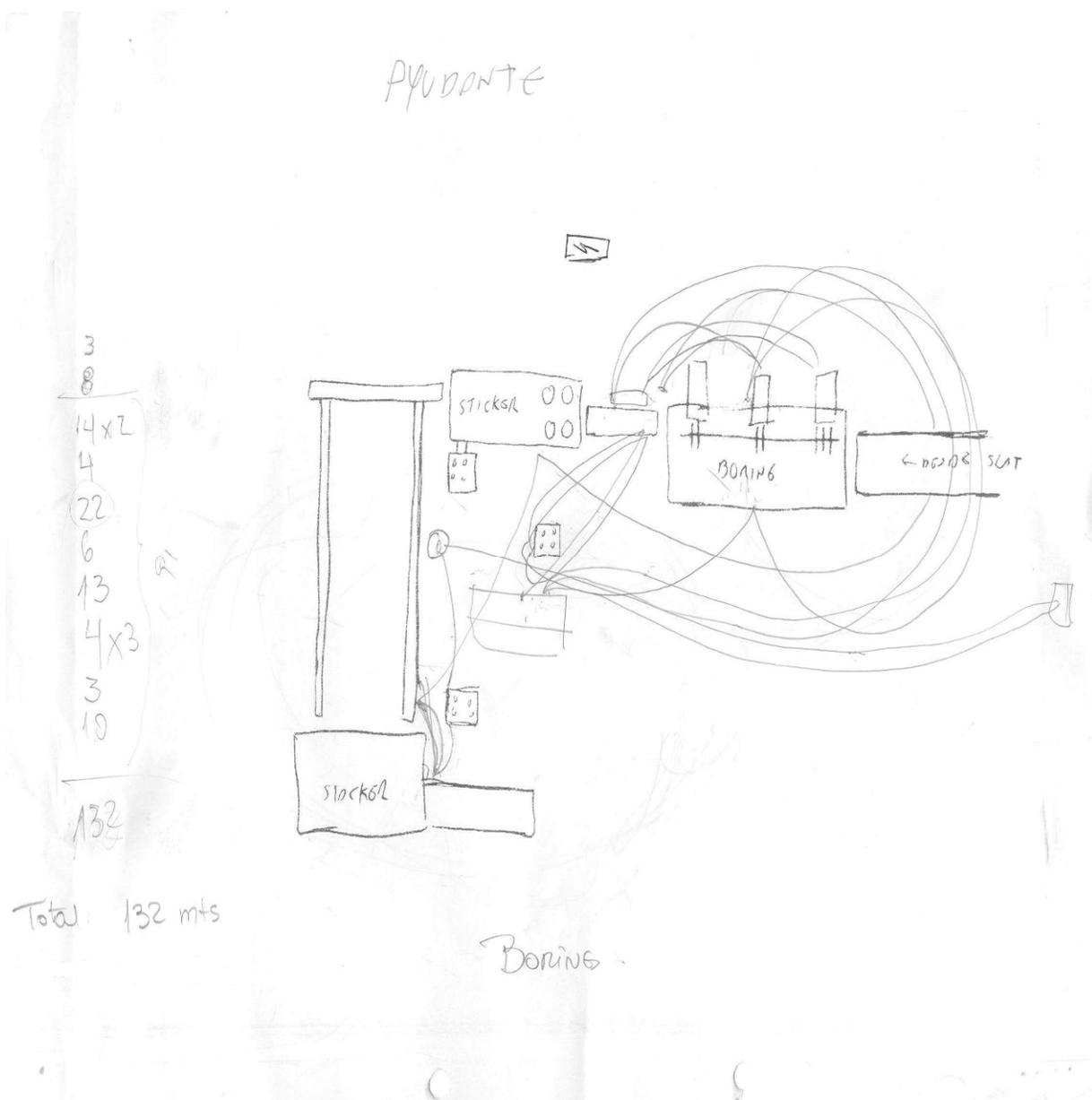
Diagrama de Spaghetti Sticker Moulder y Boring



Total : 124 mts

STICKER MOULDER.

El operador del equipo es quien interviene en los cambios de programa en la Sticker Moulder, así como el ayudante lo hace en la Boring, en este diagrama se puede ver que el operador camina 124 mt cada vez que realiza un cambio, realizando la mayor cantidad de movimientos en el sector del tablero eléctrico debiendo encender y apagar reiteradas veces al hacer algún tipo de ajuste en el equipo.



En el caso del ayudante, quien es que realiza los cambios de programa en la Boring en el caso de haberlo, o bien, cambio de brocas, se desplaza 132 mt ya que comparte las tareas en conjunto con el operador de la Sticker Moulder y el mayor desplazamiento lo realiza cuando realiza ajuste de medida ya que las distancias entre perforaciones que debe realizar el equipo debe ser exacto.

ANEXO C Tablas de actividades

Como se dijo anteriormente, cada uno de los equipos fueron analizado por separado con el equipo de trabajo correspondiente en el mismo lugar de trabajo, registrando los tiempos cronometrados, detallando en las tablas cada una de las actividades que se realizan cuando se debe realizar los cambios de programa o bien cambio de elementos de corte.

A continuación se muestran las tablas originales, con el detalle de los cálculos de tiempo en minutos además del análisis del tipo de set up al cual corresponde la actividad, es decir, si corresponde a una actividad interna o externa.

