

INTRODUCCION

La práctica social tuvo como propósito apoyar los procesos de producción de triplex efectuados en la empresa PROTRIPLEX LTDA, apoyando la coordinación de las actividades que se requieren en este proceso, buscando el incremento de la producción, para lograr abastecer y satisfacer los requerimientos del mercado.

Dentro de los procesos de producción de la empresa se identificó la necesidad de evaluar los rendimientos que presentan algunas de las máquinas utilizadas para la producción de triplex. Por otra parte se organizo la secuencia de operaciones del proceso, la cual permite incrementar los rendimientos de la empresa.

La coordinación de las actividades para la producción de triplex permite que se optimice la secuencia de operación del proceso, vinculado a cada uno de los elementos que participan como son la materia prima, maquinaria, y el personal requerido.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Asistir y coordinar las operaciones desarrolladas en el proceso de producción de triplex, efectuados por la empresa Protriplex Ltda, en el municipio de Candelaria, departamento del Valle del Cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar y orientar las diferentes operaciones y actividades del proceso de producción de triplex especialmente mediante la elaboración de formatos de seguimiento, inventarios y mantenimiento de maquinaria.
- Coordinar el proceso de producción de triplex, relacionado con la maquinaria de producción, equipos e implementos.
- Determinar los rendimientos de la prensa hidráulica utilizada por la empresa Protriplex Ltda.

2. MARCO TEORICO

2.1 ELABORACION DEL TRIPLEX

El contrachapado o multilaminado (plywood) es uno de los más importantes procesos de ingeniería de la madera, a partir del cual se obtiene un producto cuyas propiedades son superiores a las propiedades de los elementos que la constituyen. Los tableros tienen espesores de 3 a 22 mm, constituidos por láminas de madera pegadas entre sí cruzadas, es decir dispuestas con la dirección de la fibra de cada capa perpendicular a la adyacente (García, 2006). Esto permite lograr una contracción mínima, porque los movimientos en los granos de cada capa se ven restringidos por el pegamento y la capa vecina. La madera contrachapada se hace con números impares de capas de madera, siendo la más común la de tres capas, conocida como triplex. Los troncos seleccionados para la producción de chapas deben de ser de un diámetro mínimo de 40 cm y tan cilíndrico y recto como sea posible. Los dos métodos más comunes para la extracción de chapas son el corte rotatorio y el corte de cuchilla (Strefford y McMurdo, 2003).

2.1.1 Corte rotatorio. En el procedimiento del corte rotatorio el tronco ya descortezado en estado verde y limpio de impurezas se coloca en un gran torno por medio de “perros”. Una cuchilla del largo completo del torno, va siendo alimentada contra el tronco revolvente. Esta cuchilla avanza mediante un sistema de engranes para lograr el corte de chapa de un grosor uniforme. Estos engranes se pueden ajustar para obtener chapas de grosores diversos. Mediante este procedimiento se corta una lamina continua de chapas, la cual puede ser cortada del tamaño deseado según el tamaño del tronco (Strefford y McMurdo, 2003).

2.2 VENTAJAS DE LA UTILIZACION DEL TRIPLEX

El triplex es un producto que no se estira, no se contrae, ni se alabea, ni se ondula en la misma forma que una madera sólida del mismo grosor, debido a la colocación cruzada de sus chapas (Strefford y McMurdo, 2003). Se ha comprobado que el triplex ofrece mayor resistencia a la flexión, es decir una buena estabilidad dimensional. A nivel de trabajabilidad, funciona bien con cualquier pegante a base de P.V.A o a base de resina, no se desgarran. El triplex grueso, permite realizar ensambles de la misma forma sencilla como si se hiciera con madera maciza. Una ventaja importante está en la posibilidad que brinda al corregir defectos de fabricación o imperfecciones que se presentan en la lámina frente a cambios ambientales como la humedad (Cadena, 2009).

El tablero contrachapado retiene tanto clavos como tirafondos, especialmente atravesando sus caras superficiales y, además, es fácilmente encolable. Los tableros gruesos se pueden unir igual que si se tratara de madera maciza (Johnston, 1999).

2.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE TRIPLEX

Esta industria utiliza la madera en rollo para la obtención de triplex. La línea de fabricación de triplex y su maquinaria correspondiente esta en el cuadro 1 línea de fabricación y maquinaria utilizada

Cuadro 1. Línea de fabricación y maquinaria utilizada en la elaboración de triplex, Protriplex Ltda

Línea de fabricación	Maquinaria utilizada
Descortezado	Descortezado manual (barra, pala descortezadora)
Cilindrado	Torno de desenrollado
Desenrollado	Torno de desenrollado
Cizallado	Cizalladora
Secado	Patio de secado
Encolado	Encoladora
Armado	Mesa de armar
Prensado	Prensa de platos calientes
Curado	Almacén
Escuadrado	Escuadradora
Lijado	Lijadora – calibradora

Fuente: Vignote y Jiménez, 2000.

2.4 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS EN ELABORACIÓN DE TRIPLEX

Encada una de las siguientes operaciones los operarios debe tener los implementos de seguridad tales como: casco guantes gafas tapabocas botas

2.4.1 Recepción, almacenamiento y manejo de trozas. La función en la etapa de recepción y almacenamiento es verificar que la calidad de la madera recibida corresponde a la señalada, revisar los volúmenes recibidos y ordenarlos de acuerdo a tipo, diámetro, largo, u otro factor que permita su diferenciación (CONAMA, 2006).

Las trozas recepcionadas llegan con o sin corteza desde el lugar de aprovechamiento, con una longitud de 2,60 m ó 1,30 m, para luego ser descargados y almacenados. Esto se realiza de acuerdo a la llegada de la madera y según del lugar de procedencia (CONAMA, 2006).

2.4.2 Descortezado. Esta operación tiene como objetivo eliminar la corteza de las trozas, para evitar que piedras y arena incrustadas en ella deterioren las cuchillas del torno de desenrollado. Esta operación se suele realizar en una descortezadora de cuchilla, caracterizada por tener como herramienta una cuchilla, situada sobre un eje portacuchillas que gira presionando la madera, desbastando un grueso programado, tanto corteza como madera. Este desperdicio puede ser utilizado en las calderas. La herramienta va dispuesta en un brazo que ejerce sobre la madera una determinada presión y se desplaza lentamente a lo largo del eje axial de la misma. La madera va dispuesta sobre una serie de rodillos que giran en sentido contrario, haciendo que esta gire. El conjunto del movimiento longitudinal de la herramienta, junto con el giro de la madera, hace que la cuchilla vaya describiendo una espiral sobre ella (Vignote y Jiménez, 2000). El descortezado también puede ser realizado manualmente, esta operación es necesario que la realicen tres operarios con los implementos de seguridad y se utilizan herramientas como la barra y la pala descortezadora.

2.4.3 Cilindrado y desenrollado. Esta operación es importante en la fabricación de tableros, por la que se obtiene la chapa. La primera operación es situar la troza descortezada y con un contenido de humedad mayor al 20 %, en las garras, para lo cual la maquina dispone de un centrado óptico. Centrada la troza se coloca en el torno, propiamente dicho (Vignote y Jiménez, 2000).

El torno de desenrollado consta de dos garras para sujetar firmemente la madera y hacerla girar a una determinada velocidad. La maquina dispone además de un carro portaherramientas que se desplaza hacia la madera a una determinada velocidad (Vignote y Jiménez, 2000).

Este carro incorpora una cuchilla y una barra de presión, dispuesta de forma paralela a una distancia programable. La cuchilla es la que realiza el corte, y la barra de presión tiene como función mantener presionada la madera mientras se corta, para evitar que se rompa. Cada madera tiene un ángulo de cuchilla específico y una presión idónea (Vignote y Jiménez, 2000).

Para desenrollar, se selecciona una determinada velocidad del carro (que va a determinar el grueso de la chapa que se quiere obtener), se dispone una distancia (0.9mm-5mm) entre la cuchilla y la barra de presión un poco inferior al grueso de la chapa que se quiere obtener y se opera. La troza gira, el carro se va aproximando hasta iniciar el corte de la madera. Al principio, la chapa saldrá de forma discontinua (cilindrada) para que una vez que la troza quede cilíndrica, sale perfectamente continua. (Vignote y Jiménez, 2000).

En teoría, la velocidad de la garra debe ir variando de forma automática, para que siempre, la velocidad periférica de la madera sea la misma (60 – 80 metros por minuto). Durante el redondeo o rebobinado inicial del trozo, se contempla el procesamiento de los desechos generados en esta etapa. Cuando el torno rebobinador comienza a generar una chapa uniforme, se desvía la chapa hacia una cinta distribuidora y posteriormente hacia un transportador de bandejas (Vignote y Jiménez, 2000).

En una cortadora rotatoria se eliminan los defectos que aparecen en el “paño” del debobinado generándose chapas dimensionadas según los formatos requeridos: chapas enteras y pedazos de chapas aprovechables (CONAMA, 2006).

2.4.4 Cizallado y recortado. La operación de cizallado tiene como objetivo dimensionar el ancho, esto se hace al material que sale del cilindrado y desenrollado (interior de 2mm). La maquina que realiza esta función es la cizalladora la cual dispone de una cuchilla que actúa como una guillotina. Es decir, que cae contra la chapa dividiéndola. Normalmente actúa automáticamente, es decir, como la chapa sale a una determinada velocidad, se programa la cuchilla de forma que caiga tantas veces por minuto (Vignote y Jiménez, 2000).

La operación de recortado tiene como objetivo dimensionar la chapa obtenida en el desenrollado de acuerdo a las medidas requeridas para la fabricación de láminas de triplex, para esto se utiliza una motosierra (Vásquez, 1983).

2.4.5 Encintado o enchapillado. Esta operación consiste en colocar la cinta de papel humedecida con agua a lo ancho de las chapas dejando 1 cm de espacio entre el borde la chapa y la cinta. Este proceso permita la clasificación de las chapas en caras y espaldas, la cinta de papel se coloca en la chapas que son seleccionadas para cara, permitiendo una manipulación adecuada.

