

Tabla de contenido

Introducción	3
Lean Manufacturing. “Manufactura Esbelta”	4
1. Ideas centrales de la manufactura esbelta.....	4
2. El proceso de manufactura esbelta.....	5
3. Inventarios – Eliminar almacenamientos	5
4. La economía en la Velocidad – Eliminar demoras.....	6
Análisis y diseño del proceso.....	8
1. Diagrama de Flujo	8
2. Distribución de planta	15
2.1 Características de una adecuada Distribución de Planta:	15
2.2 Diseño de distribución de planta.....	15
3. Estudios de Tiempos y Movimientos – Métodos de trabajo.....	18
3.1 Términos importantes dentro de un estudio de tiempos	19
3.2 Usos de un estudio de tiempos y movimientos.....	20
4. Diagrama Hombre – Máquina	22
5. Programación de la producción.....	23
Producción más Limpia	27
1. Qué es P + L?	27
2. Desechos y Emisiones.....	29
3. ¿Producción Más Limpia versus Final-del-Tubo?.....	29
4. Algunas sugerencias para la disminución de desechos.....	31
5. Eficiencia energética.....	33
5.1 Los motores de alta eficiencia	33
Anexo 1	39
Impacto ambiental en el proceso de fabricación de Muebles.....	35
Anexo 2	39
La Filosofía de las “5 S”,	39
BIBLIOGRAFIA.....	50

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Simbología para elaborar un diagrama de flujo	9
Cuadro 2. Diagrama Hombre-Máquina	22
Cuadro 3. Capacidad de Producción y Recursos	24
Cuadro 4. Ejemplo Programación de la Producción	25
Cuadro 5. Programa de Producción orden de compra de 1200m2 de piso	26
Cuadro 6. Comparación Tecnología al final del tubo vs P+L	30
Figura 1. Diagrama de Flujo.....	10
Figura 2. Distribución por producto	17
Figura 3. Distribución por proceso	17
Figura 4. Medición del trabajo	18
Figura 5. Componentes del tiempo tipo	20
Figura 6. Objetivos de la P+L	28
Figura 7. Metodología de un proceso de P+L	29

INTRODUCCIÓN

El objetivo de toda empresa es obtener un producto de calidad y al menor costo. Existen una serie de herramientas que ayudan a empresas de manufactura a contar con un proceso de producción fluido, eficiente y de alta calidad que permita justamente alcanzar este objetivo.

Esto usualmente implica contar con un proceso lo más libre de desperdicios o desechos sólidos, sin pérdidas de tiempo en esperas innecesarias, evitando transportes excesivos, dando la importancia del caso a los trabajadores y fomentando el orden y la limpieza.

Se presenta a continuación una pequeña introducción al término “Lean Manufacturing”, que será el marco conceptual de referencia para este documento. Posteriormente se estarán desarrollando algunas de las herramientas y técnicas de análisis y diseño de procesos más utilizadas, dando ejemplos prácticos de su aplicación en la industria forestal industrial, posteriormente de desarrollará el tema de producción más limpia, dando énfasis principalmente a los temas de manejo y reducción de desechos y eficiencia energética, atacando así dos de los principales problemas que enfrenta la industria forestal.

LEAN MANUFACTURING “MANUFACTURA ESBELTA”

Un término que se ha convertido en el más reconocido como sistema de pensamiento para elevar la productividad de los aparatos productivos es el conocido como “Lean Manufacturing” o Manufactura Esbelta, en español.

El objetivo primordial de Lean Manufacturing es eliminar toda la “grasa” en la organización, entendiendo como grasa todo lo que no agrega valor al producto final.

1. Ideas centrales de la manufactura esbelta

Las ideas centrales de Lean son bastante simples.

1. Determine el valor. Qué es lo que el cliente quiere?
 - a. Se obtiene valor haciendo las cosas bien. El valor de mejorar la velocidad, la calidad y reducir el costo, conduce a una mayor satisfacción del cliente, su retención y buenas referencias. Todo esto conduce a un mayor crecimiento y rentabilidad.
 - b. Lo que es valioso en una situación puede no serlo en otra. Escuche al cliente y dele lo que él quiere en el momento en que él lo quiere.
2. Produzca únicamente lo que el cliente requiere. Los altos inventarios de materias primas o de producto terminado únicamente esconden problemas e ineficiencias.
3. Haga que el trabajo fluya, evite interrupciones, tiempo y materiales desperdiciados, produciendo lotes pequeños.
4. Nivele la carga de trabajo para cumplir con la demanda del cliente.
5. Deténgase y solucione los problemas inmediatamente para obtener la calidad correcta la primera vez.
6. Estandarice.
7. Utilice controles visibles, así los problemas salen a la luz.
8. Utilice tecnología confiable, que apoye a la gente y su progreso.
9. Compita contra la perfección no contra su competencia, estudie sus procesos y maquinaria con el fin de poder encontrar oportunidades de mejora.
10. Desarrolle a su personal.

2. El proceso de manufactura esbelta

Se debe entender como producción Lean el proceso optimizado que ha eliminado gran parte o todas las operaciones o actividades que no agregan valor al producto que se fabrica.

Estos son los pasos para introducir el pensamiento lean en su organización:

1. **Enfoque.** Se debe enfocar los esfuerzos hacia las actividades que no agregan valor
2. **Mejorar.** Se busca eliminar o al menos disminuir toda actividad que no agrega valor, tales como demoras, desperdicios y re-procesos.
3. **Mantener.** Para estabilizar y monitorear las mejoras
4. **Reconocimiento.** Premiar y reconocer los esfuerzos de todos los colaboradores.

3. Inventarios – Eliminar almacenamientos

Una de las principales “grasas” en un sistema productivo son los inventarios, los cuales se generan en los sistemas de producción tradicionales cuando estos empujan los productos hacia los clientes, comprando insumos y produciendo basados en un pronóstico de demanda.

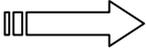
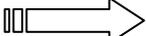
Esto puede traer como resultado la generación de excesos en los tres tipos de inventarios que existen:

- materias primas
- materiales en proceso
- productos terminados.

Al almacenar cualquiera de estos tres tipos de inventario, se tienen costos asociados a su manejo, movimientos, acomodo y seguimiento, esto requiere tiempo y personal. El punto fundamental es que ninguno de estos costos agrega valor al producto, únicamente consumen las ganancias. De igual manera, excesos de inventarios traen como consecuencias otros costos relacionados que tampoco agregan valor y que por lo tanto reducen las ganancias de la operación, entre ellos:

- Costos de control
- Costos por obsolescencia
- Costos de transportes de materiales
- Costos de bodegaje

Por su parte, entonces, una producción “lean” busca eliminar al máximo la presencia de inventarios en la fábrica.

Producción tradicional  **Si usted produce, el cliente vendrá**
Producción Lean  **Cuando el cliente llegue, produzca rápido**

Los siguientes puntos resumen los aspectos más importantes y que se buscan en un proceso de manufactura esbelta:

- ✓ La prioridad es producir lo que el cliente necesita, no tener los trabajadores ocupados.
- ✓ La mayoría del tiempo lo mejor que puede hacer es detener la producción. El producto terminado no vendido se convierte en desperdicio.
- ✓ Produzca solo lo necesario para nivelar la programación de la producción.
- ✓ Entre más inventario mantenga, es menos probable que usted encuentre lo que necesita cuando lo necesita. El exceso de inventario provoca desorden y esconde la escasez.

Supongamos un ejemplo de una empresa que fabrica pisos sólidos de madera a partir de tabla. Esta empresa podría tener varias maneras de manejar su proveeduría de materia prima, vamos a poner como ejemplo dos para explicar el concepto de Lean Manufacturing.

La primera es comprando troza, aserrándola a lo que dé, y produciendo los pisos de madera que se puedan obtener de acuerdo a lo que dio la troza, para tratar de venderlos a sus clientes.

La segunda es comprar madera aserrada en las medidas y las cantidades que requiera de acuerdo a los pedidos que se tengan confirmados con los clientes.

En el primer caso es probable que el costo de materia prima sea menor, sin embargo, también podría ser que se genere producción que no sea en las medidas que el cliente requiere y por lo tanto, es madera que va a quedar en inventario de proceso o producto terminado. Esto trae como consecuencia problemas de flujo de caja, material que se puede dañar, espacio en la planta utilizado por material que no se mueve, etc.

En el segundo caso, puede ser que el costo de la materia prima sea mayor, pero todo lo que se invierte se convierte en producto que se puede vender. Esto permitirá tener un mejor retorno sobre la inversión.

Evidentemente cada empresa es diferente y no hay una receta ideal, lo importante en este caso para el empresario es tener noción de estos conceptos y tomarlos en cuenta cuando esté tomando las decisiones.

4. La economía en la Velocidad – Eliminar demoras

Una de las mejores formas de optimizar un proceso es encontrar y eliminar la mayor parte de los retrasos o demoras.

Las demoras ocurren en tres diferentes formas:

1. Espera entre actividades del proceso
2. Demoras por desperdicios o reprocesos

3. Demoras a causa de grandes lotes en producción (el último artículo debe estar terminado para que el primero pueda pasar a la siguiente actividad o proceso)

Estas demoras deben eliminarse, para esto se tienen estas alternativas:

1. Eliminando esperas entre operaciones del proceso
2. Trabajando en forma paralela en lugar de secuencial
3. Implementando Six Sigma para reducir o eliminar los defectos y variaciones que provocan desperdicios y reprocesos (más detalles de esto en el Módulo de Calidad).
4. Reduciendo el tamaño del lote de producción (a uno de ser posible)

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PROCESO

Todo sistema productivo termina siendo una secuencia lógica de actividades que deben ser ejecutadas cada una de ellas de la manera más eficiente posible y de acuerdo con un programa o plan debidamente trazado de antemano.

En este apartado revisaremos un poco las herramientas que existen para poder evaluar y mejorar este proceso productivo de manera tal que la producción se dé en forma más eficiente, logrando productos de calidad con el costo adecuado en el tiempo adecuado.

Se proponen cuatro principios básicos para llevar a cabo un proceso de análisis y diseño de procesos.

1. Primero que todo, enfóquese en el producto por sí mismo, sígalo a través de todo el ciclo de producción.
2. Ignore los límites tradicionales, olvide lo que se hace ahora para obtener el producto terminado y entregarlo.
3. Rediseñe el flujo de producción buscando eliminar demoras, re-procesos, desperdicios.
4. Utilice las máquinas y tecnología apropiada para producir en cantidades más pequeñas, que permitan cambiar de un producto a otro en forma rápida. Esto muchas veces significa utilizar tecnología más simple, lenta y menos automatizada que podría ser más accesible para su empresa.

1. Diagrama de Flujo

Probablemente no exista herramienta más útil y más sencilla, cuando se requiere analizar un proceso que el diagrama de flujo. Este permite visualizar el proceso de trabajo facilitando la búsqueda de mejores opciones y oportunidades de mejora.

Un diagrama de flujo es, en resumen, una representación gráfica y sencilla de la secuencia de actividades que se llevan a cabo para elaborar un producto. La parte interesante es que en esta representación, se distinguen las actividades que son necesarias – que agregan valor – de las que no son necesarias – que no agregan valor – tales como almacenamientos temporales, demoras y transportes.

Un diagrama de flujo bien elaborado forzará a la administración a preguntarse por qué se dan actividades que no agregan valor y, más importante, cómo eliminarlas.

El valor de un diagrama de flujo bien hecho es que permite identificar estas actividades sin valor agregado y debería forzar a los administradores del sistema productivo a cuestionarse el por qué estas actividades innecesarias se están dando y más importante, cómo pueden eliminarse. Para elaborar un diagrama de flujo se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Seleccionar el producto que se va a analizar.
- b. Conformar un equipo de trabajo de personas con experiencia que conozcan el producto y el proceso.
- c. Listar TODAS las actividades que se ejecutan durante el proceso de fabricación.
- d. Ordenar las actividades de acuerdo a la secuencia en la que se realizan actualmente.
- e. Dibujar el diagrama de flujo, utilizando la simbología presentada en el cuadro 1
- f. Analizar el diagrama, considerando las siguientes preguntas:
 - a. Por qué estamos realizando labores que no agregan valor?
 - b. Qué hacer para eliminar/reducir las actividades que no agregan valor?
 - c. Estamos produciendo en la secuencia correcta de actividades?
- g. Con base en las respuestas a las preguntas anteriores, elaborar un plan de mejora.
- h. Repetir el proceso hasta llegar a optimizar.