Tabla de Actividades realizadas en la Moldurera Core
OPERADOR

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Abrir guía de entrada	32	0,53	Interno
2	Abrir y cerrar guía entrada moldurera	13	0,22	Interno
3	Abrir cabezal izquierdo	25	0,42	Interno
4	Dar avance a la madera para realizar el ajuste (sacar madera medida anterior)	57	0,95	Interno
5	Sacar perno del cabezal de la sierra	10	0,17	Interno
6	Sacar protección sierra	12	0,20	Interno
7	Levantar cargador	8	0,13	Interno
8	Bajar mesa de salida	12	0,20	Interno
9	Buscar herramientas para sacar porta sierras	12	0,20	Externo
10	Sacar portasierras y llevar al mesón	35	0,58	Interno/Externo
11	Ajustar seguro	4	0,07	Interno
12	Encender motor sierras y pasar madera	22	0,37	Interno
13	Detener motor	15	0,25	Interno
14	Buscar pie de metro y medir ancho de madera	13	0,22	Externo
15	Buscar separadores o laines para ajustar medida	150	2,50	Externo
16	Alinear portasierra y engrasar	85	1,42	Interno
17	Levantar mesa de salida	8	0,13	Interno
18	Abrir guía de salida	10	0,17	Interno
19	Encender motor sierra mas el avance	25	0,42	Interno
20	Bajar cargador y ajustar	15	0,25	Interno
21	Ajustar guía de salida	17	0,28	Interno
22	Poner protección	9	0,15	Interno
23	Encender equipo y avance de madera	6	0,10	Interno
		595	9,92	

AYUDANTE

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Buscar grúa y materia prima	145	2,42	Externo
2	Buscar madera para poner como guía, amarrar y ajustar al largo	90	1,50	Externo
3	Buscar paneles y tacos para alimentación de materia prima	43	0,72	Externo
4	Dirigirse hacia el tablero de control y llenar mesa	41	0,68	Externo
5	Dirigirse hacia mesa de salida moldurera y ajustar guía	85	1,42	Externo
6	Dirigirse a buscar llave de ajuste y desplazarse a guía entrada RF1 y ajustar	92	1,53	Externo
7	Dirigirse al sector donde se ubica guía móvil de entrada RF1 y ajustar guía	112	1,87	Externo
		608,00	10,13	

Tabla de actividades realizadas en la Rip Saw

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Detener equipo y terminar de consumir madera en mesa	90	1,50	externo
2	Dirigirse al lugar de cambio de elementos de corte	30	0,50	externo
3	Cambio de elemento de corte	298	4,97	interno
4	Ajuste de tope y guía de mesas de salida	28	0,47	externo
5	Volver al lugar de trabajo	34	0,57	externo
		480	8,00	

Tabla de actividades realizadas en la Moldurera Spec

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Detener cadena de entrada y subir guía	85	1,42	externo
2	Ajuste de guías laterales	90	1,50	externo
3	Encender avance de cadena y regular guías entrada de moldurera	125	2,08	externo
4	Cambio de cabezal	250	4,17	interno
5	Ajuste de medida	285	4,75	externo
		835	13,92	

Tabla de actividades realizadas en la Slat Bed

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Posicionar las 7 sierras en el lugar de corte	432	7,20	interno/externo
2	Verificar medidas y reajustar	107	1,78	externo
		539	8,98	

Tabla de actividades realizadas en la Sticker Moulder –Boring

OPERADOR

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Detener equipo	8	0,13	Interno
2	Cortar energía	16	0,27	Interno
3	Abrir protecciones del cabezal	21	0,35	Interno
4	sacar cabezal en uso, poner nuevo cabezal y engrasar	105	1,75	Interno
5	Aproximar cabezal a la medida	53	0,88	Interno
6	Dar energía, prender equipo para botar grasa al cabezal y cortar energía	32	0,53	Interno
7	Poner jointer, ajustar y jointear	159	2,65	Interno
8	Poner protección	18	0,30	Interno
9	Dar energía y encender equipo	9	0,15	Interno
10	Ajuste de medida del perfil	217	3,62	Interno
		638	10,63	

AYUDANTE

Etapa	Descripción	Tiempo (seg.)	Tiempo (min.)	Tipo set up
1	Vaciar Stacker	78	1,30	Externo
2	Sacar brocas	185	3,08	Interno
3	Buscar regla y modificar la distancia de los boring en un cabezal	138	2,30	Interno/externo
4	Tomar regla para verificar medida y encender equipo	207	3,45	Externo
5	Dejar regla en su lugar y cambiar sentido de alimentación de la banda	21	0,35	Externo
		629,00	10,48	

ANEXO D El antes y el después de las mejoras propuestas por equipo

MOLDURERA CORE

ANTES



DESPUES



Banco de trabajo



Manga de sierras



Guía mesa alimentación

RIP SAW

ANTES



DESPUES



Equipo



Herramientas

MOLDURERA SPEC

ANTES



DESPUES



Salida RF Batch



Guía entrada moldurera



Salida moldurera

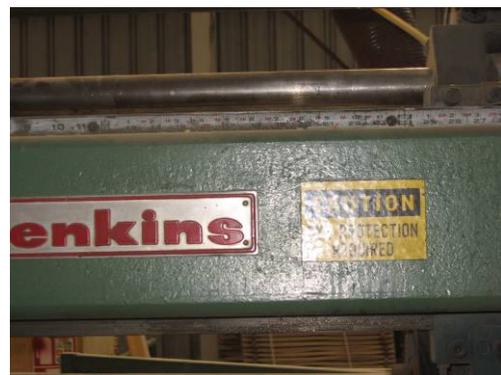
SLAT BED

ANTES



Tablero

DESPUES



Marcador de medidas



STICKER MOULDER Y BORING

ANTES



Ajuste salida boring



Tope lado top



Tablero sin selector de cabezales

DESPUES



ANEXO E: Gráficos de registro de tiempos cronometro con mejoras realizadas.