2.4.6 Secado. El secado es el proceso de reducción del contenido acuoso de la madera verde, y se puede alcanzar por medio de aire seco y del secado al horno una temperatura de 120⁰C a 170⁰C. Existen una serie de motivos para el secado: Alcanzar un contenido acuoso aproximadamente igual al que se hallara ambientalmente, de tal modo que el trabajo de la madera quede reducido a un mínimo. También se busca reducir la posibilidad de una infección de hongos de pudrición, además de incrementar la resistencia de la madera a la manipulación (Johnston, 1999).

Esta operación tiene como objetivo, dejar la madera con una humedad de alrededor del 7% esto para que en el proceso de encolado no absorba demasiado pegamento. El secado se suele hacer mediante calor, en un túnel, a contra corriente, es decir, por un lado entra la chapa al túnel, a través de una cinta transportadora y por el otro lado y en sentido contrario entra aire caliente y seco (Vignote y Jiménez, 2000).

Luego de cumplido el reposo, los paquetes de chapas son destinados a las diferentes estaciones de trabajo, dependiendo de las características de la chapa tales como chapa entera libre de defectos (cara) y chapa entera con defectos (espalda) (CONAMA, 2006).

2.4.7 Encolado. Se realiza mediante rodillos encoladores, utilizando colas de tipo termoendurecible, solo se aplica cola al interior par en ambas caras (Vignote y Jiménez, 2000).

La cantidad de cola extendida se regula mediante uno o más rodillos que varían con el tipo de cola, la especie, calidad de la chapa y otros factores. El adhesivo debe hacer una cobertura uniforme y completa, sobre la superficie sin que de lugar a burbujas o material extraño. Los encoladores de rodillo permiten reglajes precisos y están revestidos de caucho estriado o goma sintética éste último no se utiliza más que en colas fenólicas y viscosas.

Existen diversos tipos de colas empleados para la fabricación de triplex, pero el más empleado y común es la urea formaldehído (PUF) de fórmula $H_2C=O$. Esta cola se considera más resistente al calor y a la intemperie que otro tipo de colas empleadas. Debido a su excelente propiedad e adhesividad del acetato de celulosa, es recomendado para la fabricación de triplex. Esta resulta mucho más

adecuada para artículos que tengan que permanecer en el interior y es infinitamente más resistente a los posibles cambios de temperatura y de humedad que normalmente se producen en todo edificio. Es incolora, a un precio relativamente barato y se puede emplear a temperatura ambiente normal, no suele ser conveniente utilizarla por debajo de los 10°C. En el mercado hay una gran diversidad de colas de urea formaldehído, dentro de las cuales las hay de aplicación separada, combinada y de un solo componente, algunas con carga o relleno y otras sin relleno (Johnston, 1999).

2.4.8 Formación. En esta operación recibe los paquetes de chapas provenientes del proceso de encolado. En esta etapa, parejas de operadores arman paquetes de tableros, con sus correspondientes caras e interiores, en forma secuencial. Se realiza disponiendo transversalmente las chapas pares encoladas, con las chapas impares sin cola (Arcos y Allen, 2005).

2.4.9 Prensado. Se realiza mediante prensas de platos plano calientes de acción hidráulica. La presión a la que se debe trabajar, depende del tipo de cola utilizada, variando entre 400 y 1300 libras de presión. La temperatura debe situarse al rededor de los 100 a 120°C (Vignote y Jiménez, 2000)

Los tiempos de prensado en caliente varían entre 4 minutos hasta 15 minutos según el espesor de la lámina de triplex y la velocidad de fraguado de la cola. Prácticamente, la carga de presión se retira cuando las encoladuras presentan una resistencia tal que se puede manipular la lámina de triplex (Vásquez, 1983). Los paquetes con tableros prensados son trasladados por una grúa horquilla hasta la zona de almacenamiento (bodega de productos en proceso), para posteriormente continuar con el proceso de escuadrado (CONAMA, 2006).

2.4.10 Escuadrado. Tiene por objetivo, sanear los cantos y los bordes de las láminas de triplex, dan la dimensión final de anchura y longitud ($0.72m \times 2.10m$; $0.82m \times 2.10m$; $0.92m \times 2.10m$) a estos, dejando sus ángulos perfectamente a escuadra. Para ello se utiliza la escuadradora que es una maquina compuesta por dos sierras circular, paralelas entre si y a la dirección de los rodillos de alimentación las láminas de triplex, distanciadas bien la anchura o bien la longitud que se pretenda dar a estas. Según avance del triplex, las sierras cortan los cantos o los bordes de los mismos, saneando dichos cantos o bordes y obteniendo su dimensión definitiva (Vignote y Jiménez, 2000).

2.4.11 Lijado o calibrado. Tiene por objetivo dar el grueso final al triplex así como la calidad de la superficie que se pretende. El lijado se realiza mediante calibradoras dobles (actúan simultáneamente por las dos caras), de banda ancha,

primero del tipo de rodillo, para realizar el desbaste y después de las de tipo barra de presión para dar la calidad final al tablero (Vignote y Jiménez, 2000.).

Permite tratar rápidamente superficies extensas. Algunos modelos poseen una base de lijado que permite regular con precisión el paso de la correa y utilizar la máquina para trabajos más finos: la base impide que la correa traspase demasiado la madera. Estas lijadoras utilizan cintas abrasivas especiales de diferentes granos, cuyo precio es mucho más elevado que el de hojas de papel de lija normales (Gallauziaux y Fedullo, 2001).

Después de pasar por la lijadora los tableros son destinados a diferentes mesas de aplicación según el grado de calidad. (Lámina tipo A y lámina tipo B) El polvo de lijado generado en el proceso de lijado es aspirado y recuperado a través de filtros manga. Este polvo es enviado a la planta de energía para su uso como combustible en la caldera de poder. Los tableros lijados son trasladados a empaque o a ranurado, o bien a stock intermedio, mediante grúa horquilla (CONAMA, 2006).

2.4.12 Embalaje. La rigurosidad del embalaje esta relacionada con la localización de la fábrica y la distancia a sus distribuidores. Es necesario garantizar una buena protección contar excesivo movimiento, seguridad en las esquinas, y evitar que se ensucie las láminas en los extremos superiores e inferiores en los paquetes de tableros. Los bordes de los páneles deben quedar libres de los cables de sujeción para envíos y colocar la correspondiente etiqueta de identificación con la cantidad, dimensiones y destino.

2.5 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Según Lloyd, 2002 esta técnica de evaluación del trabajo sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido mencionado aquí.

2.5.1 En relación con la maquinaria: Para controlar el funcionamiento de las máquinas, saber el porcentaje de paradas y sus causas, programar la carga de las máquinas, seleccionar nueva maquinaria, estudiar la distribución en planta, seleccionar los medios de transporte de materiales, estudiar y diseñar los equipos de trabajo, determinar los costos de mecanizado, etc.

2.5.2 En relación con el personal: Para determinar el número óptimo de operarios necesarios, establecer planes de trabajo, y controlar los costos de mano de obra, como base de los incentivos directos e incentivos indirectos.

2.5.3 En relación con el producto: Para comparar diseños, establecer presupuestos, programar procesos productivos, comparar métodos de trabajo, evitar paradas por falta de material.

2.5.4 Estudios de tiempos. Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método pre escrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables (Niebel, 1996).

2.5.5 Objetivos del estudio de tiempos. Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, Conservar los recursos y minimizar los costos, Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía (Niebel, 1996).

Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos, Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes (Niebel, 1996).

2.5.6 Requerimientos para emprender el estudio de tiempos. Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar, El método a estudiar debe haberse estandarizado, El operario debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato (Niebel, 1996).

El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal, La actitud del operario y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero (Niebel, 1996).

2.5.7 Método básicos para realizar el estudio de tiempos. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil (Niebel, 1996).

2.6 EL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas (Niebel, 1996).

Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales que se realizan en las empresas, para estudiar el desempeño en cada puesto u operación. Los movimientos implicados en el proceso de prensado se muestran en el cuadro 2, movimientos básicos en los procesos desarrollados durante una operación dentro de una empresa

Cuadro 2. Movimientos básicos en el proceso de prensado durante un ciclo de producción.

Therblig	Sigla	Color
Buscar	B	Negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Tomar o Asir	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	ED	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

Fuente: Niebel, 1996

2.7 MOVIMIENTOS EFICIENTES E INEFICIENTES

Los movimientos eficientes e ineficientes se describen a continuación

2.7.1 Eficientes o efectivos. De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y pre colocar en posición, De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar Ineficientes o Inefectivos (Niebel, 1996).

2.7.2 Ineficientes o inefectivos. Mentales o semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear, Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener, Los principios de la economía de los movimientos (Niebel, 1996).

2.7.3 Descripción de los tiempos. Los tiempos que se presentan en una jornada de trabajo son tres: Tiempos productivos, Tiempos no productivos programados, Tiempos perdidos no programados, con estos se pretende determinar los tiempos realmente productivos, para determinar y planificar el trabajo. Para los tres se realizaron registros durante todo el estudio, cubriendo toda la jornada de trabajo.

2.7.3.1 Tiempos productivos (TP). Son los que corresponden a la operación normal de la máquina; son encolado, armado, prensado y bajar láminas, este porcentaje se utiliza para determinar los ciclos y con este detallar la unidad de producción.

2.7.3.2 Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Son aquellos tiempos que son necesarios dentro de jornada de trabajo, pero que no producen rendimiento y estos son: alimentación y mantenimiento.

2.7.3.3 Tiempos perdidos no programados (TPNP). Son aquellos que obstaculizan las labores pero que no se cuentan con ellos, ni se pueden llegar a cuantificar y estos son, tiempo que emplea el operario en conversaciones, descansos, daños mecánicos, lluvias y otros incidentes.