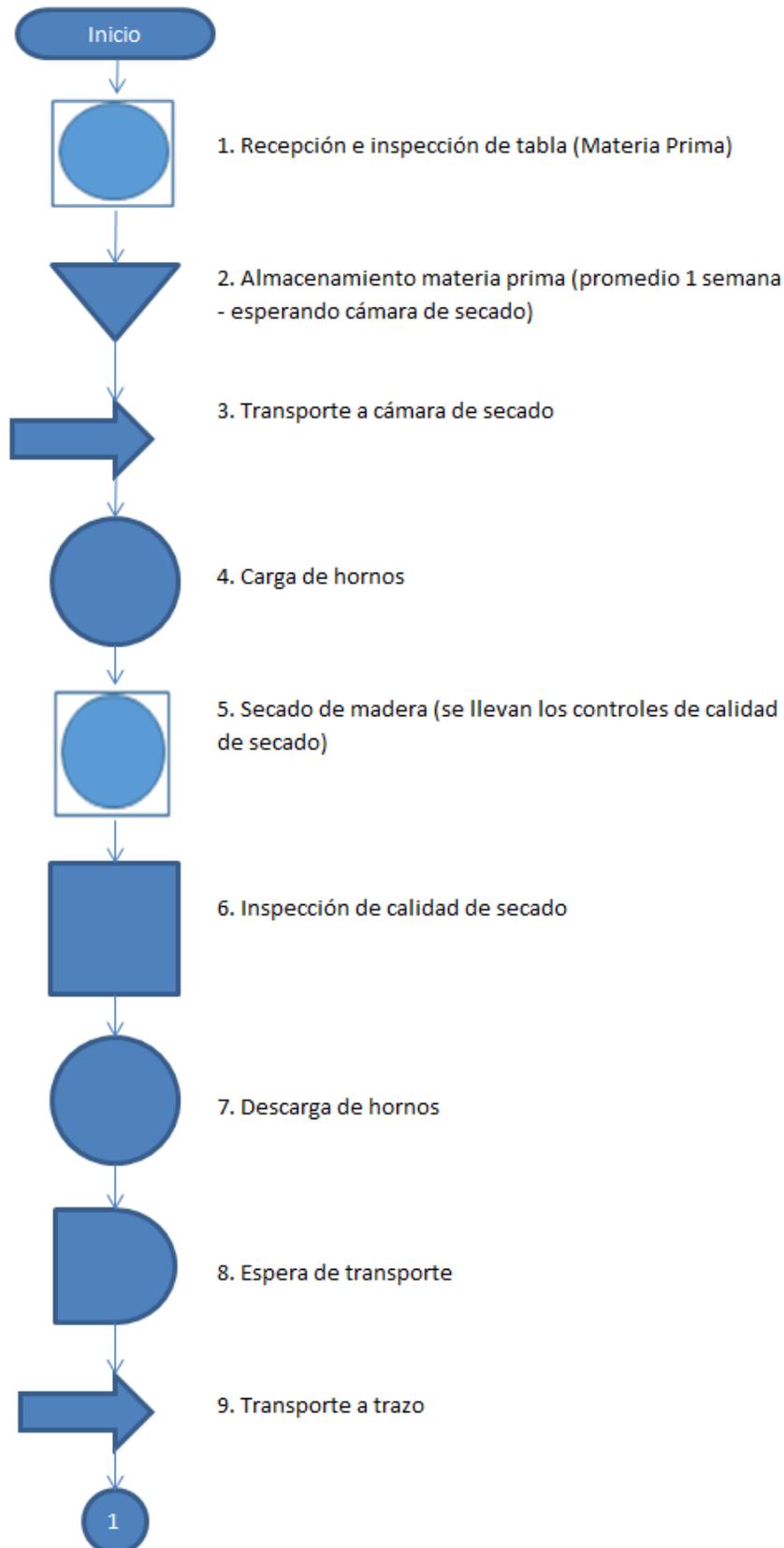
Cuadro 1 – Simbología para elaborar un diagrama de flujo

Actividad	Símbolo	Descripción	Agrega Valor / No agrega Valor
Operación		Actividad que produce o realiza algo	Agrega valor al producto
Transporte		Se refiere a los movimientos que se realizan o transportes del producto de un lugar a otro	No agrega valor al producto
Inspección		Verificación de la calidad o la cantidad de producto en proceso.	No agrega valor al producto
Demora		El proceso se detiene a la espera de algún material, secado del producto, espera para ingresar al siguiente paso.	No agrega valor al producto
Almacenaje		El producto se almacena temporalmente bajo estrictos controles de inventario y sus movimientos	No agrega valor al producto
Actividad combinada		Este símbolo denota la realización de una operación junto con una inspección. Se combinan dos símbolos para especificar que en el momento se realizan dos operaciones al mismo tiempo	Puede o no agregar valor al producto

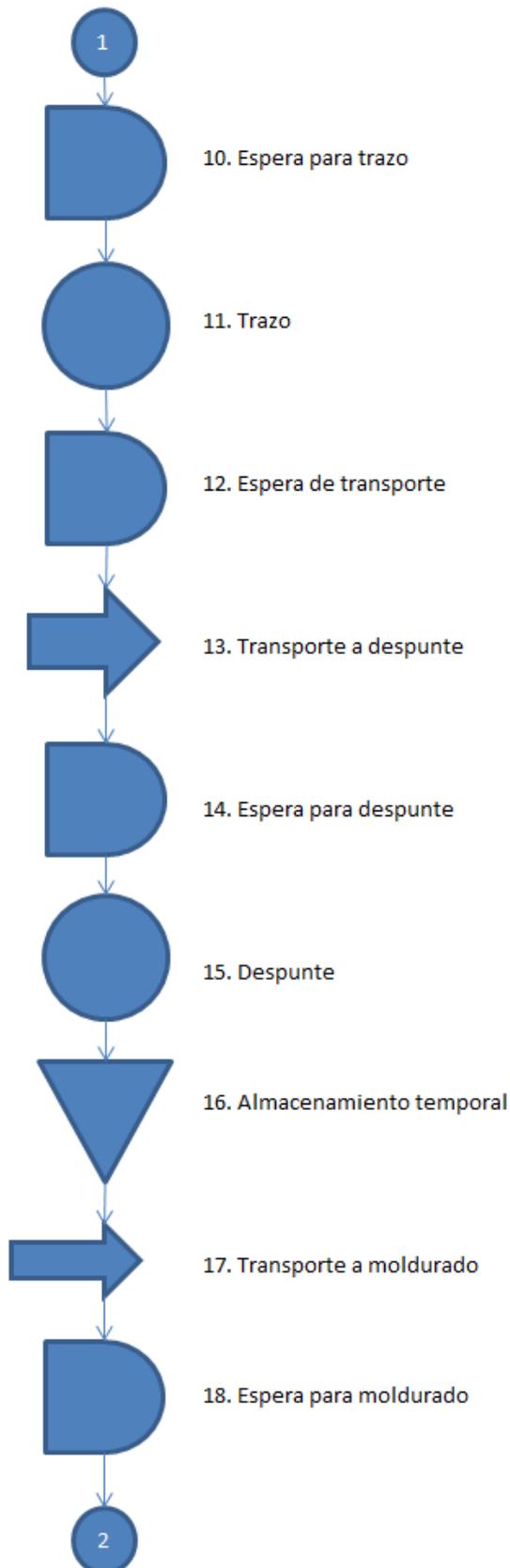
La importancia de los diagramas de flujo es que son un proceso de mejora continua, esta herramienta facilita la comprensión de los procesos y su análisis, su visualización es más amplia y directa. Además, por otro lado contar con diagramas de proceso permanentemente facilita la capacitación de los nuevos colaboradores, así mismo, si un proceso ha sido modificado, este diagrama también permite la capacitación a los empleados actuales. Es una técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea.

Se presenta a continuación, en la Figura 1, el diagrama de flujo de proceso de producción simplificado de la producción de un piso sólido de madera a partir de tabla dimensionada.

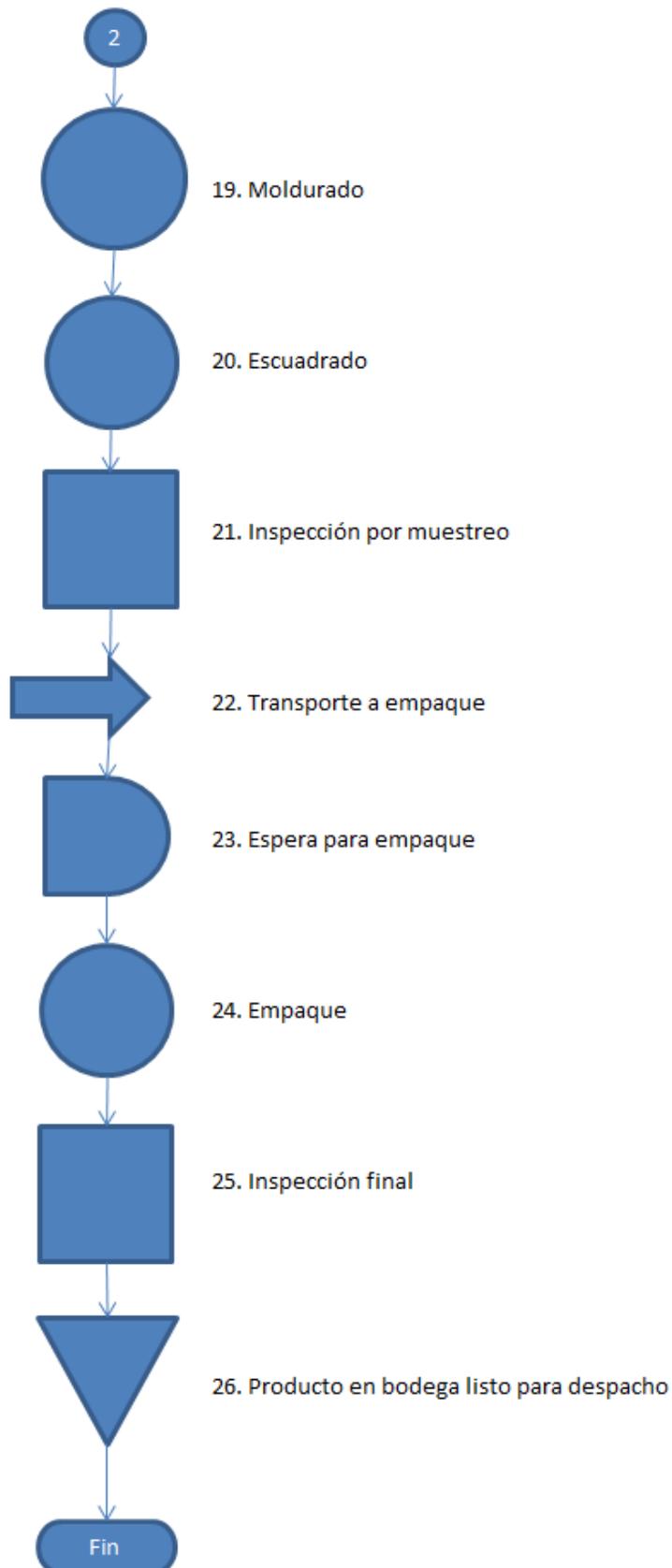
**Figura 1. DIAGRAMA DE FLUJO
FABRICACION DE PISO SOLIDO**



Continuación Figura 1



Continuación Figura 1



El análisis del diagrama de flujo permite ver de primera entrada la siguiente información:

- a. De 26 operaciones listadas 9 agregan valor al producto y 17 (casi el doble) no lo hacen.
- b. Las 17 actividades que no generan valor se desglosan de la siguiente manera:
 - a. 3 almacenamientos
 - b. 6 demoras
 - c. 5 transportes
 - d. 3 inspecciones

A raíz del análisis anterior, se podrían realizar las siguientes preguntas:

- a. Se puede eliminar alguno de los transportes? Por ejemplo las operaciones trazo / despunte, no se podrían hacer en una sola operación, disminuyendo así un transporte y dos demoras? Actividades que agregan costo pero no valor?
- b. Se puede disminuir alguno de los transportes? En el ejemplo específico que estamos utilizando, no se podría descargar y almacenar la madera más cerca de las cámaras de secado?
- c. Dado que se tiene tanto transporte de materiales, contamos con el equipo idóneo para hacerlo?
- d. Por qué hay tantas demoras? Qué causa que la madera no pueda ser procesada de inmediato cuando llega a una operación? Será que hay un problema de programación de la producción? O que las operaciones no tienen la capacidad suficiente? O que se espera acumular baches grandes para procesar?
- e. Cuánto es en tiempos las demoras? Cuánto representa este tiempo en dinero?
- f. Son las inspecciones de calidad necesarias? Por ejemplo, la inspección después del secado es necesaria si se está haciendo durante el secado? Es la inspección final necesaria o se puede evitar teniendo un buen control de procesos (ver Módulo de Calidad)
- g. Podemos cuantificar cuántas horas hombre estamos utilizando para transportar material, controlar inventarios e inspeccionar productos? Cuánto representa esto de nuestro costo total?