Grafico Moldurera Core

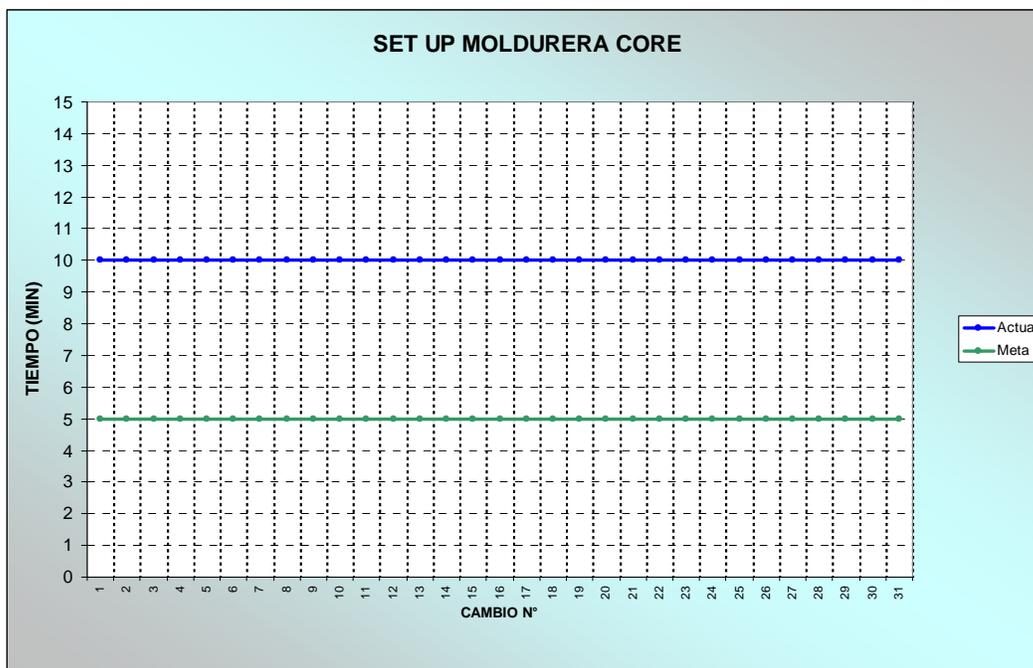


Grafico Rip Saw

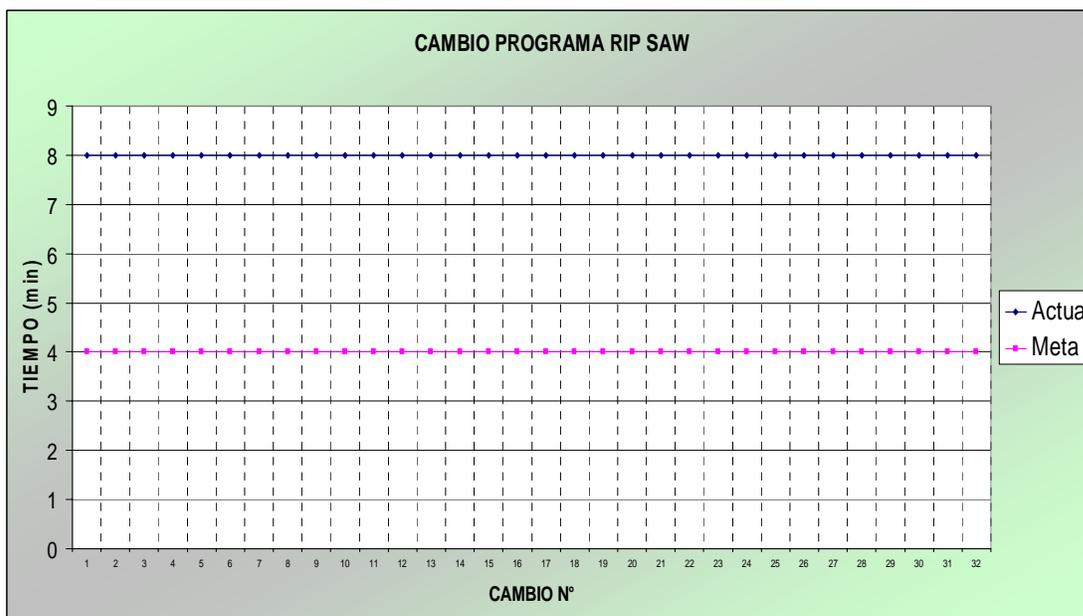


Grafico Moldurera Spec

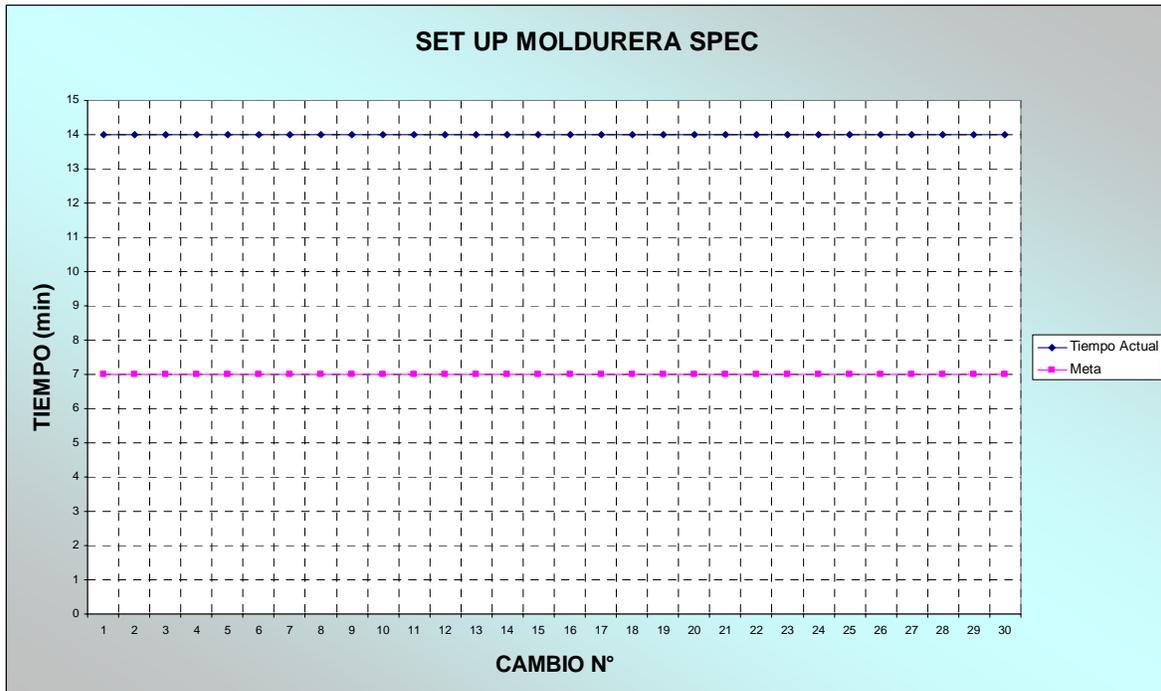


Grafico Slat Bed

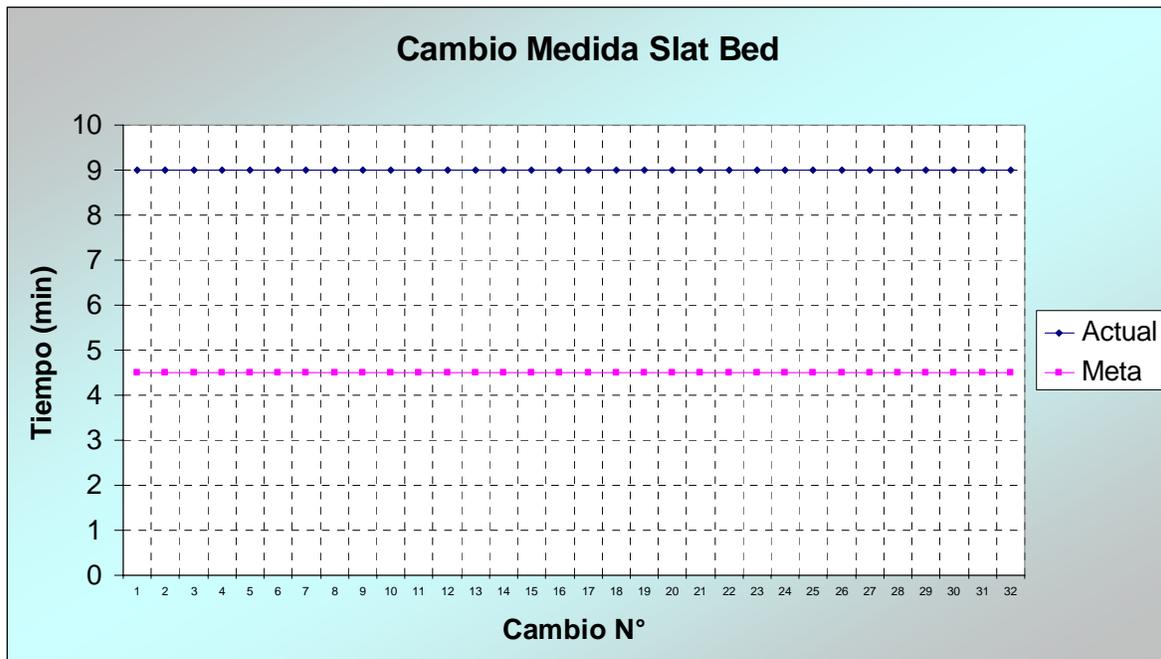