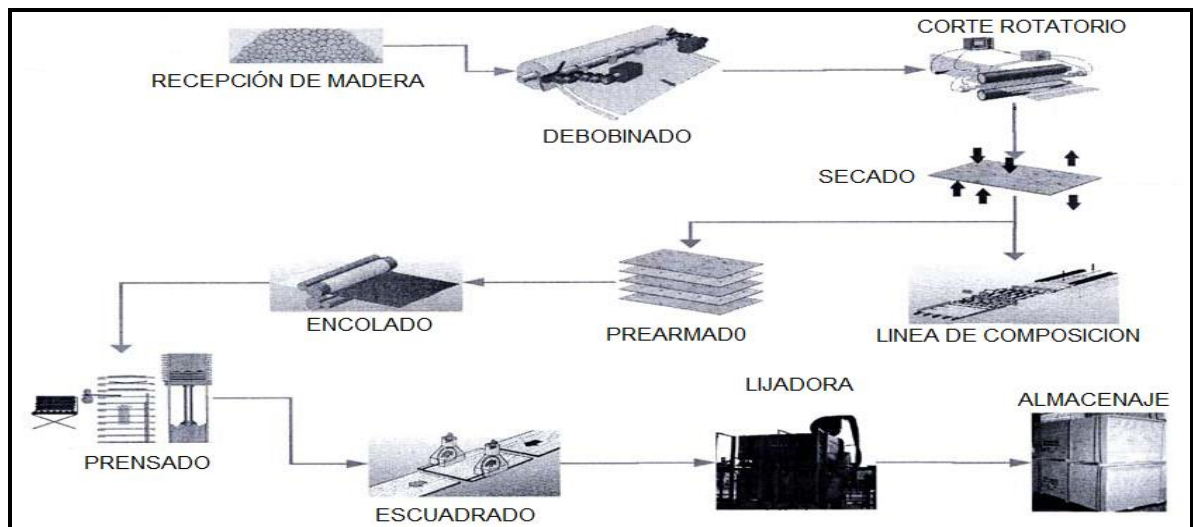
3. METODOLOGIA

El proceso metodológico para el trabajo de pasantía, consistió en evaluar las actividades de producción que se están desarrollando al interior de la empresa PROTRIPLEX LTDA, ubicada en el departamento del Valle del Cauca en el kilometro 4 vía Cali – Candelaria, con el objetivo de proponer una secuencia lógica en el desarrollo de estas actividades de trabajo. El desarrollo de este trabajo se organizó en tres componentes básicos que incluyo la organización de las secuencias de las operaciones del proceso de producción, coordinación de las actividades realizadas en la fabricación de triplex y determinación de los rendimientos de la prensa hidráulica.

3.1 ORGANIZACIÓN DE LAS SECUENCIAS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para la coordinación de las operaciones del proceso de producción durante el estudio, se tuvo como base la secuencia planteada por Paneles Arauco. (2003)

Figura 1. Secuencia de operaciones del proceso de producción



Fuente: Paneles Arauco 2003.

3.1.1 Elaboración de formatos para el control de producción. Se elaboraron formatos para llevar un seguimiento continuo de la producción y determinar la cantidad de material que se ha procesado y cuanto falta por procesar. Los formatos se elaboraron para la recepción de madera (anexo A), orden de producción (anexo B), producción de torno (anexo C), procesado torno en interior (anexo D), procesado en torno chapa (anexo E), enchapillado en húmedo y en seco (anexo F), prensado (anexo G), escuadrado (anexo H), lijado (anexo J) y despacho de material (anexo K). Esto permite llevar un control de cada uno de los procesos, cuanto se produce y cuanto falta por producir y permite programar y organizar la producción de acuerdo a los pedidos.

3.1.2 Inventarios Para la organización del material a procesar, se realizó el inventario del material ya desenrollado y almacenado en bodega (chapas e interior), esto con el fin de establecer la cantidad de láminas de triplex que se producirían con este material.

El procedimiento en este inventario consistió en la organización de las chapas por tamaño (dimensiones de $0.80m \times 2.10m$; $0.90m \times 2.10m$; $1.0m \times 2.10m$), agrupadas en paquetes de diez para permitir un conteo más fácil. De la misma forma, se organizó el interior, de acuerdo a sus dimensiones, agrupados en paquetes de veinte (dimensiones de $0.80m \times 2.10m$; $0.90m \times 2.10m$; $1.0m \times 2.10m$) estos se distribuyeron en la bodega en tres carriles según su dimensión, dejando un espacio entre carriles de 1.50 metros y elevado a 0.50 m del piso, con el fin de permitir un mejor acceso y prevenir la inundación. Los datos obtenidos en el inventario fueron organizados según las dimensiones y digitalizados para ser ingresados en una hoja de cálculo Excel, en la cual se describe fecha de ingreso, detalle (procedencia y tipo de madera), entrada, salida y saldo. La misma metodología se aplicó para las láminas ya procesadas y listas para la entrega. (Ver figura 2)

Figura 2. Interior desenrollado
A interior desorganizado B interior ordenado



Fuente: El estudio



Fuente: El estudio

El material procesado (lámina tipo A y lámina tipo B) se ubicó en un lugar de fácil acceso a los vehículos de transporte para su distribución y fue organizado según sus dimensiones ($0.72m \times 2.10m$; $0.82m \times 2.10m$; $0.92m \times 2.10m$), éstas se organizaron en grupos de 10 láminas apiladas hasta un máximo de 300 lámina. (Ver figura 3)

Figura 3. Láminas para despachar



Fuente: el estudio

3.1.2 Mantenimiento máquinas

3.1.3.1 Lijadora. Para el mantenimiento de la lijadora se realizó la limpieza con un compresor para retirar todo tipo de residuos acumulados (polvillo); además se realizó limpieza a la campana de extracción y a su sistema de conducción. Se hizo limpieza y engrasado (FRIXO 352, súper aceite de alta penetración) a todos los sistemas de rodamiento (banda de alimentación, del motor, de los rodillos).

3.1.3.2 Prensa hidráulica. El procedimiento para el mantenimiento de la prensa se realizó mediante la extracción de todo el aceite térmico de la caldera y platos. Estando sin aceite, se realizó una limpieza con ACPM por todo el sistema de conducción del aceite térmico para eliminar toda clase de residuos que se generan por la quema del aceite, el cual ocasiona obstrucción del flujo de aceite térmico caliente por este sistema cerrado, después de estar limpio el sistema de conducción de aceite térmico se llenó nuevamente tanto la caldera y platos, verificando que no quede con aire y que el nivel sea el adecuado para que la bomba lo pueda tomar. Además, se realizó limpieza a la superficie de los platos para que estos no tengan ningún objeto que pueda dejar marca en la lamina, también se revisó que el nivel de aceite hidráulico fuera el adecuado. Al notar presencia de fugas en las mangueras, se procedió a realizar ajustes o a realizar el cambio total de la manguera. (Ver figura 4)

Figura 4. Mantenimientos prensa hidráulica



Fuente: el estudio

3.2 COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE TRIPLEX

Se realizó una supervisión continua a cada una de las actividades.

3.2.1 Recepción de la madera. Para esto se hizo revisión de los salvoconductos del material ingresado, otobo (*Dialyanthera otoba*), sajo (*Camnosperma panamensis*), sande (*Brosimun utile*), se midió el diámetro mayor y menor, se verificó el estado de la madera (rajada o perforada). Estos datos fueron ingresados al formato recepción de madera y permiten realizar el pago a los proveedores de la madera. (Ver figura 5)

Figura 5. Recepción de madera



Fuente: El estudio

3.2.2 Desenrollado de la madera. Por medio del formato de orden de producción, en el cual se asignó los tamaños de las chapas e interiores que se requerían para la producción de láminas, se determinó el material requerido para satisfacer los pedidos. Los totales para las órdenes de producción están apoyados en las órdenes de producción de torno en interior y en chapa. Por otro lado, se supervisó el estado de la herramienta, filo de la cuchilla, simetría de las chapas y reutilización de los desperdicios. (Ver figura 6).

Figura 6. Desenrollado de madera



Fuente: el estudio

3.2.3 La guillotina. Se supervisó que al momento de cortar la cuchilla estuviera en perfecto estado. El material producido por esta máquina es el que se registra en el formato de producción de torno en interior.

3.2.4 Enchapillado en húmedo Se revisó que la cinta húmeda estuviera bien colocada y que la clasificación de caras y espaldas se hiciera correctamente, observando imperfecciones tales como: perforaciones, manchas, nudos muy marcados, entre otros. Todo lo anterior quedó registrado en un formato.

3.2.5 Secado. Este proceso es realizado por exposición solar. Con un higrómetro, se determinó que el contenido de humedad fuera alrededor del 3% y que las chapas tuvieran una adecuada manipulación para no ser maltratadas e impedir que en este proceso se pierda material. El proceso de secado de las chapas es alrededor de 4 horas, para prevenir el riesgo de pérdida del material por sobreexposición.

3.2.6 Enchapillado en seco. En este proceso se revisó que las chapas seleccionadas como cara no tuvieran grietas o rajaduras. Aquellas con imperfecciones pequeñas fueron corregidas por medio de cinta de enmascarar, mientras que las que fue imposible corregir pasan a ser espaldas. Los datos obtenidos en este proceso se consignaron en un formato y luego en el inventario de chapas (Ver figura 7).

Figura 7 cierre de rajaduras



Fuente: el estudio

3.2.7 Preparación del pegante. En esta actividad se revisó que la preparación se realizara con la formulación adecuada:

Cuadro 3. Tabla preparación de pegante en la empresa PROTRIPLEX Ltda.

Porcentajes (%)	Insumos
100	Urea formaldehido
40	Harina
30	Agua
3	Catalizador

Fuente: Protriplex 2009

También se corroboró por medio de una balanza el peso de estos insumos.