Seguramente el lector podrá tener muchas otras preguntas y comentarios adicionales, acá lo importante es entender cómo esta herramienta funciona para analizar un proceso y cómo genera información útil para buscar la mejora continua en los aparatos productivos. Tal como se indicó anteriormente, este es un análisis que se deberá hacer preferiblemente en un grupo de trabajo con gente experimentada y de cada una de estas preguntas deben surgir respuestas que dirijan hacia un plan de acción de mejora. Por ejemplo, modificar la ubicación de las operaciones para poder realizarlas en forma simultánea (trazo/despunte), o abrir campo cerca de los hornos para almacenar la madera y reducir transportes, o, por qué no, comprar madera seca? Y así sucesivamente.

2. Distribución de planta

La distribución de planta es un concepto relacionado con la ubicación de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

2.1 Características de una adecuada Distribución de Planta

- Minimizar los costos de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.
- Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

La finalidad de una buena distribución de planta es organizar los elementos productivos para asegurar la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información.

2.2 Diseño de distribución de planta.

Para poder determinar la adecuada distribución de planta es fundamental entender bien en proceso productivo, lo cual ya hemos logrado con el diagrama de flujo. Siguiendo con el proceso cuyo diagrama de flujo acabamos de revisar y asumiendo para efectos del ejemplo que este fuera ya el flujo de producción optimizado, se tendrían que considerar, entre otros, los siguientes elementos para determinar la distribución de planta:

- a. Tener el espacio de almacenamiento adecuado para la materia prima, lo más cerca posible de la entrada de la cámara de secado. El espacio debe tener las condiciones correctas (bajo techo, espacio para manipulación de materiales).
- b. Cada una de las máquinas / procesos donde se dan demoras deberán tener un espacio determinado para el almacenamiento temporal de materiales, a efectos de evitar doble transporte.
- c. Se debe considerar, respetar y señalar adecuadamente los pasillos por donde va a circular el material.
- d. Las máquinas deberán estar organizadas en la misma secuencia que las operaciones, para que los materiales siempre sigan una misma dirección. Esto es un principio básico de productividad.
- e. Donde se lleven a cabo las inspecciones de calidad se deben tener los correspondientes espacios y condiciones para realizarlo adecuadamente.
- f. Los espacios de almacenamiento deben tener fácil acceso para la entrada y salida de materiales y preferiblemente su espacio deberá estar bien confinado.

En resumen, la distribución de planta óptima es la que permite tener:

- los espacios de almacenamiento, permanente y temporal, con la extensión de área correcta y en la ubicación correcta que facilite la manipulación de materiales.
- las operaciones organizadas de manera que se disminuya el transporte de materiales y buscando que los productos vayan siempre en una misma dirección, sin devolverse.
- las condiciones adecuadas para realizar los movimientos y las inspecciones de los materiales.

La distribución de planta dependerá del tipo de operación que se tenga.

En el ejemplo de industria de pisos de madera que estamos analizando, se produce siempre un mismo tipo de producto, piso sólido a raíz de tabla, que se realiza siempre siguiendo la misma secuencia de operaciones. En este caso, funcionaría la distribución de planta que se conoce como distribución lineal o por producto (es decir, donde las máquinas se acomodan de acuerdo a la secuencia de las operaciones de producción). Un esquema de este tipo de distribución se presenta a continuación en la Figura 2:

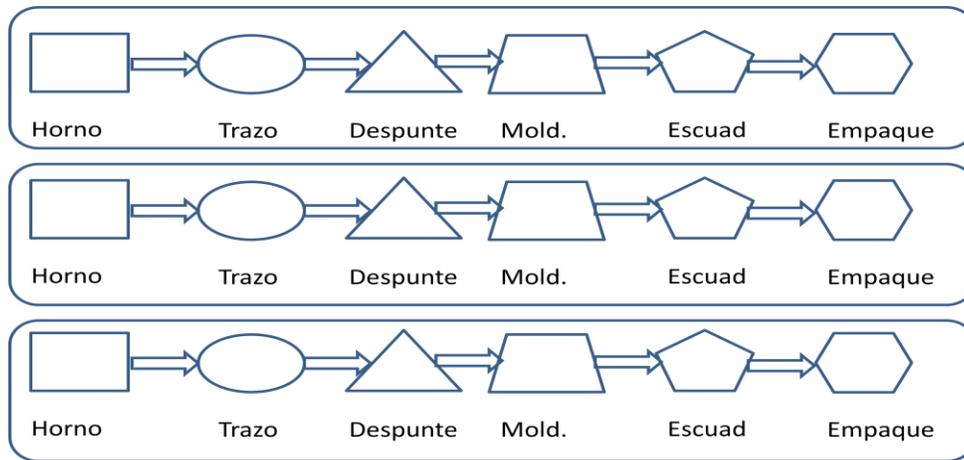


Figura 2. Distribución por producto

Si por el contrario, la industria forestal produce una amplia variedad de productos en cantidades pequeñas, donde la secuencia de operaciones puede ser diferente para cada tipo de productos, la distribución de planta adecuada puede ser diferente, por ejemplo la que se conoce como distribución por procesos. En este caso, las máquinas y operaciones se deben ordenar agrupando máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. La ventaja de este tipo de distribución, a diferencia de la anterior, es que permite una mayor flexibilidad en los procesos.

El enfoque más común para desarrollar una distribución por procesos es el de arreglar los departamentos que tengan procesos semejantes de manera tal que optimicen su colocación relativa. Un esquema se presenta a continuación en la Figura 3

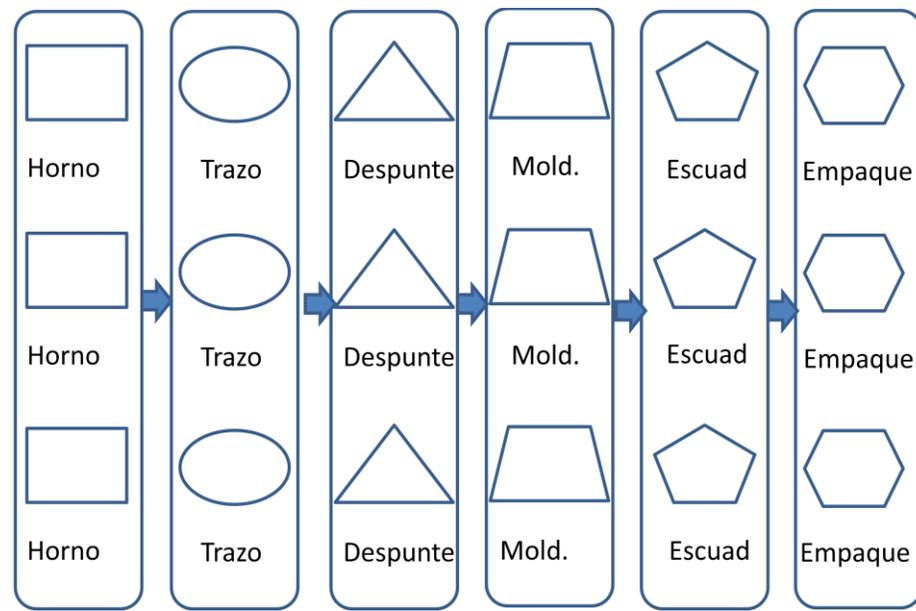


Figura 3. Distribución por proceso

3. Estudios de Tiempos y Movimientos – Métodos de trabajo

Un estudio de tiempos y movimientos documenta cada una de las actividades que desarrolla una persona para ejecutar una operación determinada. Es, por decirlo así, como hacer un “diagrama de flujo” de una operación específica. Y el objetivo, al igual que con un diagrama de flujo, es determinar qué actividades son necesarias y cuales no son necesarias. Esto permitirá buscar que cada una de las operaciones desarrolladas por los trabajadores se haga de la forma más eficiente posible.

Quién dentro de la empresa conoce mejor el trabajo y producto? Los trabajadores, de ahí que es importantísimo que se involucre a las personas con el fin de obtener mejores resultados. Los encargados de llevar a cabo cada proceso, cada tarea, son quienes pasan 8 horas ejecutándolo, son quienes mejor saben dónde se pueden reducir los desperdicios, donde se puede mejorar el tiempo de producción, etc. Involucrarlos desde un inicio no solo traerá beneficios desde el punto de vista económico para la empresa, sino que además ellos se sentirán parte de la misma, tomados en cuenta y sentirán que su trabajo es reconocido, elevando la motivación.

Para desarrollar un proyecto de Medición del trabajo se deberán llevar a cabo las etapas descritas en la Figura 4:

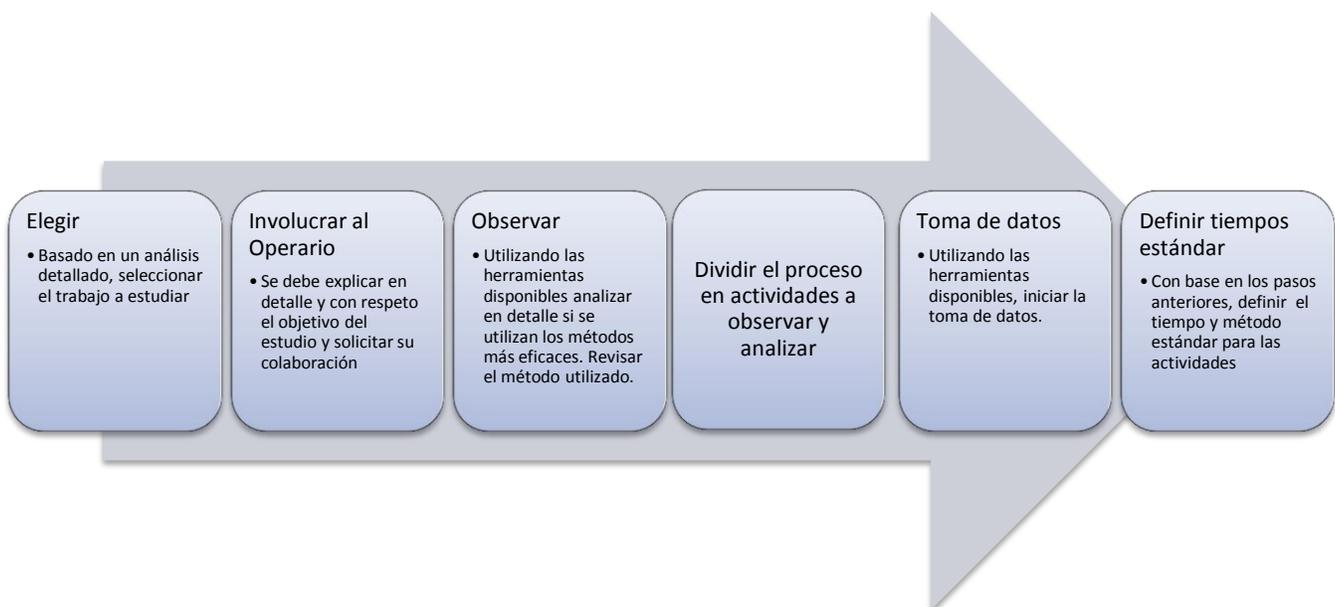


Figura 4. Medición del trabajo

3.1 Términos importantes dentro de un estudio de tiempos

Tiempo básico o contenido básico del trabajo: Este corresponde al tiempo necesario para llevar a cabo una operación si no hay ningún retraso, es decir, es el tiempo “puro” para ejecutar una actividad. En forma práctica, la mejor manera de establecer el tiempo básico es mediante la observación. Esta se lleva a cabo cronometrando varias veces el tiempo que un operario toma en realizar una actividad (tiempo observado) y valorando el ritmo al cual el trabajador realiza la tarea.

Para que valoración sea justa, quien realiza en estudio deberá tener la experiencia suficiente en el trabajo para evitar que valore injustamente al trabajador y tomando en cuenta los factores que afectan directamente el ritmo de trabajo y que no dependen 100% de él, ejemplos de estos pueden ser el estado de ánimo, variaciones debidas a su pericia, cambios de clima, de luz, temperatura, eficacia de las herramientas y del equipo, etc.

Existen varias escalas para realizar la valoración la utilizada en el libro Introducción al Estudio del Trabajo de la OIT, es la escala de 0 – 100, donde:

- 0,50: muy lento.
- 0,75: Constante, resuelto, sin prisa, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras es observado.
- 1 (ritmo tipo): activo, capaz, como obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión solicitado.
- 1,25: Muy rápido: el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las de obrero medio.
- 1,50: Excepcionalmente rápido: concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de que dure largos periodos, solo alcanzada por pocos trabajadores sobresalientes.

La valoración se multiplicará por el tiempo observado para obtener el tiempo básico.