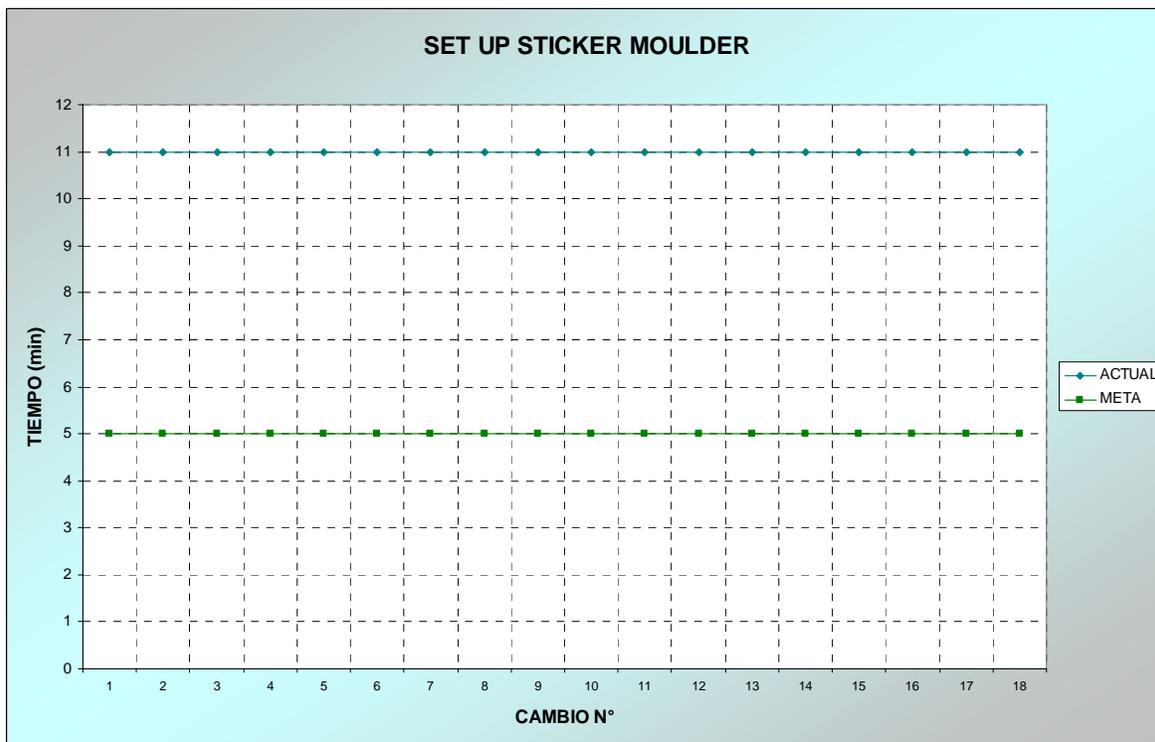


Grafico Sticker Moulder y Boring



ANEXO F: Análisis de registro de tiempos por equipos.

Moldurera Core

La siguiente tabla muestra el promedio semanal de los cambios de programa en la moldurera core.