3.2.8 Prensado. Para el prensado se realizaron tres actividades: encolado, armado y prensado. Se revisó el proceso de encolado teniendo en cuenta que la bandeja de la encoladora se llenara con la cantidad suficiente de pegante, para que el porcentaje de impregnación fuera alrededor de 180 y 200gr/m². También se verificó que el interior a encolar tuviera las medidas adecuadas y que no presentara hongos, ondulaciones y marcaciones hechas por las cuchillas del torno. (Ver figura 8)

Figura 8. Prensa hidráulica



Fuente: el estudio

En el armado, se vigiló que el operario al momento de colocar el interior sobre la chapa, esta no tuviera ningún cuerpo extraño que ocasione marcación en la lámina. Se revisó que el interior se colocara con una separación entre sí de por lo menos medio centímetro y que el interior que presentó grietas en los extremos no fuera a ocasionar daños en la lámina. En el prensado se supervisó la limpieza de los platos de la prensa, temperatura entre 120°C y 150°C, presión de 1300 lbs. De presión y un tiempo de 4 minutos. Por otro lado, a las láminas que presentaron grietas se les proporciono una cantidad de resane teniendo en cuenta el color de la madera.

3.2.9 Escuadrado Se coordinó que el operario tomará como máximo 7 láminas de 4 mm de espesor, donde la lámina que queda contra la cuchilla permaneciera de espaldas, y en alineación correcta y que sus cortes quedaran en ángulo recto, además de ser clasificadas según sus dimensiones priorizando las requeridas por despachar.

3.2.10 Lijadora Se supervisó que las láminas fueran lijadas por la espalda con lija de grano 80 y en la cara con lija grano 100, 150 y 220, cuidando que las láminas no se pelen y queden manchadas, se clasificaron como lámina de primera, de segunda, recorte y orbital; se agruparon y fueron introducidas en el inventario. (Ver figura 9)

Figura 9. Lijadora de banda



Fuente: el estudio

3.2.11 Despacho Se corroboró los datos del conductor y del vehículo, dirección de envío y nombre del almacén. Además el material fue contado y verificado tanto por el conductor como el despachador. Los datos son almacenados en una remisión que se entregó al almacén y que permanece en los archivos de la empresa.

3.3 DETERMINACION DE LOS RENDIMIENTOS DE LA PRENSA

Inicialmente se realizó una planificación general de todas las actividades para determinar los rendimientos de la prensa. Esta planificación permitió la elaboración de un modelo metodológico que consistió en estudiar informes del funcionamiento de sistemas de producción de triplex, con estos datos se diagramaron los movimientos que permiten determinar los ciclos de funcionamiento, por lo tanto se procedió a la medición del rendimiento utilizando un cronómetro y consignándose en una planilla de datos, para luego determinar las causas de la pérdida de este.

3.3.1 Toma de tiempos.

3.3.1.2 Tiempos productivos. Se referenciaron los datos obtenidos tomando los promedios diarios en los cuales los equipos están operando normalmente y está siendo productivo.

3.3.1.3 Tiempos improductivos. Se referenciaron los datos obtenidos, tomando los promedios diarios en los cuales los equipos no están operando normalmente, y se determinó las causas que alteran el rendimiento de la producción de triplex.

3.3.2 Diagramación de los movimientos rutinarios de los equipos y determinación de los ciclos.

3.3.2.1 Determinación del tamaño de la muestra. Para saber el tamaño de la muestra primero se realizó un pre muestreo con una prueba piloto de 30 observaciones, con las cuales se pretendía conocer las características del ciclo productivo de la prensa hidráulica usada para la fabricación de triplex, donde se registraron tiempos totales por ciclo, para cada uno de ellos (Anexo L). Con los datos obtenidos se realizó el cálculo del tamaño de la muestra, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{s^2 z^2}{E^2}$$

Donde se definió trabajar a un nivel de confianza del 95% y con un error 0.3 minutos, Los datos a remplazar son los siguientes:

n = Numero de observaciones necesarias para un dato confiable

s^2 = Varianza.

Z = Valor de distribución de t, correspondiente a un 95% de confiabilidad.

E = Error permisible 0.3 minutos.

Para la realización del estudio de tiempos se empleó el método denominado **El cronometraje acumulado**. Mediante un cronometro se registro el tiempo empleado de cada actividad en cada procedimiento dentro de un ciclo de producción. Al empezar cada jornada de trabajo se da inicio el cronometraje, estos datos se anotaron en la planilla de tiempos (Anexo M).

Se tomaron datos como: tiempos productivos, tiempos improductivos y tiempos improductivos no programados.

3.3.3 Estudio de movimientos. Para este estudio se realizó un diagrama de movimientos, con una representación grafica de las secuencias dentro de un ciclo, identificando mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

3.3.4 Rendimientos. Se procesó la información recogida y se calculó la eficacia de la prensa hidráulica para la fabricación de triplex de la siguiente manera:

$$Eficacia = \frac{Rendimiento..real}{Rendimiento..ideal} * 100$$

3.4 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ALTERAN EL RENDIMIENTO EN LA PRENSA HIDRÁULICA

Se realizó un seguimiento durante seis meses (mayo a octubre de 2009) a la prensa para la producción de triplex, en el que se tuvo en cuenta cantidad de producción que se llevaba a diario por cada operador, para tener presente el funcionamiento diario de la prensa. Con esta información se determinaron las causas por las cuales disminuía el rendimiento de la prensa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ORGANIZACIÓN DE LAS SECUENCIAS DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

4.1.1 Elaboración de formatos para el control de producción. Con la elaboración de formatos se pudo organizar la producción de acuerdo a los pedidos.

4.1.2 Inventarios. Con el inventario que se realizó al inicio del trabajo se determinó la cantidad de material existente permitiendo identificar las cantidades a producir y así no sobre producir este material tanto interior como chapas.

4.1.3 Mantenimiento máquinas (prensa y lijadora.). Con el mantenimiento de la prensa y de la lijadora se disminuyeron las fallas mecánicas debido a que este mantenimiento preventivo se realizó durante el periodo de estudio, lo cual permitió que la producción en estas máquinas no se viera afectada y ocasionara bajos rendimientos.

4.2 COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE TRIPLEX

4.2.1 Recepción de material. Se determinó la madera adecuada para la producción de triplex, supervisando que los operarios realizaran correctamente la medición de las trozas y la revisión de sus defectos, logrando mejor calidad de las chapas producidas por la empresa.

4.2.2 Desenrollado de la madera. Al supervisar este proceso se impidió el desperdicio de material y su manipulación indebida, además se programó el corte del material desenrollado para evitar que se manchara, aumentar la calidad de la lámina y disminuir el porcentaje de láminas defectuosas.

4.2.3 La guillotina. Se mejoró el corte y su calidad y se supervisó que el material fuera aprovechado al máximo, es decir, que el material fuera cortado lo más ancho posible.

4.2.4 Enchapillado en húmedo y en seco. Se aumentó la rigurosidad de este proceso, evitando que se pasara material con defectos a la prensa.

4.2.5 Preparación del pegante. En esta actividad se revisó que la preparación se realizara con la formulación planteada en la metodología y se formuló la preparación del pegante diario, para no detener el trabajo normal, como ocurría antes de esta pasantía, donde el pegante era desperdiciado o se terminaba en plena actividad laboral del día.

Cuadro 4. Formulación para preparación de pegante diario

Cantidad (Kg.)	Insumos
70	Urea formaldehido
30	Harina
23	Agua
0.225	Catalizador

Fuente: el estudio

4.2.6 Determinación de impregnación.

4.2.6.1 Calculo de impregnación por lámina. Láminas prensadas con 4 tambores de resina urea formaldehido 1040kgr (260 kg. por cada tambor)

Cuadro 5. Cantidad de láminas producidas por 4 tambores

Dimensiones láminas (mts)	Cantidad de laminas
0.72*2.10	1159
0.82*2.10	1627
0.92*2.10	640
Total	3426

Fuente: el estudio

De acuerdo al Cuadro anterior se tiene que la cantidad total de láminas posibles de prensar con una cantidad de 1040 Kg. de resina urea formaldehido fueron 3426 laminas, para un tiempo estimado de dos semanas laborales.

Cuadro 6. Área en m² de una lámina

Dimensiones (mts)	Área en m ²	Cant. láminas	Área total láminas
0,72*2.10	3,52	1159	4080
0,82*2.10	3,83	1627	6231
0,92*2.10	4,3	640	2752
TOTAL			13.063

Fuente: el estudio

Según la Cuadro 6, el área total prensada con los 1040 kg. De resina es de 13.063 m².

4.2.6.2 Calculo impregnación de pegante por m².

Cuadro 7. Cantidad de insumos utilizados

Insumos	Cantidad (kg.)
100% de resina (urea formaldehido)	1040
40% de harina	416
30% de agua	312
3% de catalizador	3,12
TOTAL	1771,12

Fuente: el estudio

Según el Cuadro 7 el total de kilogramos de la formulación usado es de 1771 kg, (1771000 gr.) por lo tanto para determinar la impregnación en gr. por m² se utilizó la cantidad de insumos utilizados en gramos dividido el área total prensada (13.063m²).

$$1.771.000/13063m^2 = 135gr/m^2$$

De acuerdo al anterior valor de la fórmula podemos determinar la cantidad de pegante que se requiere preparar para la producción de láminas que se requieran.

4.2.7 Programación del día de trabajo. Como no siempre hay un flujo continuo de materia prima, la programación del trabajo se realizó diariamente, se planeó los pedidos teniendo en cuenta las existencias y calculando lo que faltaba para completar los pedidos.

El trabajo diario se programó de la siguiente manera: mientras se calentaba la prensa que en promedio es de 2 horas, los operarios se dedicaban a escuadrar las laminas prensadas del día anterior, si no se había prensado el día anterior se

dedicaban a hacer el aseo de los sistemas de extracción de la escuadradora y limpiaban los platos, además se preparaba el pegante y se organizaba el material que se iba a prensar tanto de interior como de chapas de acuerdo a la necesidad del despacho y teniendo en cuenta la prioridad de la medida. Si en el día anterior quedaban láminas por lijar, se realizaba este proceso y si había material recién desenrollado se tenía que enchapillar para evitar que las chapas se mancharan. En la actividad de secado se le informaba al operario cual era el material que se necesitaba con prioridad, para tenerlo presente en el inventario.