Por ejemplo, si un trabajador toma en promedio 40 segundos en cepillar una tabla (este promedio después de haber hecho unas 20 observaciones) y se considera que el trabajador es muy rápido, el tiempo básico para esta operación será 50 segundos ($40 \times 1,25$), mientras que si la valoración es que el trabajador es muy lento, el tiempo tipo será de 20 segundos ($40 \times 0,50$).

Contenido del trabajo: este es el tiempo básico más el tiempo suplemento (tiempo adicional) que forzosamente se debe considerar por descanso – una persona no puede estar el 100% del tiempo sólo trabajando, requerirá ir al baño, tomar agua, en general compensar la fatiga - más otro suplemento (tiempo adicional) por labores adicionales, que se conoce como suplemento por contingencias. Estas se pueden generar por razones de política de la empresa, o por actividades que no forman parte del ciclo de trabajo pero sin

ellas no se podría efectuar correctamente, ejemplos son, suplementos por preparación al inicio del día, por limpieza, por aprendizaje, por montaje.

Tiempo Tipo: el tiempo utilizado por un trabajador calificado medio para realizar su trabajo a un ritmo tipo. El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, más el suplemento por contingencias y descanso.

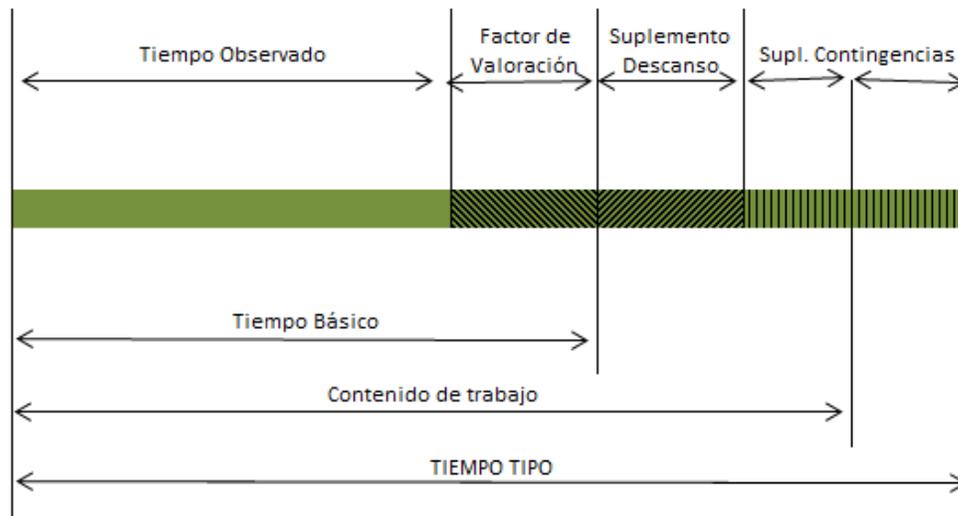


Figura 5. Componentes del tiempo tipo

Tiempo total de la operación. Este sería el tiempo tipo más todos los tiempos improductivos. Este tiempo improductivo puede estar ocasionado por:

- Deficiencias en el diseño del producto o falta de claridad en la especificación del mismo.
- Métodos ineficaces de producción o de funcionamiento de la máquina.
- Debido a la deficiencia de la dirección (falta de suministros a tiempo, problemas con la programación de producción, falta de claridad en la información, falta de capacitación al personal).
- Problemas imputables al trabajador (lento, descuidado).

3.2 Usos de un estudio de tiempos y movimientos

Siguiendo el proceso discutido en el análisis del flujo de proceso, la idea con un estudio de tiempos y movimientos es buscar que el tiempo tipo de una determinada operación sea el menor posible.

Sigamos con el ejemplo de una empresa donde se desarrolló un estudio de métodos de trabajo para la operación de cepillado de una tabla y se determinó lo siguiente:

- Tiempo observado: 40 segundos – es el promedio de 20 veces que se cronometró la operación.
- Tiempo básico: 50 segundos - La valoración consideró que el trabajador, al estar bajo estudio, trabajó más rápido de lo normal y razonable, por lo tanto se da una valoración de 1,25.
- Suplemento de descanso: 1,43 seg – El operario se aparta dos veces del puesto de trabajo para ir al baño y tomar agua, cada vez dura 6 minutos (12 minutos en total), y una jornada de trabajo neta de 7 horas (descontando café y almuerzo). Esto significa un factor de 0,028 - 12 min / 420 min (7 horas) que hay que agregar al tiempo básico.
- Contingencia labores adicionales: 4.17 seg – el trabajador debe detenerse en promedio 5 minutos por hora para ajustar la máquina por problemas de mantenimiento, lo que da un factor de 0,08 (5 min / 60 min).

En este ejemplo, el tiempo tipo sería 55.6 seg (tiempo básico más contingencias), por lo tanto, se espera que el operario pueda producir cerca de 65 tablas por hora o 453 tablas por jornada efectiva de 7 horas.

Este dato es elemental para poder controlar la productividad del operario, poder programar la producción y balancear las líneas.

El siguiente paso es controlar la productividad del trabajador, para verificar su desempeño contra el estándar establecido. Siguiendo con este caso, el operario está cepillando 370 tablas por jornada laboral, es decir un 81,7% de las 453 tablas esperadas.

Una vez realizado este estudio, se deben hacer y contestar las siguientes preguntas:

- a. El tiempo adicional que se maneja por concepto de descanso es el correcto? Se puede hacer algo (sin que vaya en contra de la salud o los derechos del trabajador) para disminuirlo? Por ejemplo, se podría, con el uso de un abanico, reducir la temperatura en la zona de trabajo y con esto eliminar la necesidad de que el operario tenga que ir a tomar agua? O se le puede tener agua disponible al trabajador en la zona de trabajo?
- b. El tiempo adicional por contingencias se puede reducir o eliminar? Cómo podemos mejorar el mantenimiento para que el operario no tenga que estar ajustando la máquina?
- c. Qué diferencia hay entre el tiempo total de la operación y el tiempo tipo? Por qué se da esta diferencia (por ejemplo, falta de planificación de la producción, la materia a prima no llega a tiempo, los operarios deben transportar el producto a la siguiente operación). Cómo podemos eliminar esta diferencia?

El llevar a cabo este tipo de análisis en forma periódica permitirá mejorar la productividad de los trabajadores, identificar posibles mejoras a los puestos de trabajo y en general

mejorar la motivación del personal, con la correspondiente reducción de costos y aumento en la calidad.

4. Diagrama Hombre – Máquina

El objetivo de un diagrama hombre - máquina es tener en forma clara la combinación de tiempo efectivo del operario versus el tiempo efectivo de la máquina en una operación determinada. Esto para entender si el trabajador o la máquina tienen muchos tiempos muertos.

Un diagrama hombre máquina bien elaborado permitiría, por ejemplo, definir si un operario puede manejar dos máquinas a la vez, o si por el contrario, se requiere de dos operarios para una máquina, o si tiene sentido que haya un operario enfrente de dos máquinas alimentándolas para que estas sean más productivas, etc. Es una de las principales herramientas para buscar balancear las líneas de producción y reducir tiempos muertos.

Se presenta a continuación un resumen simplificado de un diagrama hombre máquina:

Cuadro 2. Diagrama Hombre – Máquina

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA																																														
Elaborado por:																																														
Fecha:																																														
OPERACIÓN: Cepillado de madera																																														
Tiempo (seg.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42				
OPERARIO																																														
Revisa tabla	■																																													
Escoge cara buena	■																																													
Cepilla	■																																													
MAQUINA																																														
Cepillado	▒															■																														

En este ejemplo específico, se presenta el diagrama hombre – máquina de la operación de cepillado de madera. Para efectos de este ejemplo, la operación de cepillado de madera tarda 40 segundos por cada tabla. Esto se determina con base en la observación y el cronometraje de las actividades, como ya se explicó.

Lo que este diagrama nos permite es observar que del total de la duración de la operación, 15 segundos, es decir, el 37,5% del tiempo, la máquina no está trabajando efectivamente,

sino que esta “esperando” que el operario haga una labor de revisión y escogencia. Este tiempo que la máquina no está trabajando efectivamente se considera un desperdicio y preferiblemente debería ser revisado y corregido. La máquina, aunque no esté cepillando, está consumiendo electricidad, por ejemplo.

En este caso específico la pregunta sería si valdría la pena tener una operación previa de revisión y selección de tablas, de manera tal que el operario de esta máquina no tenga que invertir tiempo en esto y pueda subir la tasa de utilización de la máquina. O si por el contrario valdría la pena que el operario utilice la primera parte de su turno con la máquina apagada ordenando las tablas y que luego encienda la máquina ya cuando tenga las tablas escogidas, esto permitirá la misma producción, pero reducirá el consumo eléctrico. Una tercera posibilidad es si se cuenta con más de una cepilladora, considerar poner todas las cepilladoras juntas (distribución por proceso) y tener una persona alimentando a todas las máquinas.

Un punto importante a aclarar es que esta herramienta también puede funcionar como diagrama hombre-hombre o diagrama máquina – máquina. Si por ejemplo hay una actividad que debe ser realizada por dos (o más) personas a la vez, se puede evaluar el ciclo de cada una de las personas y revisar si alguna de ellas tarda más que la otra y por lo tanto genera tiempos improductivos. Lo mismo si hubiera una operación que requiere la participación simultánea de dos o más equipos.

Como ha sido el caso con las diferentes herramientas y en los diferentes ejemplos discutidos, no hay una receta o respuesta única, cada empresa es una realidad diferente y requiere de soluciones diferentes.

Lo importante es conocer algunas de las herramientas básicas que existen y utilizarlas cuando corresponda.

5. Programación de la producción

Un aspecto transversal del proceso de optimización de la producción es contar siempre con una adecuada programación.

Programación de la producción significa asignar los recursos (maquinaria y equipo, mano de obra, suministros) para lograr la producción de las cantidades necesarias de producto, al costo correcto y en los plazos establecidos de acuerdo con los compromisos adquiridos con los clientes.

La programación de la producción debe:

- Ser realizada de antemano (escenario de corto y mediano plazo)
- Ser comunicada adecuadamente a todos los actores
- Considerar aspectos relacionados con:

- Recursos humanos y maquinaria – balancear la línea de producción, reducir tiempos muertos, etc.
- Disponibilidad de suministros
- Prioridades con respecto a fechas de entrega
- Complementariedad entre productos y/o procesos
- Otras actividades (mantenimiento preventivo, feriados, etc.)

Un programa de producción no es entonces otra cosa que establecer un horario para la producción, respetando las prioridades de entrega de productos y buscando la mayor eficiencia de todos los factores involucrados.

El primer paso para elaborar un programa de producción es tener las cantidades de productos que se deben fabricar y las fechas para su entrega.

Con base en esta información, se debe revisar las diferentes actividades para realizar cada uno de los productos (con la ayuda de los diagramas de flujo), y la disponibilidad / productividad de los diferentes factores de producción (ayudados con los estudios de tiempos y los diagramas hombre – máquina).

Supongamos que tenemos un pedido de 1,200 m² de piso para entregar en 21 días en la fábrica de pisos de madera que hemos estado utilizando como ejemplo. Del diagrama de flujo, y simplificando para efectos del ejemplo, tenemos que se requiere de las siguientes operaciones: Secado de madera, trazo y despunte, moldurado y empaque. La capacidad de producción y los recursos actuales con que cuenta la empresa se presentan en el siguiente cuadro, en forma esquematizada:

Cuadro 3. Capacidad de Producción y Recursos

OPERACIÓN	Capacidad (m ²)	Operarios	Pedido
Secado	3000 / 15 días	1	15
Trazo/desp.	150 /día	3	8
Moldurado	300 / día	4	4
Empaque	600 / día	3	2

Tenemos entonces que para producir la orden de 1200 m² la empresa requiere 15 días de secado más 8 días de trazo, 4 días de moldurado y 2 días de empaque. Suponiendo que las actividades se hacen una después de la otra, serían 29 días en total, lo que nos impedirá cumplir con el cliente. Se debe rechazar la orden? Primero se deberá realizar algunos análisis.

Para reducir el tiempo, primero tenemos que buscar la operación con menos capacidad – conocida como cuello de botella – en este caso, trazo despunte y aumentar su capacidad a por lo menos la capacidad de la siguiente actividad. De acuerdo a la información que se maneja, cada 3 operarios trazan y despuntan 150 m² por día, por lo tanto, aumentando de 3 a 6 operarios, podemos subir de 150 m² a 300 m² por día, que es la misma capacidad

que tiene la operación siguiente, moldurado, y reducir a 4 días, en lugar de 8, el tiempo de este proceso.