Semana	PM	TC	Promedio semanal	Actual	Meta
24	8,00	7,80	7,90	10	5
25	6,67	6,84	6,75	10	5
26	5,00	6,31	5,66	10	5
27	5,60	5,90	5,75	10	5
28	5,53	5,65	5,59	10	5
29	4,52	5,41	4,97	10	5
30	5,49	5,16	5,33	10	5
31	4,09	5,24	4,67	10	5
32	3,41	5,07	4,24	10	5
33	2,97	5,16	4,06	10	5
34	2,80	4,99	3,90	10	5
35	2,86	4,85	3,85	10	5
36	2,39	4,52	3,46	10	5
37	2,61	4,64	3,63	10	5
38	3,50	4,50	4,00	10	5
39	2,83	4,29	3,56	10	5
40	2,35	4,13	3,24	10	5
41	2,40	4,40	3,40	10	5
42	2,68	4,29	3,49	10	5
43	2,48	4,64	3,56	10	5
44	2,38	4,44	3,41	10	5

En donde:

Semana: Corresponde al numero de la semana del año que se lleva cursada.

PM y TC son las iniciales de los nombres de los operadores de la moldurera de cada turno.

Actual: corresponde al tiempo promedio que demoraban los cambios

Meta: corresponde a la meta de reducir al menos en un 50 por ciento los tiempos de cambio.

En este caso se realiza la comparación por turno ya que es donde existían diferencias en la forma de realizar el trabajo por parte de los operadores.

Rip Saw

SEMANA	tiempo	Actual	Meta
25	6,50	8	4
26	3,30	8	4
27	3,60	8	4
28	3,14	8	4
29	2,54	8	4
30	2,41	8	4
31	2,61	8	4
32	2,32	8	4
33	2,37	8	4
34	2,33	8	4
35	2,22	8	4
36	2,07	8	4
37	2,03	8	4
38	2,08	8	4
39	2,04	8	4
40	2,14	8	4
41	2,08	8	4
42	2,05	8	4
43	2,08	8	4
44	2,43	8	4

Moldurera Spec

SEMANA	tiempo	Actual	Meta
27	8,00	14	7
28	6,20	14	7
29	6,30	14	7
30	5,47	14	7
31	5,02	14	7
32	5,06	14	7
33	5,47	14	7
34	4,66	14	7
35	4,35	14	7
36	2,75	14	7
37	2,98	14	7
38	2,00	14	7
39	3,34	14	7
40	3,00	14	7
41	2,71	14	7
42	2,62	14	7
43	2,69	14	7
44	2,31	14	7

Slat Bed

En el caso de este equipo los resultados se han visto de manera inmediata, con el solo hecho de modificar el tablero de comando al permitir que cada una de las sierras se pueda desplazar en forma simultánea y aumentar la velocidad de avance de las sierras.

SEMANA	tiempo	Actual	Meta
25	9,00	9	4,5
26	3,88	9	4,5
27	2,38	9	4,5
28	1,52	9	4,5
29	2,42	9	4,5
30	2,32	9	4,5
31	1,72	9	4,5
32	1,35	9	4,5
33	1,06	9	4,5
34	1,27	9	4,5
35	1,26	9	4,5
36	0,92	9	4,5
37	1,01	9	4,5
38	1,18	9	4,5
39	1,25	9	4,5
40	0,63	9	4,5
41	1,00	9	4,5
42	1,02	9	4,5
43	1,00	9	4,5
44	0,95	9	4,5

Sticker Moulder y Boring

SEMANA	tiempo	Actual	Meta
26	5,50	11	5
27	5,70	11	5
28	6,01	11	5
29	5,48	11	5
30		11	5
31	3,33	11	5
32	3,99	11	5
33	6,46	11	5
34	3,81	11	5
35	3,69	11	5
36	3,69	11	5
37	3,9215	11	5
38	3,875	11	5
39	4,16	11	5
40	5,00	11	5
41	4,00	11	5
42	3,83	11	5

Tabla de registro de tiempos de los cambios generales

Cambio N°	Tiempo (min.)
1	8
2	6
3	9
4	8
5	9
6	7
7	8
8	7
9	9
10	6
11	7
12	9
13	8
14	6
15	5
16	8
17	7
18	8
19	7
20	6
21	6
22	8
23	6
24	6
25	9
Promedio	7,32

Se analizaron los cambios de la línea en general obteniendo un tiempo promedio de 7,32 minutos.

ANEXO G: Procedimientos

Una vez cumplido el objetivo por equipo, se procedió a estandarizar las actividades que se deben realizar en cada uno de los equipos cuando se necesita realizar el cambio de programa o elemento de corte.

Estos procedimientos deben ser lo mas claro posible, de manera que cualquier persona que no sepa nada del equipo sea capaz de realizar el trabajo con tan solo mirar el procedimiento, además debe identificar mediante imágenes cada parte de la maquina para hacerlo mas didáctico posible.

Para la confección de estos procedimientos se hizo una ultima evaluación de las actividades que realizan los operadores al realizar los cambios, ya que estas actividades fueron modificadas al implementarse las mejoras en los equipos.

A continuación se muestran los procedimientos, los cuales fueron enmarcados y publicados al lado de cada equipo de manera que estén a la vista de toda persona que desee verlos.

Procedimiento Moldurera core Operador

	SOP	Dirigido a	Autorizado por	
	Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada	
	Seccion	Area	Realizado Por	
	Moldurera Core	Lamination	Ana Romo	
SET UP MOLDURERA CORE				

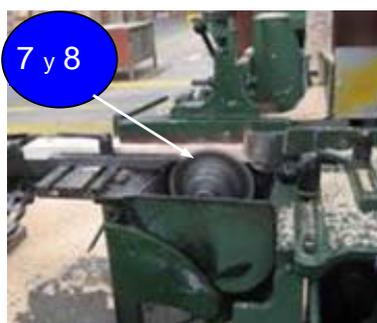
RUTA OPERADOR

Etapa externa

- 1- Preparar manga de sierra y dejar al costado del equipo
- 2- Buscar grasea y llaves necesarias para el cambio.

Etapa Interna

- 3- Detener equipo y poner tarjeta de bloqueo. asear en forma superficial
- 4- Ajustar guia de entrada (llave punta corona 3/4")
- 5- Poner madera y ajustar cabezal y guia.
- 6- Sacar proteccion sierra
- 7- Cambiar manga de sierra (llaves allen 3/8" y 3 mm)
- 8- Engrasar manga de sierra (400 psi)
- 9- Poner proteccion y ajustar cargador y guias (llave punta corona 15/16")
- 10- Sacar tarjeta y encender equipo.