4.2.8 Durabilidad de la lija. Se llevó el registro de láminas lijadas con la lija No. 100 desde su primer día de trabajo hasta terminar su vida útil, obteniéndose que con una banda se puede lijar aproximadamente 3077 láminas.

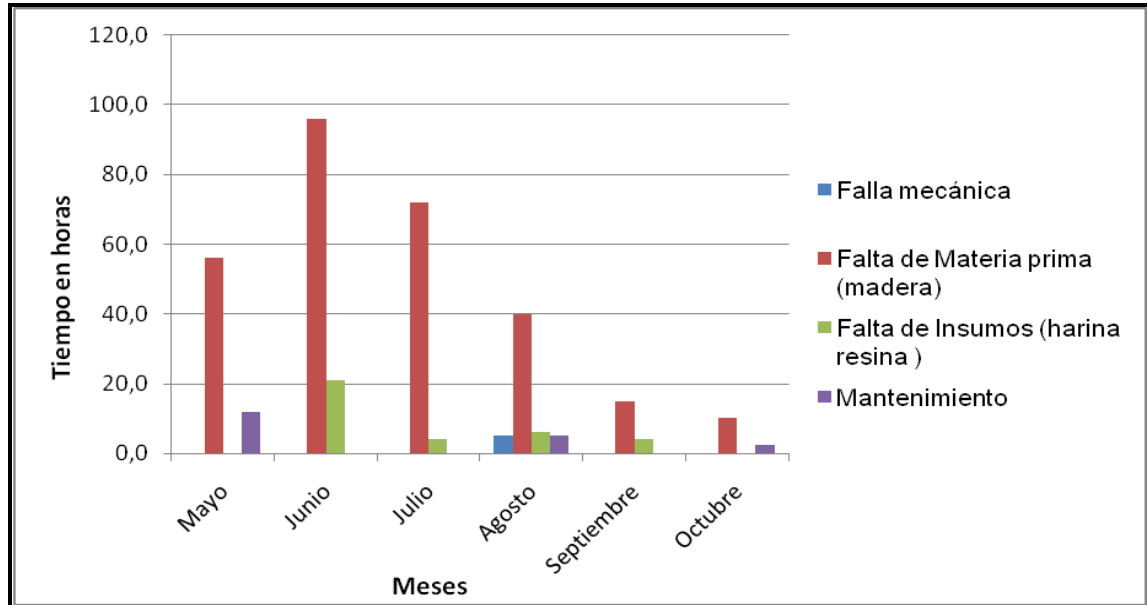
4.2.9 Despacho. Para esta actividad se exigió que los transportadores llevaran su grupo de trabajadores para realizar el cargue, debido a que en ocasiones se requería ayuda de los operarios de la prensa ocasionando que el trabajo fuera interrumpido y se revisó que el material no estuviera maltratado al momento del cargue.

4.3 DETERMINACION DEL RENDIMIENTOS DE LA PRENSA.

4.3.1 Prensa hidráulica. Descripción del sistema operativo, para este proceso se requieren tres personas las cuales cumplen las siguientes funciones: La primera persona es el encargado de introducir el interior por la encoladora para que se impregne de pegante siempre teniendo en cuenta la medida de la lamina que se está trabajando, la segunda persona es el encargado de armar la lamina colocando una chapa con la espalda hacia arriba y recibiendo el interior encolado posicionándolo perpendicular a las fibras de la chapa y por último el auxiliar es el encargado de preparar el pegante, alimentar la caldera para que siempre este en el rango de temperatura, del tiempo de prensado, bajar laminas y resanar la lámina.

4.3.1.1 Causas por las cuales disminuye el rendimiento de la prensa hidráulica. Se determino que en los meses de junio y julio se presento la mayor pérdida de tiempo 116.8 horas y 76 horas respectivamente, esto debido a que no había materia prima disponible y el mes que menos tiempo perdido presento fue el de octubre con 12.3 horas (Figura 10).

Figura 10. Tiempos improductivos de la prensa hidráulica para un periodo de seis meses



Fuente: el estudio

Cuadro 8. Tiempos perdidos en horas en un periodo de seis meses

Descripción tiempos improductivos	Tiempo perdido		Porcentaje (%)
	Horas	Meses	
Falla mecánica	5.0	0.024	1.4
Falta de Materia prima (madera)	289.0	1.38	83.0
Falta de Insumos (harina ,resina)	34.8	0.16	9.99
Mantenimiento	19.3	0.09	5.54
Total	348.1	1.67	100

Fuente: el estudio

El cuadro 8 muestra que Falta de Materia prima (madera) con 289 horas es la causa por la cual el equipo pierde más tiempo, equivalente a 1.38 meses y un 83% del total de tiempo improductivo, seguido del tiempo perdido por la Falta de Insumos (harina, resina) con 34.8 horas, que equivale 0.16 meses y un 9.99% del total del tiempo perdido, seguido del tiempo perdido Mantenimiento con 19.3 horas, que equivale 0.09 meses y un 5.54% del total del tiempo perdido y las Fallas mecánicas es la menor con 5.0 horas equivalente a 0.024 meses y un 1.4% del total de tiempo improductivo. El tiempo improductivo total fue de 348.1 horas, lo

que quiere decir que en un periodo de seis meses se pierde 1.67 meses equivalente al 27.83 % del total del periodo evaluado.

Cuadro 9. Costos en miles de pesos por tiempos improductivos de la prensa hidráulica para un periodo de seis meses por operario

Descripción tiempos improductivos	Horas	valor hora miles	Cant. de laminas no producidas en este tiempo	valor para cada operario			Valor total
				Encolador	Armador	Auxiliar	
Falla mecánica	5	2942,9	125	\$14.714	\$14.714	\$14.714	\$44.142
Materia prima madera	289	2942,9	7225	\$850.498	\$850.498	\$850.498	\$2.551.494
Insumos harina resina	34.8	2942,9	870	\$102.412	\$102.412	\$102.412	\$307.236
Mantenimiento	19.3	2942,9	482.5	\$56.797	\$56.797	\$56.797	\$170.391
Total	348.1		8702	\$1.262.296	\$1.262.296	\$1.262.296	\$3.073.263

Fuente: el estudio

El cuadro 9 muestra las pérdidas de la empresa causadas por tener el equipo parado, el tiempo improductivo es de 348.1 horas durante el periodo de estudio, si se tiene en cuenta que la prensa hidráulica tiene su cuota estándar de producción en 5200 laminas mensuales, 200 laminas día y 25 laminas hora, de esto podemos decir que en las 348.1 horas improductivas se dejaron de producir 8702 laminas referentes a 1.67 meses de producción de este equipo esto equivale a \$1.262.296 pesos ,referentes a salarios del encolador, armador y auxiliar respectivamente, sumando un total de 3.073.263 pesos perdidos en seis meses .

4.3.2 Diagramación de los movimientos y determinación de los ciclos para el proceso de prensado.

4.3.2.1 Determinación del tamaño de la muestra. Se realizó un pre muestreo con una prueba piloto de 30 observaciones. Arrojando los siguientes datos:

Dato Máximo: 8.92 min.

Dato Mínimo: 6.32 min.

S^2 : 0.53

Para el cálculo del número de observaciones que se deben realizar en el estudio utilizamos la siguiente fórmula.

Donde se definió trabajar a un nivel de confianza del 95% y con un error 0.3 minutos.

Los datos a reemplazar son los siguientes:

$$s^2 = 0.53$$

$$Z = 1.6991$$

$$E = 0.3 \text{ min}$$

Por lo tanto:

$$n = \frac{(0.53)(1.6991)^2}{0.3^2} = 17,00 \cong 17 \text{ Observaciones}$$

Por tanto se tienen que realizar 17 observaciones.

4.3.2.2 Estudio de tiempos por cronómetro. Para el estudio de tiempos por cronómetro se realizaron 17 observaciones. El estudio muestra los siguientes datos:

4.3.2.3 Tiempo de encolado. Representa el 16% del tiempo total del ciclo que es decir, 1.17 minutos, el tiempo de encolado depende de la calidad del interior y de su ancho debido a que entre más ancho menos cantidad se deben encolar .

4.3.2.4 Tiempo de armado. Representa el 27% del tiempo total del ciclo, es decir, 1.9 minutos, Generalmente los tiempos de armado se aumentan si el interior encolado es muy delgado y si el interior está tostado o con ondulaciones del secado.

4.3.2.5 Tiempo de prensado. Ocupa un porcentaje de 50%, es decir 3.7 minutos los tiempos varían ya que en ocasiones el operario se olvida de iniciar el cronómetro o se baja la temperatura de la caldera.

4.3.2.6 Tiempos de bajar las láminas. Se tiene un porcentajes de 2.94%, es decir 0.21 minutos, la incidencia del tiempo se aumenta cuando este operario se encuentra en la caldera.

El estudio se realizó para láminas de 0.72, 0.82 y 0.92; prensando 3 laminas por ciclo. Se determinó que el ciclo promedio para la prensa hidráulica es:

Ciclo = encolado 1.17+armado 7.29+prensado 3.7+bajar laminas 0.21 = 7.1 minutos.