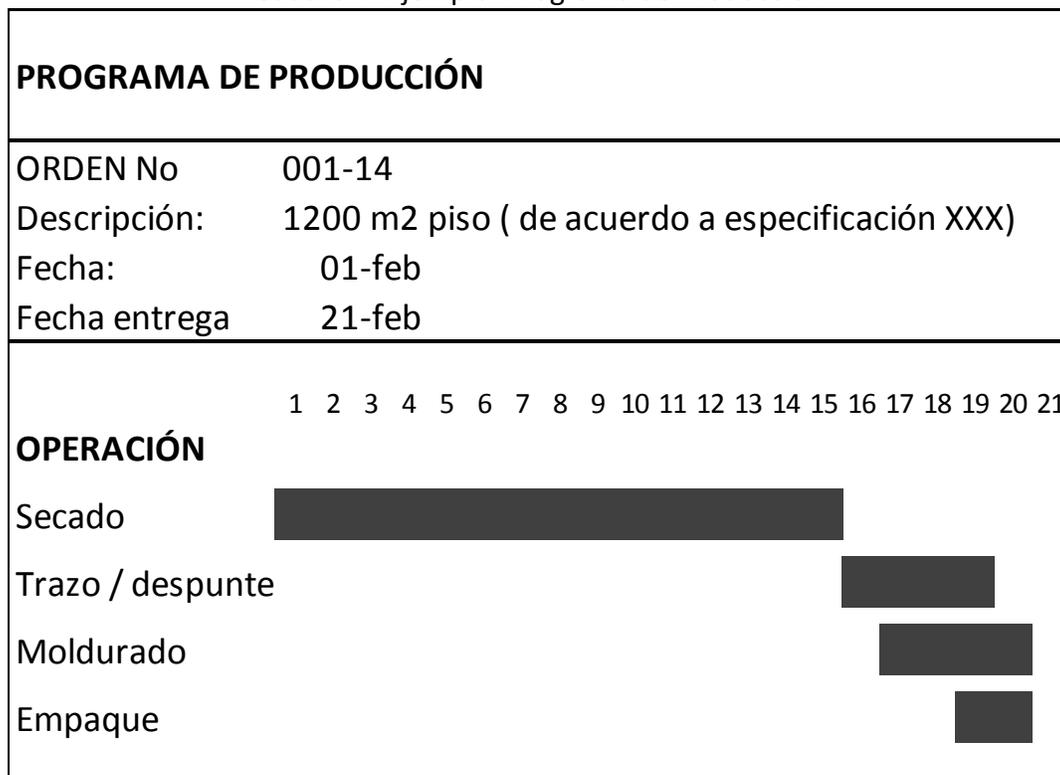
Esto ya nos permitiría tener un tiempo de entrega de 25 días (15 secado – que no se puede reducir de ninguna manera + 4 días de trazo – con 6 operarios + 4 días de moldurado – con 4 operarios + 2 días de empaque – con 3 operarios. Nos acercamos pero no hemos llegado a la meta de los 20 días que nos solicita el cliente.

Otro aspecto que se puede analizar es la posibilidad de realizar actividades simultáneas. Por ejemplo, no necesariamente hay que esperar que el 100% de la madera esté trazada para empezar a moldurarla. Podemos arrancar a moldurar el segundo día de trazo, lo cual nos permite terminar moldurado solamente un día después que termina trazo y no 4 como está en la situación original. Esto permitiría bajar el tiempo de entrega a 22 días.

Lo mismo se puede hacer con empaque, no tiene que estar todo moldurado para empacarlo. Empaque puede iniciar en día 3 de moldurado y dado que tiene capacidad suficiente, estar terminando cuando acaba moldurado, esto reduce el tiempo total a los 20 días solicitados por el cliente.

Una manera muy común de presentar un programa de producción es con un diagrama de barras, o diagrama Gantt. Se presenta el ejemplo para el caso que se estudia.

Cuadro 4. Ejemplo Programa de Producción



Para realizar una programación de producción efectiva existe una herramienta que se conoce como el MRP (por sus siglas en inglés – Material Requirement Planning).

En español “Planificación de los Requisitos de Materiales”, el MRP sugiere que para cada producto que se va a fabricar se tenga de antemano una lista completa de los materiales que se requieren para la fabricación de dicho producto. Esta explosión de materiales – o receta – debe incluir cantidades y tiempos (por ejemplo, si se debe comprar un suministro que es importado).

En el caso de la orden de compra de 1200 m², tendríamos por ejemplo lo siguiente:

Cuadro 5. Programa de Producción orden de compra de 1200m² de piso

OPERACIÓN	MATERIAL	REQUERIDO PARA	TIEMPO ENTREGA	ORDENAR	CANTIDAD
Secado	Madera	1 feb	20 días	10 enero	1,333 m ²
Trazo / despunte	Tiza	16 feb	1 día	14 feb	1,2 cajas
Moldurado	Herramientas de corte	17 feb	60 días	17 dic	1 juego
Empaque	Cajas	19 feb	15 días	3 feb	1200 cajas
	Tarimas	19 feb	3 días	15 feb	10 tarimas

El poder elaborar el cuadro anterior, requiere de contar con la información necesaria de los insumos que se necesitan para cada operación. En este ejemplo, la empresa debe conocer que su rendimiento de uso de madera es del 90%, por lo tanto hay que ordenar 1,333 m² para obtener 1,200 m² de producto terminado. También sabe que para trazo se requiere de tiza para marcar la madera y que se necesita 1 caja cada 1,000 m². Dado que el pedido es de 1,200 m², probablemente se tendrá que comprar 2 cajas de tiza, entregar a producción 1,2 cajas y guardar el restante en bodega para una posterior orden. Y así sucesivamente.

El objetivo del MRP – que debe estar coordinado completamente con el departamento de compras, es asegurarse que todos los materiales que se requieren para la fabricación de un producto que esté programado para producción estén en la cantidad correcta y en el momento correcto.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria forestal industrial es la generación y disposición de los desechos (ver anexo 1). Siendo la madera el insumo más valioso en la industria forestal, reducir o reutilizar productos de desecho se puede convertir en un elemento clave para disminuir los costos y aumentar la competitividad de las empresas.

Un primer gran elemento para la reducción de rechazos está relacionado con el diseño del o los productos, tanto los que se fabrican actualmente como los que se podrían fabricar con los desechos que se generan en estos momentos en la empresa. En este sentido, hay todo un Módulo de Diseño que les invitamos a revisar.

El otro gran elemento es cómo tener sistemas productivos que prevengan la generación de desechos. En los últimos años se ha venido generando en forma agresiva toda una tendencia de gestión conocida como Producción más Limpia, cuyos aspectos básicos presentamos a continuación.

Algunas de las ventajas de la P+L:

- Evita los costos incrementados debido al tratamiento de desechos
- Menos susceptible a los ‘cuellos de botella’ (espacio de eliminación, licencias de exportación, capacidades de incineración, etc.)
- Menos problemas debido a las obligaciones civiles
- Mejor imagen
- Menos protestas y reclamos de los vecinos

1. Qué es P + L?

La Producción Más Limpia es aplicar una estrategia ambiental preventiva, en otras palabras, no actuar al final del proceso buscando qué hacer con los desechos y emisiones, sino a lo largo de todos sus pasos y etapas, integrando los productos o servicios, de manera que se pueda mejorar la eficiencia, reduciendo riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

La P+L tiene como propósito integrar los objetivos ambientales en el proceso de producción para reducir desechos



Figura 6. Objetivos de la P+L

El éxito de un proyecto de Producción más Limpia depende 100% de la alta gerencia, dueño de la empresa, este es quien conoce su propia compañía, el conocimiento externo solo puede ayudar a encontrar soluciones, si los altos mandos no se involucran y la promueven, el proyecto será un fracaso.

Un proyecto de Producción Más Limpia sigue cierta metodología y consta de los siguientes elementos:

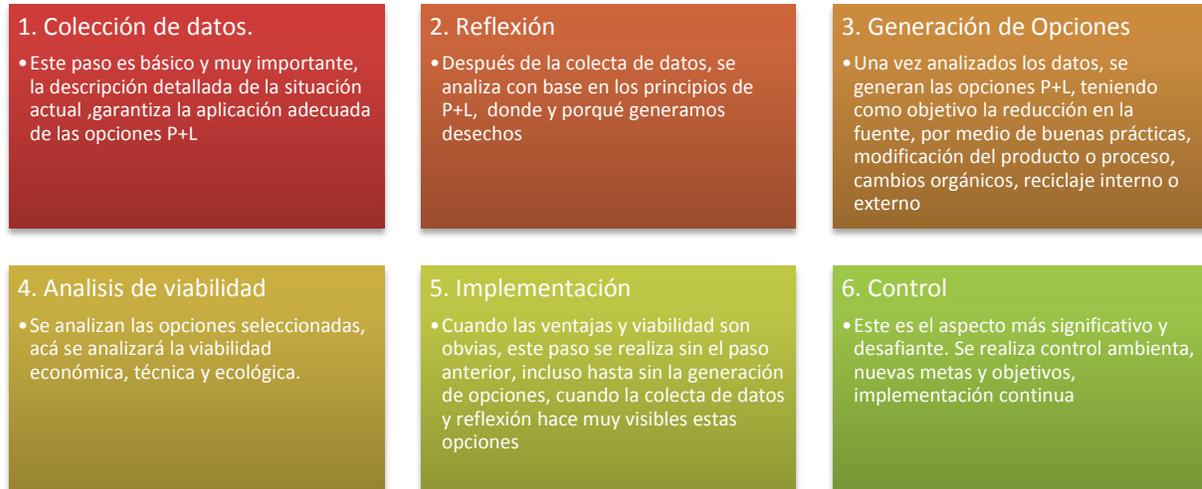


Figura 7. Metodología de un proceso de P+L

2. Desechos y Emisiones

Los desechos y las emisiones son materias primas y materiales resultantes del proceso, los cuales no llegaron a formar parte del producto final y no pueden ser comercializados, o tampoco pueden ser utilizados como materia prima en otro proceso. Estos incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o tierra, así como el ruido y el calor residual.

En el caso de la industria forestal, los desechos pueden ser costillas, aserrín, viruta, recortes, producto rechazado, etc.

Así, para la compañía, la minimización de desechos es no sólo una meta ambiental sino más aún, y principalmente, un programa orientado comercialmente para aumentar el grado de utilización de materiales. Esta situación también puede ilustrarse por el hecho que aunque el tratamiento y la eliminación de desechos y emisiones son muy caros, los costos debido a la pérdida de materias primas (que se gastan en el sentido apropiado de la palabra) son normalmente muy superiores.

3. ¿Producción Más Limpia versus Final-del-Tubo?

Se denomina tecnología al final de tubo, a la forma en que hasta ahora las tecnologías ambientales han trabajado en el tratamiento de desechos y emisiones, al final del proceso de producción. Por esto lleva su nombre.

La P+L busca integrar los objetivos ambientales dentro del proceso de producción de esta manera se logrará en forma preventiva disminuir la generación de desechos y emisiones y así reducir los costos. Comparada con la tecnología al final-del-tubo, presenta varias ventajas:

- La P+L presenta un potencial de soluciones para mejorar la eficiencia económica de la empresa pues contribuye a reducir la cantidad de materiales y energía usados.
- Al realizarse una exploración intensiva del proceso de producción, con el fin de buscar la minimización de desechos y emisiones, se logra en forma paralela detectar mejoras al proceso productivo que lo hagan más eficiente.
- Puede asumirse la responsabilidad por el proceso de producción como un todo; los riesgos en el campo de responsabilidad ambiental y de eliminación de desechos pueden minimizarse.
- La minimización de desechos y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.

Por consiguiente, la diferencia esencial radica en el hecho de que la P+L no trata el síntoma simplemente sino que intenta llegar a la fuente del problema.

A continuación se muestra un resumen comparativo de ambos enfoques:

Cuadro 6. Comparación Tecnología al final del tubo vs P+L

Tecnología al Final del Tubo	Producción Más Limpia
Nos preguntamos, Cómo podemos tratar los desechos y emisiones?	Dónde nacen los desechos y las emisiones?
Es una reacción	Actuamos reactivamente
Generalmente representa costos adicionales	Puede ayudar a reducir los costos
Los desechos y emisiones están limitados a través de filtros y unidades de tratamiento, soluciones al final del tubo, tecnología de reparación, almacenar emisiones	Prevención de desechos y emisiones en la fuente, evita procesos y materiales potencialmente tóxicos
La protección del ambiente entra después de que se han desarrollado los productos y procesos	La protección ambiental inicia como parte integral del diseño del producto y la ingeniería del proceso
La solución a los problemas ambientales está en la tecnología	Los problemas ambientales se abordan a todos los niveles / en todos los campos
La búsqueda de una solución compete	La protección ambiental es responsabilidad

únicamente a los expertos	de todos
Se adquiere en el mercado, es una compra externa	Es una innovación desarrollada dentro de la compañía
Es una solución parcial pues se eleva el consumo de energía y materiales	Reduce el consumo de material y energía
Son soluciones complejas y en algunos casos involucra inclusive riesgos.	Reduce los riesgos y aumenta la transparencia
Las acciones que se tomen son en general para cumplir con normas legales	La protección ambiental es un desafío permanente
Es el resultado de un paradigma de producción que data del tiempo cuando los problemas ambientales no se conocían todavía	Es un enfoque que trata de crear técnicas de producción para un desarrollo más sostenido.