	<p>En moldurera solo debe haber personal autorizado. En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia Cualquier duda pregunte al supervisor</p>		<p>Revisar en forma frecuente la calidad del producto Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad</p>
	<p>Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)</p>		<p>Filosofia Lean o produccion esbelta set up rapido mejora la flexibilidad de productos. Eliminar desperdicios</p>

Procedimiento Moldurera core ayudante

	SOP	Dirigido a	Autorizado por	
	Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada	
	Seccion	Area	Realizado Por	
	Moldurera Core	Lamination	Ana Romo	

SET UP MOLDURERA CORE

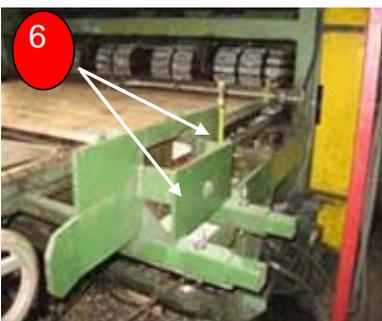
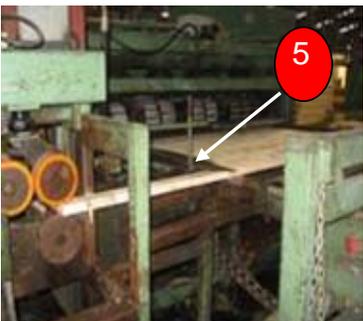
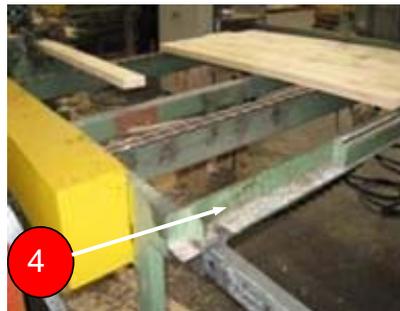
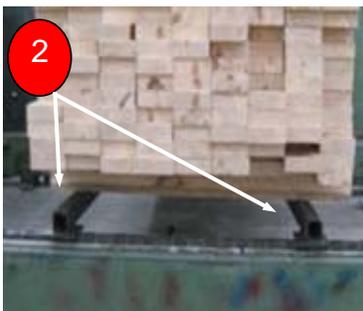
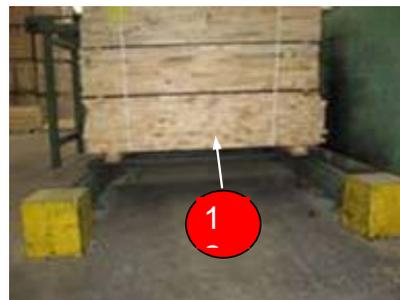
RUTA AYUDANTE

Etapas externas

- 1- Buscar madera
- 2- Poner largueros en cadena de entrada si corresponde.

Etapas Internas

- 3- Ajustar guias laterales
- 4- Ajustar guia salida moldurera
- 5- Ajustar tope y guia lado izquierdo RF1 (llave punta corona 11/16")
- 6- Ajustar tope y guia lado derecho RF1
- 7- Cargar mesa de alimentacion.



 En moldurera solo debe haber personal autorizado.
En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia
Cualquier duda pregunte al supervisor

 Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S
Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar"
(5S's)

 Revisar en forma frecuente la calidad del producto
Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad

 Filosofia Lean o produccion esbelta
set up rapido mejora la flexibilidad de productos.
Eliminar desperdicios

Procedimiento Rip Saw

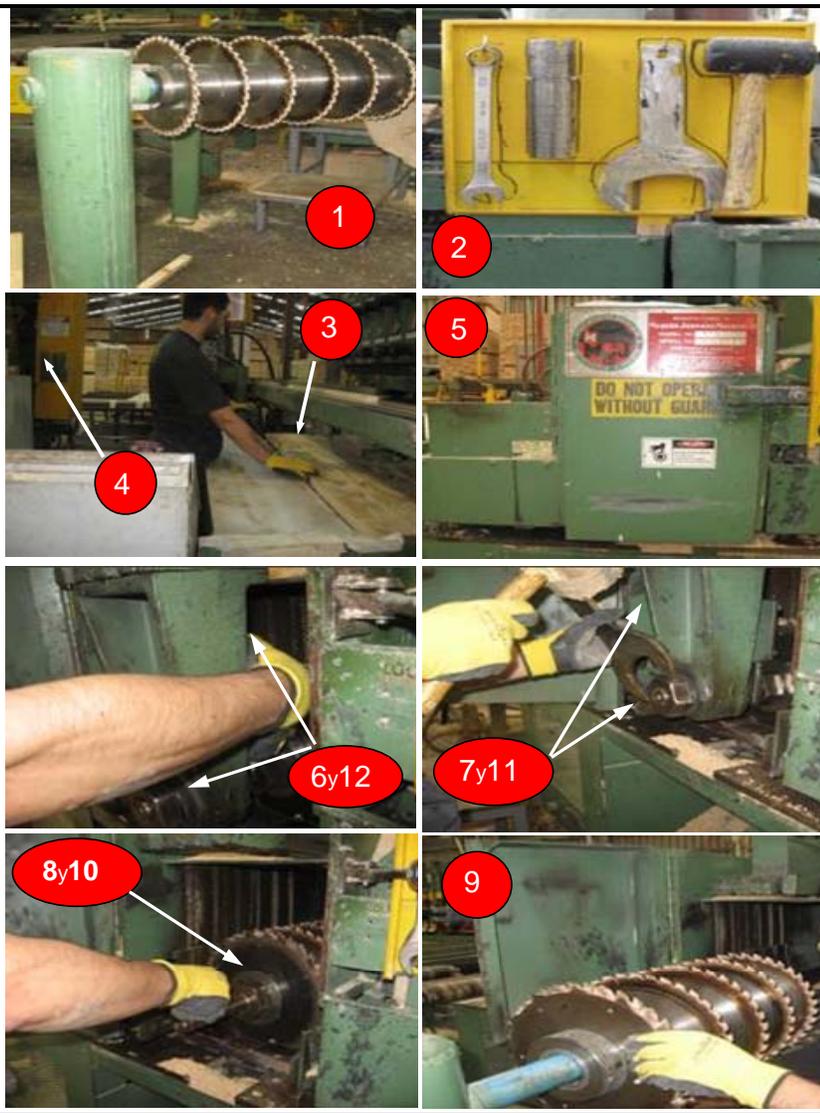


SOP	Dirigido a	Autorizado por
Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada
Seccion	Area	Realizado Por
RIP SAW	Lamination	Ana Romo