Para estos datos promedio se calculó el número de laminas por día a sí: 360 min / 7 min/ciclo= 51 ciclos/día

51 ciclos/día * 3 laminas =153 Láminas/día

4.3.3 Descripción de los tiempos

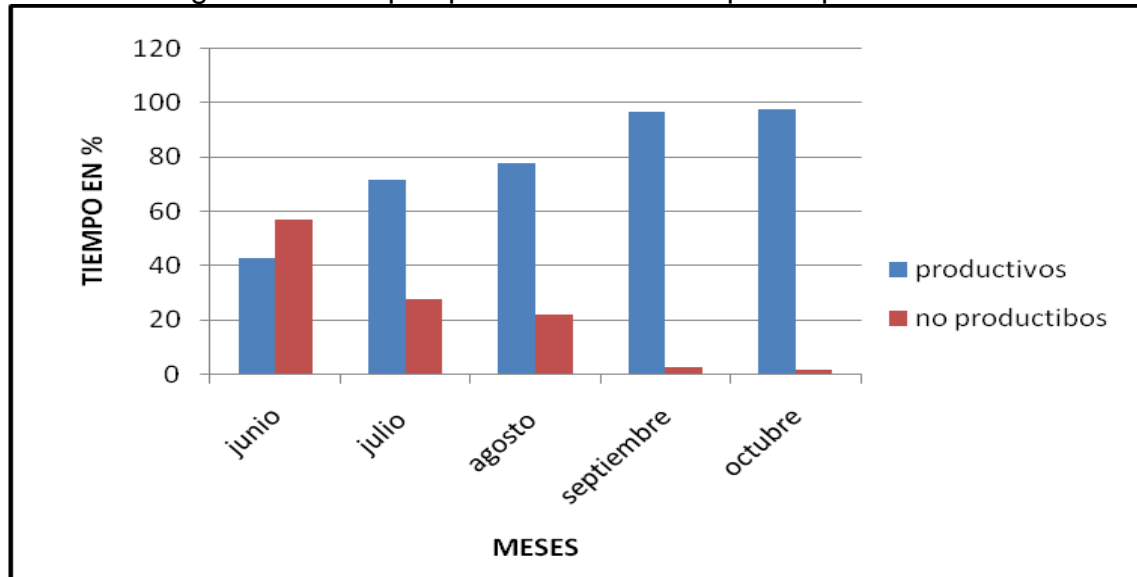
Cuadro 10. Tiempos productivos e improductivos

Periodo analizado mayo a octubre de 2009		(%)
Días periodo:180	Horas periodo: 1440	
Días hábiles:146	Horas hábiles: 1168	
Días efectivos: 102	Horas Efectivas: 816	
Días perdidos: 43.41	Horas perdidas: 347.28	Meses perdidos: 1.67 29.73

Fuente: el estudio

El cuadro 10 muestra que durante los 180 días que duró el estudio, 146 fueron hábiles, siendo realmente productivos 102 días, los tiempos improductivos corresponden a 43.41 días equivalente al 29.73 %, teniendo una efectividad del 70.27%. Los tiempos improductivos se dividen en dos; tiempos no productivos programados o suplementarios y tiempos no productivos no programados. En este sentido, se puede observar que el mes de octubre, fue el mes con mayor productividad (Figura 11).

Figura 11. Tiempos productivos Vs tiempos improductivos



Fuente: el estudio

4.3.3.1 Tiempos no productivos programados o suplementarios (TNPP). Del total del tiempo improductivo (43.41 días) el 5.55% equivale a TNPP. El total del TNPP es de 2.41 días que corresponde a mantenimiento de los equipos.

4.3.3.2 Tiempos perdidos no programados (TPNP). Ocupa el 94.43% del total del tiempo improductivo. El total de los TPNP es de 41 días, distribuidos de la siguiente manera 36.12 días por falta de materia prima (madera), 4.35 días por falta de insumos (harina, resina) y 0.625 días no productivos por fallas mecánicas.

Cuadro 11. Relación de tiempos perdidos no programados (TPNP)

Periodo analizado mayo a octubre de 2009		(%)
Descripción de TPNP	Días	
Falla mecánica	0.625	1.5
Materia prima madera	36.12	88.09
Insumos harina resina	4.35	10.60
Total	41	100.0

Fuente: el estudio

El cuadro 12 muestra que los tiempos productivos ocupan un 70.29% y los improductivos el 29.91% distribuido de la siguiente manera; el 28.25% referido a tiempos perdidos no programados (TPNP) y el 1.66% a tiempos no productivos programados (TNPP).

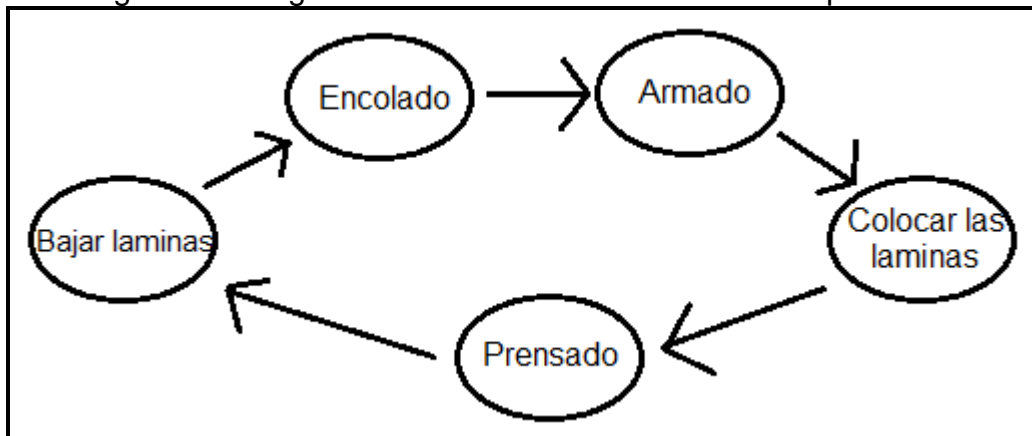
Cuadro 12. Distribución de tiempos productivos e improductivos

Descripción de tiempos	Días	Porcentaje (%)
Productivos	102.0	70.29
TNPP	2.41	1.66
TPNP	41.0	28.25
Total	145.41	100

Fuente: el estudio

4.3.3.3 Estudio de movimientos: Descripción de los movimientos (Ciclo de prensado)

Figura 12. Diagrama de movimientos en un ciclo de prensado



Fuente: el estudio

Operación 1: es el movimiento de introducir el interior por medio de los rodillos de la encoladora para luego ser recibidos por el armador

Operación 2: Este movimiento se registra a partir del momento en que el armador recibe el interior encolado y lo posiciona transversalmente a la chapa y posteriormente se coloca otra chapa encima

Operación 4: Este movimiento se inicia desde el momento en el que la prensa baja los platos se posiciona la lámina en los platos y se prensa por un periodo de tiempo

Operación 3: Este movimiento comienza desde el momento que empiezan a bajar los platos y termina cuando se han bajado todas las láminas

Cuadro 13. Cursograma analítico de los movimientos

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA PRENSA						
Descripción de la operación: ciclo de la prensa. En este diagrama se presenta la trayectoria que sigue el equipo de producción de triplex durante un ciclo de producción.						
Operación ○ Transporte ⇨ Inspección □ Demora D Almacenamiento ▽						
ACTIVIDAD	○	⇨	□	D	▽	COMENTARIOS
Movimiento de introducir de interior por medio de los rodillos de la encoladora para luego ser recibidos por el armador	X		X			Se debe inspeccionar el material para ser utilizado.
Este movimiento se registra a partir del momento en que el armador recibe el interior encolado y lo posiciona transversalmente sobre chapa y posteriormente coloca otra chapa encima transversalmente	X		X			Se debe tener en cuenta que el interior no quede montado
Colocar la lámina en la prensa		X				Verificar que no hallan cuerpos extraños en los platos
Prensado	X					Revisar tiempo y presión
Bajar láminas					X	Revisar la calidad

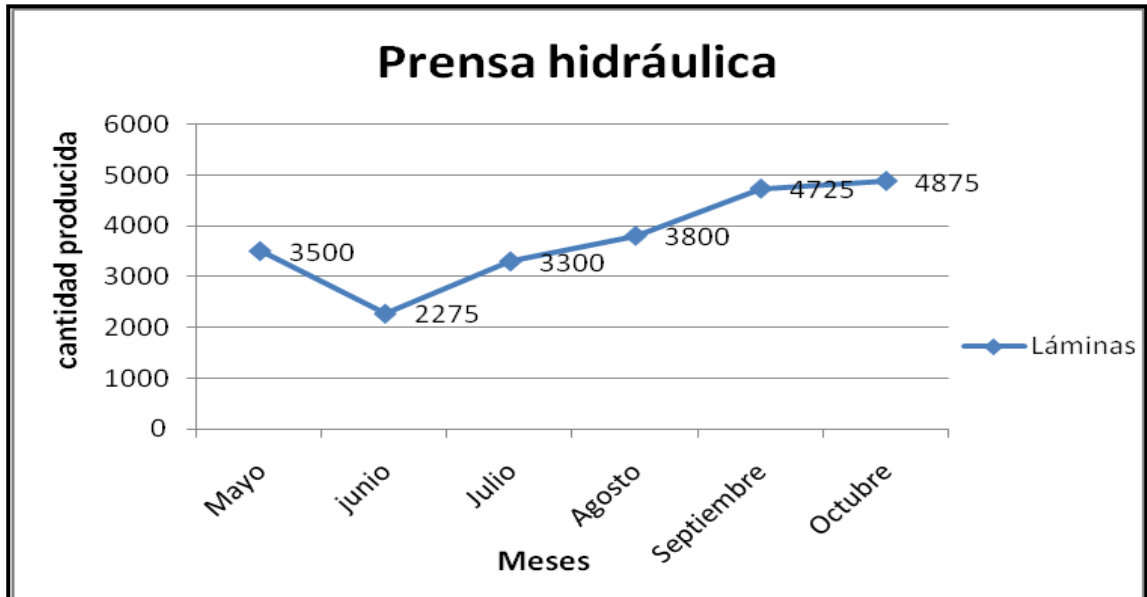
Fuente: el estudio

4.3.3.4 Rendimiento. El rendimiento ideal de la prensa es de 25 laminas hora, 200 laminas día y 5200 laminas mensuales, el estudio se realizó por seis meses. El rendimiento ideal para este período será 31.200 láminas.