4. Algunas sugerencias para la disminución de desechos

Existen varias acciones generales que coadyuvan al reducir la generación de desechos – por ende al mejor uso de las materias primas. Entre ellas se encuentran:

- Mejorar las tecnologías de fabricación y cuidar el mantenimiento de la maquinaria y optimizar el proceso productivo y el aseguramiento de la calidad (temas revisados con detalle anteriormente en este documento y en el Módulo de Calidad).
- Utilizar materias primas de buena calidad o buscar nuevas alternativas de materias primas.
- Adecuado entrenamiento de personal, haciendo conciencia en la importancia de reducir los desperdicios.
- Reciclaje interno.
- Mejorar el orden y la limpieza de la planta de producción, con la implementación de técnicas como la “5S”. ver Anexo 2 para mayor detalle.

Específicamente para la industria forestal, se pueden indicar las siguientes acciones:

Aserraderos

- Crear formatos de registros para medir la cantidad de residuos sólidos generados
- Crear indicadores de rendimiento de la madera y controlar el rendimiento periódicamente
- Reutilizar los subproductos como el aserrín para la elaboración de nuevos productos que puedan ser utilizados como fuente de energía en algunas industrias,

Se recomienda revisar el Módulo de Diseño para mayor detalles con respecto al proceso de desarrollo de nuevos productos

- Teoría de “la cascada”. A efectos de disminuir desechos, los aserraderos deben buscar soluciones para los subproductos que se generan de las operaciones principales. Por ejemplo, si se está buscando tablas de 1” x 8” x 8 varas y solamente se tiene este producto, se generarán mucho más desperdicios si se tiene un cliente adicional que esté dispuesto a comprar y pagar por tablas de 1 x 6” en medidas cortas, que sería una medida de caída (cascada) de la anterior que se genera (por ejemplo, una fábrica de pisos de madera, donde utilizan piezas cortas). Si bien es probable que los subproductos se venden a un precio menor, siempre será su venta una mejor opción que disponer de ellos.
- Uso rápido. Es recomendable utilizar los subproductos en un plazo de tiempo corto, para evitar su deterioro. Para hacerlo eficientemente, es preferible tener un sistema de clasificación de subproductos de una vez a la salida de la operación donde se genera.

Es absolutamente vital en cualquier aserradero que se realice una muy buena planificación del patrón de corte que se utilizará para procesar la troza. Para la adecuada planificación del patrón de corte se debe tomar en cuenta la forma y características de la madera (ver módulo de Ingeniería de la Madera) y de los diferentes productos que se pueden/deben obtener – tomando en cuenta el efecto de la teoría de la cascada explicada anteriormente. El buscar el mayor rendimiento de la troza no solamente reducirá el problema de desperdicios, siendo la madera el principal factor de costo de la industria forestal, un mejor rendimiento con base en una adecuada planificación del uso de la troza traerá grandes beneficios en las ganancias esperada de la empresa (ver Módulo de Finanzas).

Transformación secundaria

- Estandarización de los cortes de piezas
- Compra de madera de la mejor calidad
- Reclasificar los pedazos de madera para la elaboración de otros productos como adornos pequeños, accesorios de oficina, etc. (ver módulo de Diseño de Productos)
- Recolectar el aserrín para la venta a empresas que elaboran otros productos como contrachapados.

5. Eficiencia energética

El ahorro energético en la industria va ligado a muchos factores, tales como instalaciones bien dimensionadas, tipos de arranques de los motores, uso de variadores de frecuencia, el no trabajar horas punta que es la de mayor precio en el día, arranques de las maquinas escalonadamente.



Las horas pico u horas punta son determinados períodos del día en los que el consumo a nivel general, se incrementa considerablemente. En nuestro país se presentan básicamente dos picos, uno al medio día por efectos de cocción y el otro al finalizar la tarde (cocción e iluminación), por ello se plantea la posibilidad de una tarifa

ventajosa para los clientes que deseen hacer manejo de carga y obtener un beneficio económico al trasladar su consumo a otras horas que no sea entre las 10:00 y las 12:30 horas así como entre las 17:30 y las 20:00 horas. Esta tarifa opcional se aplica exclusivamente a clientes cuyos consumos sean mayores a los 10000 kWh por mes. Información tomada de <http://www.grupoice.com>

La energía es un punto clave para la reducción de costes de las empresas Actualmente los motores eléctricos suponen la mayor partida del consumo de electricidad en la industria: el 65%.

Además, la mayor parte de aplicaciones con motores eléctricos desperdician grandes cantidades de energía innecesariamente por falta de regulación, mayoritariamente en estos casos: instalaciones sobredimensionadas, aplicaciones con motores ineficientes y equipos funcionando innecesariamente durante muchas horas. En muchos

otros casos, los motores se fuerzan a trabajar a sus condiciones nominales o superiores aún cuando no es necesario para el equipo que arrastran. Reduzca el consumo eléctrico industrial hasta un 60% variadores de frecuencia.

Horas pico.

*10:00 y las 12:30 horas
así como entre las
17:30 y las 20:00 horas*

5.1 Los motores de alta eficiencia

Cuando se requiere un nuevo motor para llevar a cabo cualquier aplicación industrial, es habitual basar su selección principalmente según un criterio de coste de adquisición inicial. Sin embargo, la experiencia confirma que este criterio de elección repercute negativamente en los costes económicos futuros de su actividad mucho más pronto de lo que parece.

Para cada colón invertido en la compra de un motor, 100 colón más se gastarán en su funcionamiento durante los siguientes 10 años. Estos gastos implican principalmente consumos energéticos y también necesidades de mantenimiento. Por lo tanto, los costes de funcionamiento de un motor son mucho mayores que los de compra. Esta relación pone de relieve la importancia de otros criterios que aseguren un excelente desempeño futuro del motor en el momento de su elección a pesar de unos mayores costes de adquisición.

Un criterio clave es su calidad constructiva y su rendimiento energético, argumentos que repercutirán en los costes económicos futuros. En este sentido, un motor de 90 kW de alta eficiencia puede ahorrar, en comparación con un motor estándar, una cantidad importante en el transcurso de su vida útil. Esto se da porque un motor de alta eficiencia presenta un rendimiento muy superior a un motor convencional, lo que conlleva un consumo notablemente menor.

En 3 meses, un motor puede haber consumido en electricidad lo equivalente a su precio de compra, de modo que la amortización de su inversión inicial es rápida y su elección queda totalmente justificada.

En resumen, algunas de las acciones que la industria forestal puede tomar para reducir el consumo de energía son las siguientes:

Aserraderos

- Desarrollar indicadores de consumo de energía eléctrica
- Reducir y controlar la demanda de energía eléctrica.
- Reemplazar motores de baja eficiencia o estándar por motores de alta eficiencia.
- Reducir consumo de combustibles fósiles optimizando procesos de transporte y movimiento de materiales.

Transformación secundaria

- Aprovechar la iluminación natural en algunas áreas de proceso
- Instalar láminas traslúcidas en algunas áreas de proceso
- Sustituir equipos de mayor consumo por uno más eficiente
- Planificar el uso de las máquinas para el control de demanda de potencia

ANEXO 1

Impacto ambiental en el proceso de fabricación de Muebles

Según un estudio realizado en la industria de maderas en Colombia, (GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS PYMES Diagnóstico y Líneas de Acción. Sector Maderas y Muebles, realizado por Promotora de Desarrollo Fundación Codesarrollo), el impacto ambiental del proceso de maderas se ve reflejado en el agua, aire, generación de residuos sólidos y salud ocupacional. Aunque este estudio se realizó específicamente para un Área de Colombia se considera importante mencionar los resultados de forma generalizada con el fin de conocer sus efectos.

Recurso agua:

Durante el proceso se generan derrames de solventes, los cuales son empleados para el lavado de los equipos de pintura y accesorios; estos poseen características tóxicas y generan riesgo de explosividad al alcantarillado. Adicionalmente, se presentan derrames con arrastre de sólidos (polvo de madera), provenientes del aseo de los operarios.

Recurso aire:

Los principales impactos a este recurso se componen de las emisiones de material particulado (polvo de madera) y vapores de tipo orgánico, ocasionados por las pinturas, sellantes y solventes.

Generación de residuos sólidos:

Los residuos sólidos que más se generan en esta actividad industrial son pequeños pedazos de madera (retal), viruta y aserrín. También se produce chatarra, retazos de textil, papel y plástico.

Los residuos originados por la manipulación de la madera son, en algunas oportunidades comercializados y/o regalados; sino son dispuestos en el relleno sanitario municipal, junto con los demás residuos sólidos que se generan; incluyendo los originados en el raspado a las cabinas de pintura.

Diagrama de flujo ambiental Fabricación de muebles

Entradas	Actividad y/o proceso	Impacto ambiental
Rastras de madera ⇒	Corte ↓	⇒ Material particulado de madera (1) Retal, viruta y aserrín de madera (3)
Sales inmunizantes ⇒	Inmunización ↓	⇒ Vapores de sales inmunizantes (1)
	Maquinado ↓	⇒ Material particulado de madera (1) Vertimientos con arrastre de sólidos (2) Retal de madera (3)
	Talla y Pulido ↓	⇒ Material particulado de madera (1) Vertimientos con arrastre de sólidos (2) Retal de madera (3)
Laminilla ⇒	Chapeado ↓	⇒ Vapores de pegantes (1).
Pegantes, clavos, herrajes ⇒	Ensamble	⇒ Ruido y vapores orgánicos (1)
Papel de lija, sellador, tintas ⇒	Preparación de superficies ↓	⇒ Vapores orgánicos (1) Papel, chatarra (3)
Pintura, thinner, saborizantes, textiles de tapizado ⇒	Pintura y tapizado	⇒ Vapores orgánicos y material particulado (1). Vertimiento de solventes (2) Chatarra y retal de textil, raspado de las cabinas de pintura (3).

- Convenciones:
- (1): Impacto sobre el recurso aire.
 - (2): Impacto sobre el recurso agua.
 - (3): Generación de residuo sólido.

Impacto ambiental en el proceso de Aserradero

Recurso agua

El impacto más representativo es el derrame de sólidos finos, provenientes del maquinado de la madera, los cuales son descargados al alcantarillado cuando se realiza una higiene por parte del personal laboral.

Recurso aire

Los principales impactos a este recurso se componen de las emisiones de material particulado (polvo de madera) y ruido. Las cuales se generan a lo largo del proceso productivo.

Generación de residuos sólidos

Los residuos sólidos producidos son los típicos de un proceso de transformación de la madera, los cuales son: corteza, retal de madera, viruta y aserrín. Estos se pueden comercializar y/o regalar, pero cuando la demanda es escasa se disponen en el relleno sanitario municipal, siendo esta alternativa la más usual.

Esporádicamente se presentan residuos de cartón y de plástico, estos se disponen en el relleno sanitario.

Diagrama de flujo ambiental

Entradas	Actividad y/o proceso	Impacto ambiental
Rastras de madera 	Corte 	 Material particulado, polvo de madera (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Corteza y aserrín de madera (3)
	Rectificado de superficie 	 Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Viruta y aserrín de madera (3)
	Elaboración de tablillas 	 Material particulado, polvo de madera y ruido (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2)
Pegantes, clavos 	Elaboración de productos diversos 	 Ruido (1) Vertimiento con arrastre de sólidos finos (2) Viruta y aserrín de madera, plástico y cartón (3)

- Convenciones:
- (1): Impacto sobre el recurso aire.
 - (2): Impacto sobre el recurso agua
 - (3): Generación de residuo sólido.

ANEXO 2

La Filosofía de las “5 S”,

Las 5 “S” es una metodología de trabajo cuyas palabras que dan origen a su nombre son: Seiri – Seito – Seiso – Seiketsu – Shitsuke.

Cada una de estas es una etapa del proceso de implementación, es esta etapa podemos ver su traducción al español.

Etapa 1	SEIRI	CLASIFICAR
Etapa 2	SEITON	ORDENAR
Etapa 3	SEISO	LIMPIAR
Etapa 4	SEIKETSU	MANTENER
Etapa 5	SHITSUKE	DISCIPLINAR

Esta metodología nació en Japón con el objetivo de mejorar la calidad de sus productos y eliminar todos los factores que impidan el incremento de la productividad de las empresas. La implementación de las 5”S” aporta diversos beneficios, los cuales se encierran en lograr una mayor productividad y tener un mejor lugar de trabajo para todos.