SET UP RIP SAW

- Etapas externas**
- 1- Preparar cabezal y dejar en su lugar
 - 2- Verificar que el tablero de herramientas esté completo
 - 3- Terminar de procesar el ultimo panel.
- Etapas Internas**
- 4- Detener equipo y poner freno
 - 5- Abrir protección
 - 6- Poner seguro del eje y soltar tuerca de apriete
 - 7- Soltar perno del soporte del eje y retirar soporte
 - 8- Retirar chaveta y soltar tuerca de apriete de camisa
 - 9- Cambiar cabezal
 - 10- Apretar tuerca de camisa y poner chaveta
 - 11- Poner soporte y apretar perno soporte
 - 12- Apretar tuerca del eje y levantar seguro del eje
 - 13- Cerrar proteccion y encender equipo
 - 14- Verificar medida



 En Rip Saw solo debe haber personal autorizado.
En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia
Cualquier duda pregunte al supervisor

 Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S
Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)

 Revisar en forma frecuente la calidad del producto
Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad

 Filosofia Lean o produccion esbelta
set up rapido mejora la flexibilidad de productos.
Eliminar desperdicios

Procedimiento Moldurera Spec

	SOP	Dirigido a	Autorizado por	
	Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada	
	Seccion	Area	Realizado Por	
	Moldurera Spec	Lamination	Ana Romo	

SET UP MOLDURERA SPEC

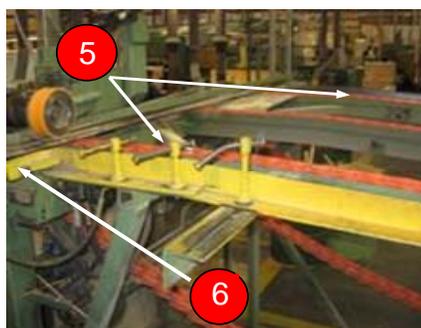
Etapa externa

- 1- Buscar cabezal y dejar al costado del equipo
- 2- Buscar grasera y llaves necesarias para el cambio.



Etapa Interna

- 3- Detener equipo, poner freno y tarjeta de bloqueo
- 4- Detener cadena de alimentacion
- 5- Ajustar guias laterales
- 6- Ajustar guia entrada moldurera (llave punta corona 3/4")
- 7- Sacar proteccion y cambiar cabezal (llaves Allen 3/8" y 3mm)
- 8- Engrasar cabezal (400 psi)
- 9- Ajustar medida y verificar (llave punta corona 15/16", manilla con dado y pie de metro)
- 10- Poner proteccion
- 11- Sacar tarjeta de bloqueo y encender equipo



 En moldurera solo debe haber personal autorizado. En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia. Cualquier duda pregunte al supervisor

 Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S. Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)

 Revisar en forma frecuente la calidad del producto. Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad

 Filosofia Lean o produccion esbelta. set up rapido mejora la flexibilidad de productos. Eliminar desperdicios

Procedimiento Slat Bed

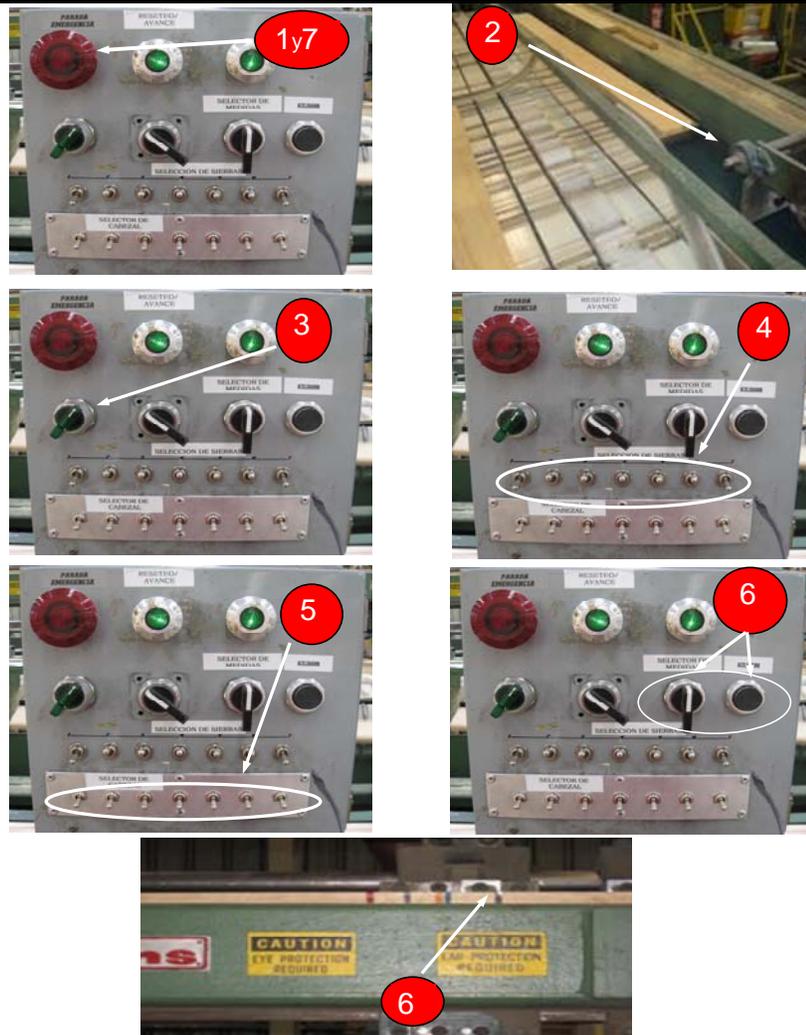


SOP	Dirigido a	Autorizado por
Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada
Seccion	Area	Realizado Por
Slat Bed	Lamination	Ana Romo