La Figura 13 muestra el rendimiento de la prensa hidráulica, y arroja la siguiente información; en el mes de junio la producción de láminas fue más baja debido a la falta de materia prima y en el mes de octubre se produjeron mayor cantidad de láminas ya que en este mes no hubo pérdida de tiempo.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Ideal}} * 100 = \frac{22475 \text{ laminas}}{31200 \text{ laminas}} * 100 = 72.03 \%$$

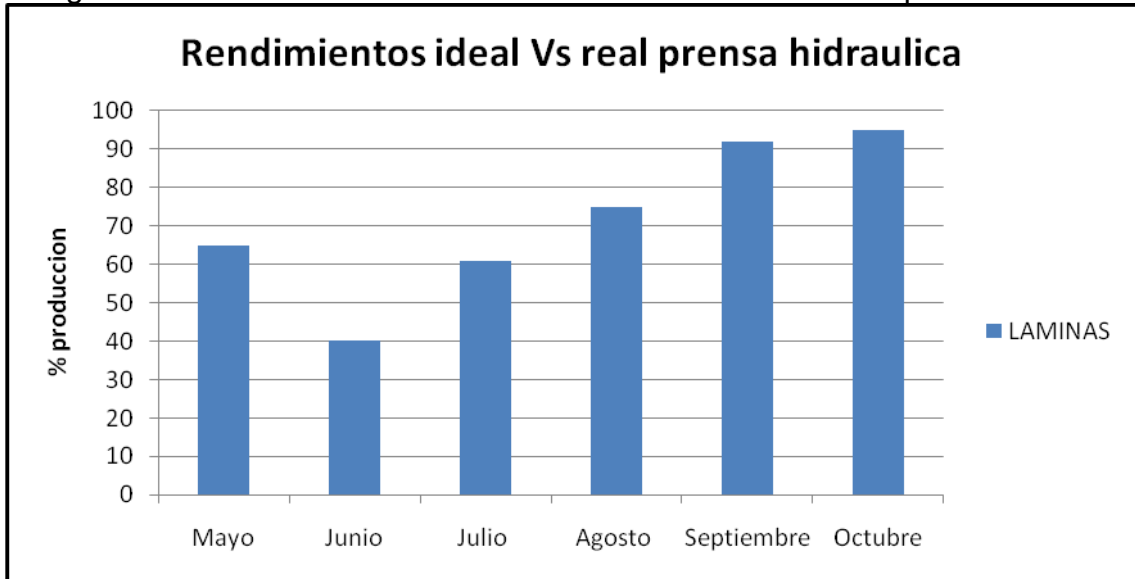
Figura 13. Gráfico de rendimientos de la prensa hidráulica



Fuente: el estudio

El Figura 14 muestra el rendimiento ideal frente al rendimiento real que obtuvo la prensa hidráulica, el promedio es de 3745 láminas mensuales; Perdiendo aproximadamente 1455 laminas al mes.

Figura 14. Gráfico del rendimiento ideal vs rendimiento de la prensa hidráulica



Fuente: el estudio

Cuadro 14: Análisis de producción de la prensa hidráulica

Descripción de los tiempos	Ideal	Real	Diferencia	Perdida (meses)	Porcentaje (%)
Horas disponibles	1168	1168	0	0	
Horas laboradas	1168	816	(352)	1.67	30.13
Laminas producidas	31200	22475	(8725)	1.67	27.96
laminas hora	25	22	3	0.0005	12.00

Fuente: el estudio

El cuadro 14 muestra que la prensa hidráulica estuvo disponible 1168 horas, se laboraron 816 horas que representa un 70.29%, teniendo 352 horas perdidas es decir 1.67 meses, con un rendimiento de 22475 laminas , perdiendo 8725 laminas representando 1.67 meses de trabajo con un 27.96 %, relacionando el número de horas laboradas por número de laminas producidas, se concluye que el rendimiento es de 22 laminas hora, estando por debajo del rendimiento ideal por

hora para este equipo, pero se puede ver que el rendimiento de la maquina puede verse afectado si se supera estos tiempos perdidos

4.5 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ALTERAN EL RENDIMIENTO DE LA PRENSA HIDRÁULICA

Después del seguimiento realizado a la prensa hidráulica se determinó que, la principal causa de pérdida de tiempo es la falta de materia prima (madera) debido al no abastecimiento constante de esta, ya que viene de lugares lejanos que pueden presentar inconvenientes que ocasionarían retraso en la producción, además en dos periodos del año el abastecimiento de madera es poco. Por lo cual es necesario un abastecimiento semanal de materia prima En la parte de insumos se presenta también un desabastecimiento de resina ya que el proveedor realiza despachos de acuerdo a los pedidos que se tengan y no se lleva un control del consumo y el sobrante de resina, por lo tanto se determinó el consumo de resina para controlar la cantidad de esta para ser utilizada y poder realizar los pedidos con anterioridad; además las fallas mecánicas ocasionan pérdida de tiempo por lo cual, es necesario ejecutar un mantenimiento preventivo de cada 2 meses.

5. CONCLUSIONES

La organización de las secuencias de operaciones del proceso de producción de triplex dentro de la empresa, permitió la consolidación de tres aspectos, la creación de formatos estándar para los principales puntos de control de la producción, el inventario general organizado y el establecimiento de una metodología sistemática para el mantenimiento de la maquinaria.

Se elaboraron 10 formatos para el control y manejo de los principales puntos de control como son la recepción de madera, orden de producción, producción de torno, procesado torno en interior, procesado en torno chapa, enchapillado en húmedo y en seco, prensado, escuadrado y despacho de material.

El inventario general realizado permitió un mejor desempeño y utilización del tiempo y espacio, lo cual proyecta a futuro mayor organización y eficiencia de la empresa.

El mantenimiento de la prensa y la lijadora, permitió la disminución de las fallas mecánicas y al mismo tiempo mejoró el tiempo productivo de trabajo.

El seguimiento y coordinación de las operaciones permitieron mejorar la calidad de la producción y notificar las principales deficiencias, así como establecer estándares de tiempo, materia prima, pegante, impregnación y rendimientos de la maquinaria y del personal.

Para la preparación diaria de pegante se estableció que las cantidades mas recomendadas son 70 Kg de Urea formaldehido, 30 Kg de harina, 23 Kg de Agua, 0.225 Kg de Catalizador.

La cantidad total de laminas posibles de prensar con una cantidad de 1040 Kg. de resina urea formaldehido (correspondiente a 4 tambores) fueron 3426 laminas, para un tiempo estimado de dos semanas laborales y un área total de 13.063 m².

El estudio detallado de la prensa hidráulica permitió determinar los tiempos improductivos y productivos de la maquina, estableciendo una efectividad del 70.27%, donde la falta de materia prima es la principal causa de pérdida de tiempo y de productividad en la empresa.

La Falta de Materia prima (madera) con 289 horas improductivas (88.09% del tiempo total improductivo, 1.38 meses) es la causa por la cual la prensa hidráulica pierde más tiempo, seguido por la falta de Insumos (harina, resina) con 34.8 horas (10.60% del total del tiempo perdido, equivalente a 0.16 meses). Las fallas mecánicas de la máquina representan la menor improductividad.

De acuerdo al tiempo total improductivo (348.1 horas) se proyecta que en un periodo de seis meses la empresa pierde 1.67 meses equivalente al 27.83 % del total del periodo evaluado.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda la sistematización general de todas las operaciones de producción, no solo de los puntos de control (formatos), sino de los inventarios, cronogramas de mantenimiento de maquinaria, compra de insumos y despachos lo cual permitirá una mayor fluidez, calidad, economía, abastecimiento de materia prima organizada y sobretodo excelencia en el producto final evitando las pérdidas registradas en este estudio.

Ya que la materia prima es el principal problema causante de la improductividad de la empresa, se sugiere dar una apertura a un portafolio de negocios con fuentes proveedoras regionales, que permitan tener un flujo constante de madera con periodos y cantidades establecidas, lo cual es un resultado de una buena organización y proyección en los negocios con los proveedores y compradores finales.

Se recomienda continuar con la metodología de coordinación y asistencia técnica en todos los procesos, actividades de producción, limpieza de la maquinaria, para lograr una estandarización de la producción de láminas y entrar cada vez más en el mercado de forma competitiva.

Es necesaria la asignación de una persona capacitada la cual planee y programe la producción siguiendo un ordenamiento lógico, sobre mantenimiento, supervisión y seguridad industrial calculando las necesidades de mano de obra, maquinaria y equipo.

La preparación del pegante se debe realizar en las cantidades y pesos adecuados para no tener inconvenientes de despegue y así evitar preparar mas pegante del necesario, además el interior debe ser revisado para que no esté descalibrado y con muchas ondulaciones que ocasionen la monta en la lámina.

Se sugiere llevar un registro estadístico financiero y de la producción para realizar proyecciones futuras y conocer con más detalle patrones de oferta y demanda del material.

Mantener organizado el interior, chapas, y laminas para facilitar su acceso y poder mantener contabilizado el material y actualizado el inventario.

Fabricar otro carro para facilitar el transporte de las láminas de la prensa a la escuadradora y lijadora ya que en ocasiones los que hay se encuentran ocupados con láminas.

La cinta húmeda se debe dejar secar durante un periodo de tiempo considerable para ser sacada la chapa al patio de secado logrando que no se despegue y se dañe el material por la manipulación.

Se recomienda que el material no se debe dejar mucho tiempo al sol ya que este puede perder demasiada humedad y presentar ondulaciones que ocasionan imperfecciones en el prensado. En el patio de secado no se debe extender material después de las 11 de la mañana ya que se presentan vientos fuertes que maltratan el material.

Los operarios del torno deben clasificar bien el material para evitar desperdicios, el interior se debe sacar lo más ancho posible para que en la guillotina no se desperdicie y rinda mas al momento de encolar.

Realizar continuamente un control de calidad de las láminas en la prensa, la escuadradora y lijadora, supervisando la presión, temperatura, tiempo de la prensa y que los operarios usen los implementos de seguridad en todos los procesos mejorar la calidad.