Al arranque de cada una de las etapas y para alcanzar el éxito de las 5 S, es básico que se lleve a cabo una sesión de entrenamiento y capacitación, donde participarán TODOS los miembros de la organización, desde los mandos altos hasta el colaborador con menos responsabilidad. La etapa de entrenamiento inicial del proyecto contempla las siguientes actividades:

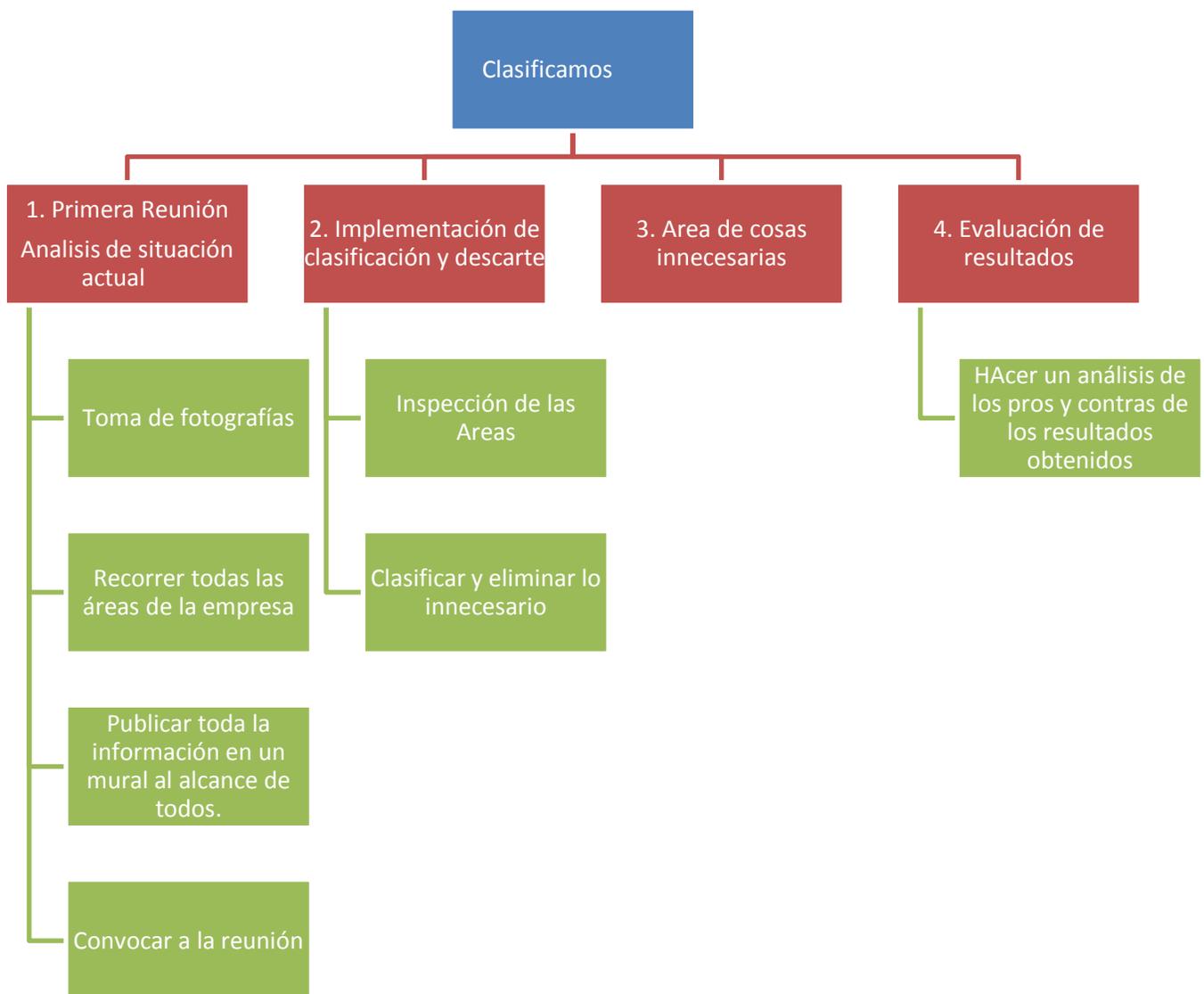


Etapa 1. Clasificar

Beneficios obtenidos:

- Mayores espacios.
- Mejor control de inventario.
- Menos desperdicio de materiales.
 - Menos accidentes.

En el diagrama siguiente se presenta el proceso que se lleva a cabo en esta etapa y las sub-tareas.



Formas en que se clasifican los diferentes materiales, equipos que deberán desecharse, reubicarse, reutilizarse.



Material para almacen.



Material en mal estado.



Equipos para reparación.

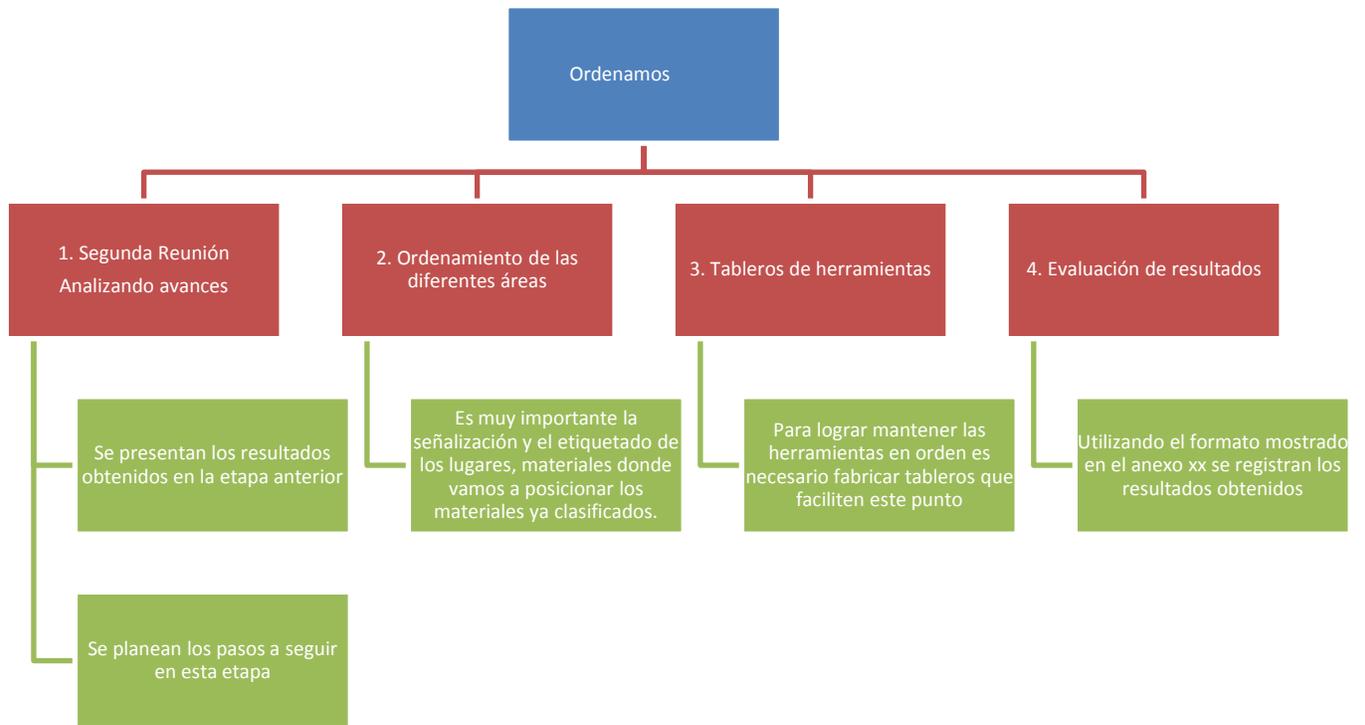


Material para botar

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1º Edición: Lima, Diciembre 2008.

Etapa 2. Ordenar

- **Facilitará ubicar documentos u objetos de trabajo**
- **Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos que se han utilizado.**
 - **Será más fácil saber cuando falta algo.**
- **Mejora la imagen del lugar de trabajo ante los empleados y clientes**
 - **Determinar si el proceso de compras es el correcto**



Almacén ordenado de madera.

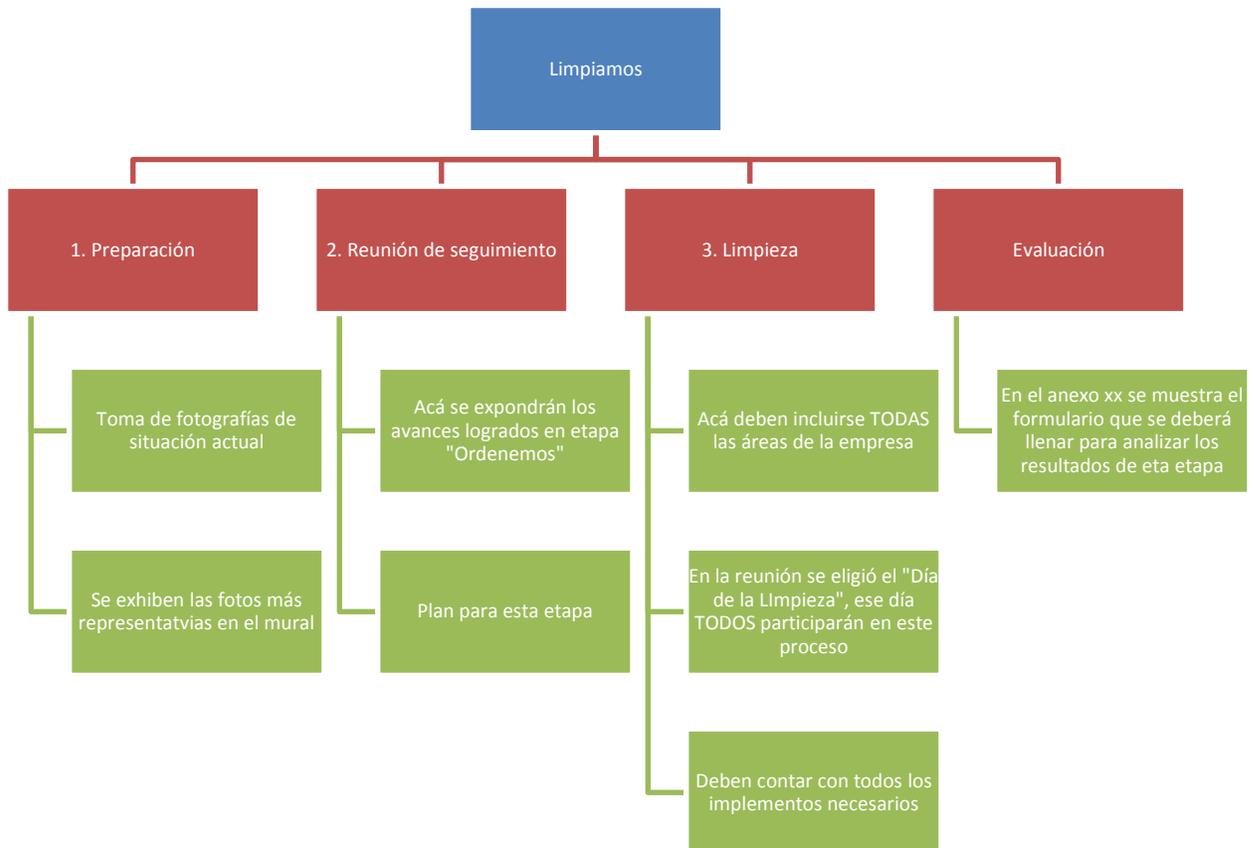


Clasificación de Productos de Almacén. Ejemplo de Panel de Herramientas.

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.

Etapa 3. Limpiar

- **Aumenta la vida útil de los equipos e instalaciones.**
- **Reduce la probabilidad de contraer enfermedades.**
 - **Ocurren menos accidentes.**
 - **Mejoran los ambientes de trabajo.**
- **Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.**



Al final de la implementación de la etapa de Limpieza, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Aumentará la vida útil de los equipos e instalaciones al mantenerse en óptimas condiciones de limpieza
- Si el área de trabajo está limpia, se disminuye la probabilidad de contraer enfermedades.
- No hay obstáculos en el piso, ni regueros por lo que los accidentes se reducen.
- La imagen del área de trabajo mejora ante los clientes y trabajadores
- Se evita dañar el medio ambiente.
- Los trabajadores se sienten motivados al encontrarse en un ambiente limpio
- Se adquiere el hábito de limpieza.



Limpiando fachadas.