SET UP SLAT BED

- Etapa interna**
- 1- Detener equipo (Boton reseteo/avance)
 - 2- Ajustar tope
 - 3- Levantar sierras (Switch ubicado bajo parada emergencia)
 - 4- Seleccionar sierras (interruptores "selección de sierras")
 - 5- Seleccionar cabezal a mover (interruptores "selector de cabezal")
 - 6- Mover selector de medidas junto con acelerador para ajuste de medidas
 - 7- Encender equipo (Boton reseteo/avance)
 - 8- Verificar medidas (huincha de medir o regla)



En Slat Bed solo debe haber personal autorizado.
En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia
Cualquier duda pregunte al supervisor

Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S
Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)

Revisar en forma frecuente la calidad del producto
Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad

Filosofia Lean o produccion esbelta
set up rapido mejora la flexibilidad de productos.
Eliminar desperdicios

Procedimiento Sticker Moulder Boring operador

	SOP	Dirigido a	Autorizado por	
	Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada	
	Seccion	Area	Realizado Por	
	Sticker Moulder	Lamination	Ana Romo	

SET UP STICKER MOULDER

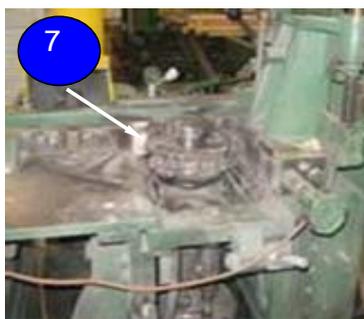
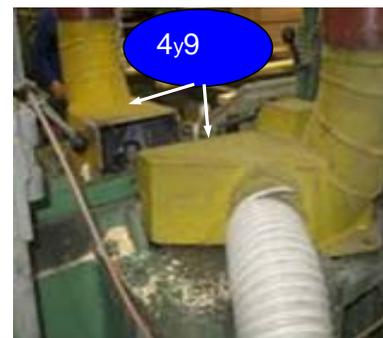
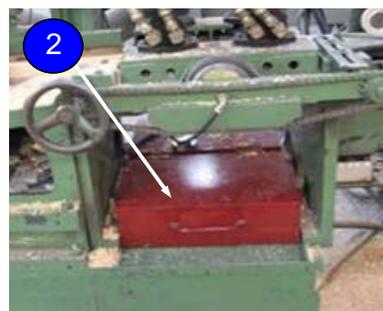
Ruta B: OPERADOR

Etapa externa

- 1- Buscar cabezal
- 2- Buscar grasera, piedras jointer y llaves necesarias para el cambio.

Etapa Interna

- 3- Detener Sticker Moulder y realizar aseo superficial
- 4- Retirar proteccion
- 5- Sacar seguro del cabezal (llave Allen 3 3/8")
- 6- Sacar grasa y sacar cabezal (Llave Allen 3 mm)
- 7- Poner nuevo cabezal, engrasar (400 psi) y poner seguro (llave punta corona 15/16")
- 8- Poner jointer y jointear cabezal
- 9- Poner proteccion
- 10- Poner en marcha; ajustar medida
- 11- Verificar medidas (pie de metro, plantillas, escuadra)



	<p>En moldurera solo debe haber personal autorizado En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia Cualquier duda pregunte al supervisor</p>		<p>Revisar en forma frecuente la calidad del producto Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad</p>
	<p>Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)</p>		<p>Filosofia Lean o produccion esbelta set up rapido mejora la flexibilidad de productos. Eliminar desperdicios</p>

Procedimiento Sticker Moulder Boring ayudante



SOP	Dirigido a	Autorizado por
Octubre Rev C/3 meses	Operadores Ayudantes	Rodrigo Lyon Ramon Parada
Seccion	Area	Realizado Por
Sticker Moulder	Lamination	Ana Romo



SET UP STICKER MOULDER

Ruta A: AYUDANTE

Etapa interna

- 1- Detener Boring
- 2- Desenergizar equipo

Etapa externa

- 3- Vaciar Stacker

Etapa interna

- 4- Ajustar tope segun largo Stile (llave punta corona 3/4")
- 5- Sacar y/o poner brocas (llave mandril)
- 6- Ajustar posicion de las brocas para las perforaciones
- 7- Ajustar soporte cilindro cargador lateral (llave Allen 1/4")
- 8- Poner en marcha la Boring
- 9- Verificar medidas (regla)



En moldurera solo debe haber personal autorizado.
En caso de emergencia accionar boton de parada de emergencia
Cualquier duda pregunte al supervisor

Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo 5S
Recuerda "un lugar en cada cosa y cada cosa en su lugar" (5S's)

Revisar en forma frecuente la calidad del producto
Tomar acciones preventivas para alcanzar el 100% de la calidad

Filosofía Lean o producción esbelta
set up rapido mejora la flexibilidad de productos.
Eliminar desperdicios

En esta planilla se detalla la cantidad de horas hombre empleadas en el proyecto, estas horas implican las reuniones de los equipos de trabajo, la cantidad de tiempo que se empleó en hacer las mejoras en los equipos.

Además se contabiliza la cantidad de dinero que se invirtió en poder aplicar las mejoras en los equipos, dicho valor está expresado en dólar, ya que es la expresión monetaria universal, además que el valor de las puertas está valorado en dólares.

El costo de la mano de obra para este proyecto asciende a US\$8.429.

El costo de materiales para este proyecto asciende a US\$ 6148.

El costo total del proyecto equivale a la suma de US\$ 14.577

Si analizamos que la línea produce 18 spec por minuto, que por cada puerta se utilizan en promedio cuatro specs, el precio de venta de la puerta es de US\$21, lo que en un año dejaría un margen de US\$ 190.512.

Se puede decir que si consideramos el costo del proyecto y lo evaluamos anualmente, la inversión se recupera 13 veces en el año, es decir, por la nueva capacidad de producción que tiene la línea, la inversión se recupera en menos de un mes.