Es indispensable colocar llantas al momento del descargue de las trozas para evitar que estas se rajen, además, se debe revisar bien la madera para que en el momento de desenrollarla no tenga objetos metálicos que puedan dañar la cuchilla del torno.

Se recomienda aprovechar el interior que se desperdicia en el torno y la guillotina para la fabricación de módulos.

Se debe impedir que el armador deje el interior muy separado o muy cerca para que no se ocasione túneles y monta.

Para evitar pérdida de tiempo e improductividad se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada dos meses para toda la maquinaria.

La producción de láminas debe realizarse basándose en los pedidos para ofrecer un mejor servicio y cumplir a los clientes.

Se recomienda revisar periódicamente los extintores y el quipo de primeros auxilios así mismo capacitar a los operarios en caso de incendio.

Es conveniente calentar la prensa cuando se inicie el día de trabajo ya que esta se demora en calentar un periodo de tiempo considerable, de esta manera se tendría mayor tiempo de producción.

7. BIBLIOGRAFIA

ARCOS, Patricio y ALLEN, Javier. 2005, Fabricación de osb y contrachapado a partir de eucalyptus nitens: análisis del comportamiento en proceso.

CADENA, Max, " Tableros contrachapados, aprovechamiento total y versatilidad de uso", *El mueble y la madera*, Rev. 42, art 10.[disponible en Disponible en línea, 3 de Enero de 2009 www.revista-mm.com/rev42/art10.htm]

CONAMA .2006, Sistema de evaluación de impacto ambiental, gobierno de Chile. Proceso de elaboración de tablero contrachapado. [Disponible en línea, 3 de Enero de 2009.].

www.eseia.cl/archivos/Anexo_3_Descripcion_proceso%ciado_y_estimacion_emisiones.pdf

GALLAUZIAUX, Thierry y FEDULLO. 2001, David. Bricolaje carpintería. paraninfo S A 105-107 y 211-215 p. ISBN 84-283-2783-1.

GARCIA, Roberto. 2006, La madera apta para desenrollado. MEDANITO S.A. 115 p

HAYWARD, Charles. 1990, Carpintería y ebanistería prácticas. 7 ed. Puresa S.A. Ceac S.A. 153-162 y 193 p. ISBN 0-237-447940.

JOHNSTON, David. 1999, Biblioteca de la madera y el mueble. La madera clases y características. Ceac S.A. 40-134 p. ISBN 84-329-7516-8.

STELL, R; TORRIE. J 1992, Bioestadística: Principios y procedimientos, Mc Graw Hill, México,.

STREFFORD, John y McMURDOC, Guy. 2003, Manual de carpintería.. limusa S.A. 29-32 y 101-104 p. ISBN 968-18-1771-0.

VIGNOTE, Santiago y JIMÉNEZ, Francisco.2000 Tecnología de la madera. 2 ed. V.A. impresores S.A. Mundi-prensa. 441-471 p. ISBN 84-7114-665-7.

NIEBEL, Benjamin. 1996, Ingeniera industrial.Metodos,tiempos y movimientos. alfaomega S.A. 13-28,191-232 y 364-402 p. ISBN 958-682-076-9

ANEXOS

ANEXO A

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
RECEPCION DE MADERA

FECHA: D__ M__ A__

TURNO: M__ T__

TRANSPORTADOR: _____

Nº SALVOCONDUCTO: _____

CANTIDAD: _____

PROCEDENCIA: _____

Especies: _____

#	Ø MAYOR	Ø MENOR	LONG	PULG	PIEZAS	OBS	#	Ø MAYOR	Ø MENOR	LONG	PULG	PIEZAS	OBS
1							53						
2							54						
3							55						
4							56						
5							57						
6							58						
7							59						
8							60						
9							61						
10							62						
11							63						
12							64						
13							65						
14							66						
15							67						
16							68						
17							69						
18							70						
19							71						
20							72						
21							73						
22							74						
23							75						
24							76						
25							77						
26							78						
27							79						
28							80						
29							81						
30							82						
31							83						
32							84						
33							85						
34							86						
35							87						
36							88						
37							89						
38							90						
39							91						
40							92						
41							93						
42							94						
43							95						
44							96						
45							97						
46							98						
47							99						
48							100						
49							101						
50							102						
51							103						
52							104						

ANEXO B

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
ORDEN DE PRODUCCIÓN

Orden de producción N^o: _____ N^o salvoconducto: _____

Fecha: _____ procedencia: _____

Especies: _____

Longitud de la banda: _____

Medida del ancho del interior: _____

Nombre del tornero: _____

Firma: _____

ANEXO C

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
PRODUCCIÓN DE TORNO

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especies: _____

CHAPA

DIMENSIONES mts	CANT	VOL m ³
0.85X2.10		
0.95X2.10		
1.05X2.10		
1.15X2.10		
1.40X2.10		

INTERIOR

DIMENSIONES mts	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85
0.77							
0.87							
0.97							

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO D

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
PROCESADO TORNO EN INTERIOR

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especies: _____

ANCHO DEL INTERIOR mts

	0.25	VOL	0.35	VOL	0.45	VOL	0.55	VOL	0.65	VOL	0.75	VOL	85
0.55													
0.75													
0.80													
0.87													
1.00													
1.15													
1.20													

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO E

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
PROCESADO TORNO EN CHAPAS

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especies: _____

	Ancho mts					TOTAL
	0.90	1.00	1.10	1.20	1.40	
CANTIDAD						
VOL M3						

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO F

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
ENCHAPILLADO EN HUMEDO Y EN SECO

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especies: _____

ENCHAPILLADO EN HUMEDO

DIMENSION mts	CARAS	ESPALDAS	TOTAL
0.85			
0.95			
1.05			

ENCHAPILLADO EN SECO

DIMENSION mts	CARAS	ESPALDAS	TOTAL
0.85			
0.95			
1.05			

PERDIDAS EN SECO

DIMENSIONE mts	CANTIDAD	TOTAL
0.85		
0.95		
1.05		

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO G

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
PRENSADO

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especies: _____

TAMAÑO mts	CALIBRE mm	CANT	TOTAL
0.72X2.10			
0.82X2.10			
0.92X2.10			
1.02X2.10			
1.22X2.10			

Nº DE LÁMINAS DEFECTUOSAS: _____

Nº DE PREPARADAS: _____

Nº DE LÁMINAS PRENSADAS: _____

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO H

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
ESCUADRADO

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especie: _____

TAMAÑO mts	CALIBRE mm	CANT	TOTAL
0.72X2.10			
0.82X2.10			
0.92X2.10			
1.02X2.10			
1.22X2.10			

Nº DE LÁMINAS DEFECTUOSAS: _____

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO J

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
LIJADO

Fecha: D ___ M ___ A ___

Operario: _____

Turno: _____

Procedencia: _____

Nº Orden de producción: _____

Especie: _____

TAMAÑO mts	CALIBRE mm	CANTIDAD						
		RECORTE			ORBITAL	SEGUNDA	PRIMERA	TOTAL
		0.65	0.72	0.82				
0.72X2.10								
0.82X2.10								
0.92X2.10								
1.02X2.10								

FIRMA DEL OPERARIO

ANEXO K

PROTRIPLEX LTDA.
NIT 900.214.117-7
DESPACHO DE MATERIAL

PEDIDO N_o.	FECHA	SEÑOR(ES)
CIUDA DESTINO	TELEFONO	DIRECCIÓN
PLACA N_o	MARCA	TRASPORTADOR CC. N_o
REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO
DESPACHADO POR	TRASPORTADO POR	RECIBIDO POR

NOTA: MATERIAL CONTADO Y VERIFICADO POR EL CONDUCTOR DEL VEHÍCULO, CUALQUIER PÉRDIDA O DAÑO SERA RESPONSABILIDAD DEL MISMO

ANEXO L

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

NUMERO DE DATOS	TIEMPO EN MINUTOS DEL CICLO EN LA PRENSA
1	6,32
2	6,4
3	6,4
4	6,52
5	6,55
6	6,57
7	7,2
8	7,23
9	7,24
10	7,24
11	7,25
12	7,25
13	7,25
14	7,32
15	7,34
16	7,35
17	7,38
18	7,5
19	7,5
20	7,57
21	7,67
22	7,92
23	8,12
24	8,13
25	8,43
26	8,45
27	8,53
28	8,54
29	8,75
30	8,92
VARIANZA	0,537936
TAMAÑO DE MUESTRA	218,52
PROMEDIO	7,284
MINIMO	6,08
MAXIMO	8,92

ANEXO M

PLANILLA DE TIEMPOS

ciclo	tiempo productivo min				tiempo improductivos min		Tiempo min	cantidad
	encolar	armado	prensado	bajar lamina	disminución de temperatura	otro	total	laminas
1	1,13	2,41	3,75	0,21			7,5	3
2	1	1,15	3,75	0,19			6,44	3
3	1,11	1,16	3,65	0,2			6,56	3
4	1,2	2,1	3,75	0,22			7,27	3
5	1,3	2,31	3,75	0,23			7,59	3
6	1,28	2	3,55	0,19		0,55	7,57	3
7	1,11	1,8	4,4	0,22	1		8,53	3
8	1,21	1,9	3,22	0,22			6,55	3
9	1,21	2,15	3,75	0,22			7,33	3
10	1,3	2,2	3,55	0,18		0,7	7,93	3
11	1,11	1,6	3,6	0,2			6,51	3
12	1,2	2,1	3,75	0,22			7,27	3
13	1,2	2,21	3,59	0,22			7,22	3
14	1,21	1,9	3,22	0,22			6,55	3
15	1,11	1,8	4,6	0,22	1,2		8,93	3
16	1,28	2,24	3,85	0,4	1		8,77	3
17	1,48	2,24	3,7	0,25			7,67	3
Promedio	1,20	2,00	3,73	0,22			7,43	
Porcentaje	16,20	26,99	50,27	3,02			100%	