“Día de la limpieza” la dirección de la empresa participa junto con los trabajadores en esta etapa.

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.

Etapa 4. Mantener

Trabajamos con Calidad

- Compartir responsabilidades entre los trabajadores.
- Definición de estándares en métodos de control y seguimiento
 - Cumplir con los estándares de seguridad.
- Mantener que las metas alcanzadas perduren en el tiempo.
- Registro del conocimiento adquirido a lo largo de los años.

ALMACEN DE PINTURAS



Antes.



Después.

INSTALACIONES ELECTRICAS

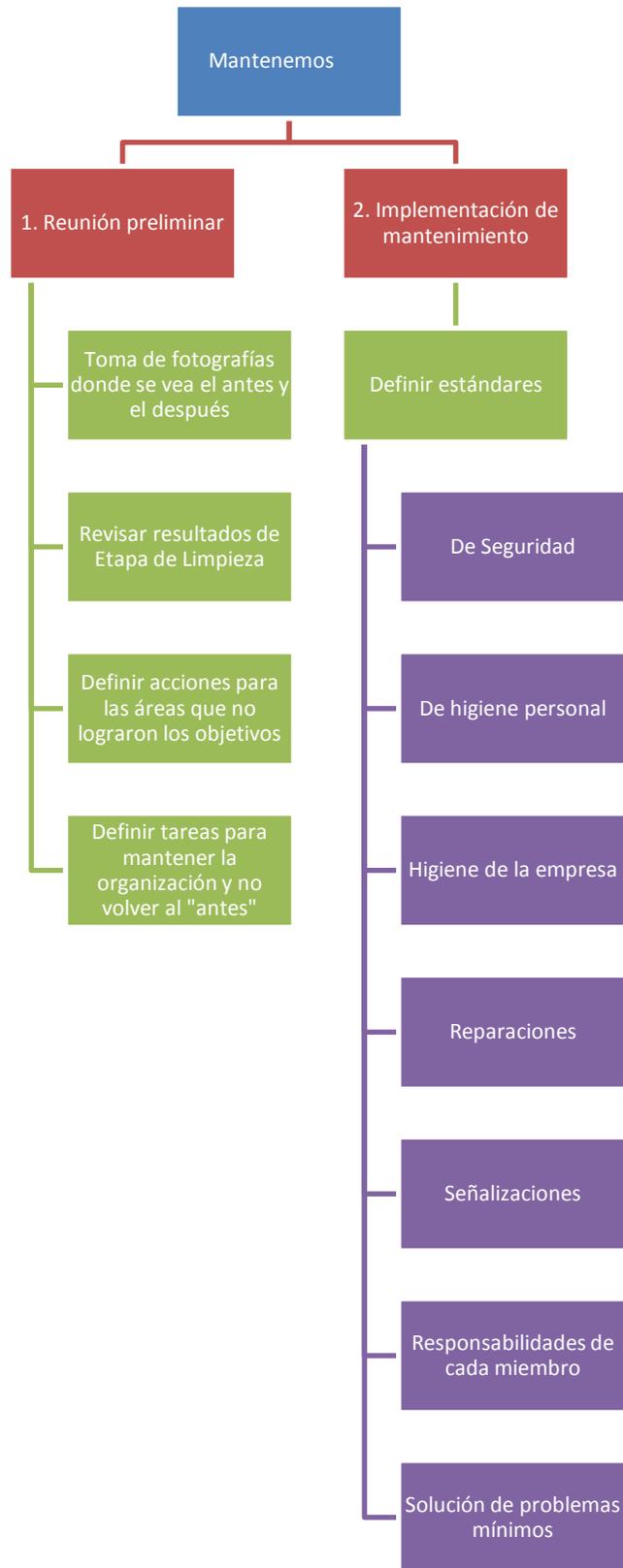


Antes.



Después

Fotografías tomadas de: Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1° Edición: Lima, Diciembre 2008.



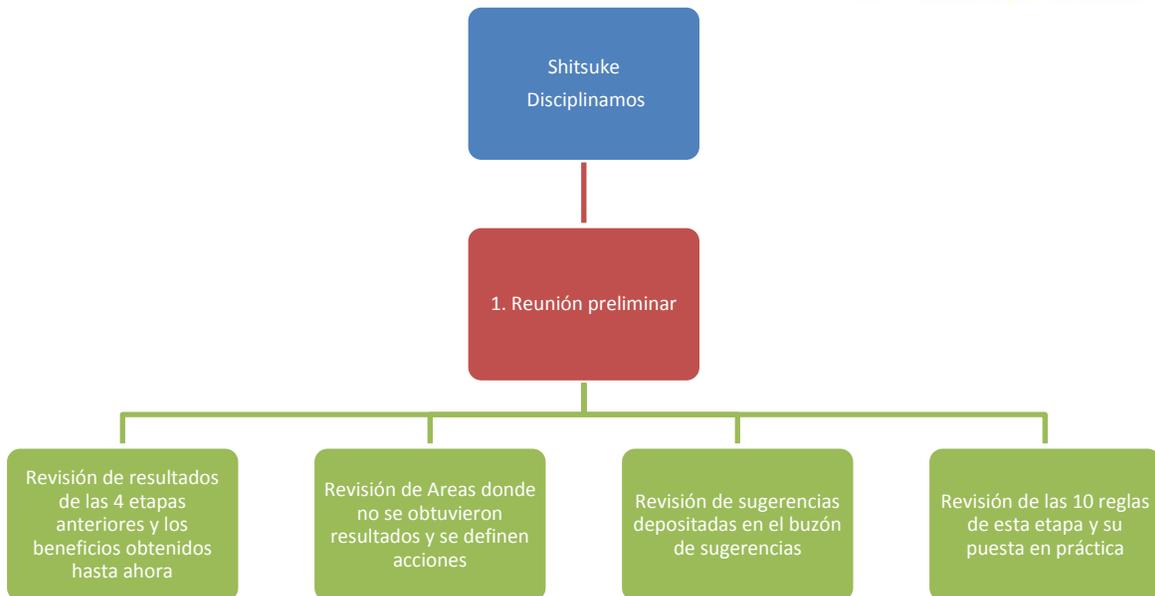
ETAPA 5. SHITSUKE – Disciplinar.

En la última etapa del proyecto se van a reforzar los buenos hábitos y trabajar bajo los estándares y normas establecidas en la etapa anterior.

Igual que en las etapas anteriores, iniciamos con la reunión de trabajadores, luego realizamos actividades y evaluamos los resultados de esta etapa



Trabajadores con implementos de seguridad.



Reglas del Shitsuke.

Si queremos tener éxito en la implementación de las 5 “S”, es muy importante aplicar las siguientes reglas con constancia, de manera que se conviertan en un hábito.

1. Seguridad en la empresa.	Debemos estar preparados para cualquier eventualidad en cuanto a la seguridad de la empresa. Debemos elaborar el plan de contingencias de la empresa, así como la conformación de las brigadas.
2. Fabricamos la calidad.	Tener los equipos y herramientas en estado óptimo para fabricar productos de calidad.
3. Uniformes e implementos de seguridad.	El aseo personal es muy importante en la presentación de los trabajadores, se debe tener uniformes de trabajo acordes a la función que desempeñan en la empresa, así mismo se debe contar con todos los implementos de seguridad, como guantes para cargar madera o lijar, lentes protectores, cascos, orejeras, mascarillas para gases y sólidos, fajas para protección de la columna, zapatos de protección, entre otros.
4. Mantenimiento de máquinas.	Antes de utilizar las maquinas se debe realizar una inspección para ver su buen estado de funcionamiento. Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo. Cada operario debe de tener bajo su responsabilidad el buen funcionamiento de la máquina que frecuentemente utiliza. Vease en el Módulo de Calidad más detalle sobre este tema.
5. Método del trabajo.	Estandarizar los métodos de trabajo facilita la destreza de los trabajadores. Es necesario que cada trabajador con el apoyo del líder de grupo y los jefes de área, mejoren sus métodos y movimientos para un mejor desempeño en sus labores e implementando accesorios que ayuden al desplazamiento de los materiales. Se puede construir o fabricar mesas o carros de recepción de piezas, con lo cual se requiere evitar movimientos y desplazamientos innecesarios, etc.
6. Practicamos las 5“S” diariamente.	Practicar las 5 “S” todos los días entre 10 y 15 minutos diarios, nos ayudará a mantener nuestro lugar de trabajo en estado óptimo para realizar nuestras labores.
7. Reuniones de trabajo.	Después de la implementación, se deben de realizar reuniones con todos los trabajadores de la empresa, conocer el avance y poder absolver sus inquietudes, dudas y pensamientos. Es necesario que el trabajador aporte en las mejoras y busque la manera de desenvolverse mejor en la empresa.
8. El director como ejemplo.	El director de la empresa es la persona que debe dar el ejemplo para toda actividad que se realice en la empresa. Es la persona que tiene la batuta en los cambios y mejoras en la empresa. Por tanto, el director debe participar de todas las etapas de la implementación del sistema.
9. Tomar acciones inmediatas ante los problemas.	Cuando se presente un problema en la empresa este debe ser resuelto en el tiempo más corto posible desde el principio hasta el fin.
10. Prevenir accidentes.	Se debe dar aviso de todos los accidentes, ya sean menores, para poder atenderlos a tiempo y estar preparados para que no vuelvan a ocurrir.

Proyecto Producción más Limpia e implementación de las 5S – Muebles LUAL

La mueblería Lual se ubica en San Juan de Santa Bárbara en Heredia, es una empresa familiar fundada hace 46 años.

Esta empresa fue seleccionada por el Hotel Marriott como parte de un proyecto mediante el cual contó con la asesoría del Centro de Producción más Limpia de Costa Rica. En este caso se centró en el manejo de desperdicios de madera y posteriormente se implementó la filosofía 5S.

A continuación se muestran una serie de fotografías donde se pueden visualizar las principales experiencias y resultados obtenidos.

Desechos Sólidos:



Esta madera se vende como leña a varias familias de los alrededores.



Esta pared muestra donde se almacenan saldos de madera que será utilizada en la fabricación de artículos pequeños, por ejemplo, soportes para cortineros, adornos, patas de mesas y sillas o laterales de gavetas, etc

Anteriormente esta madera ocupaba una esquina de la planta aproximadamente de 20 m², ahora está acomodada en un estante fabricado.



La burucha se vende a granjas de aves y además también parte se regala a familias vecinas para su venta personal.

Productos elaborados con saldos de madera:

Reutilizando los saldos de madera de la producción regular se elaboran diversos artículos que son vendidos y se convierten en un ingreso adicional para la organización, estos productos incluyen artículos para baños los cuales son solicitados por diversos hoteles en el país, así como artículos para uso personal y del hogar.



Porta especieros



Porta cuchillos



Portaretratos elaborado con saldos de un mueble que hubo que modificar.

Acá cabe resaltar la participación y el involucramiento de los empleados en el proceso, ellos mismos generan nuevas ideas, seleccionan los trozos de madera, los ubican en el lugar correspondiente.

Ejemplos de acciones tomadas en la implementación de las 5S



Se elaboró un soporte donde se colocan en forma ordenada los “Sargentos”



Almacenaje de materias primas, disolventes, barnices, etc. Dispuesto en un área segura y ordenados para su uso. Además los días viernes son los días de limpieza profunda de la planta.

BIBLIOGRAFIA

- Jay Arthur, “Lean Six Sigma Demystified” . Editorial Mc Graw Hill , 2a Edición 2011.
- ONUDI – Manual de Producción más Limpia. “Introducción a la Producción más Limpia”
- Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. “Introducción al Estudio del Trabajo”, 3ª Edición revisada.
- Steven P. Robbins, “Administración Teoría y Práctica”. Prentice – Hall 1987
- Edgar Barreto y Percy Tudela . Guía de Contenidos Método 5 “s”: Aplicado a la Industria de la Madera y el Mueble”, Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Autores,. 1º Edición: Lima, Diciembre 2008.
- GESTIÓN AMBIENTAL PARA LAS PYMES Diagnóstico y Líneas de Acción. Sector Maderas y Muebles, realizado por Promotora de Desarrollo Fundación Codesarrollo. Colombia
- Centro de Producción más limpia Nicaragua, “Catálogo de Buenas Prácticas Operativas en PmL en la elaboración de muebles, objetos de madera y aserraderos”
- CITEMadera. Centro de Innovación Tecnológica de la Madera. Guía de contenidos. “Buenas Prácticas en la Operación y Mantenimiento del Aserradero”. Serie I Competencias Básicas para la Producción Industrial de Muebles de Madera. Lima, Setiembre 2011
- <http://www.ins-cr.com/index.html>
- <http://www.mtss.go.cr/>
- <http://costarica.eregulations.org/show-list.asp?l=es&mid=28>
- <http://www.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucin-de-planta-15020464>