



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO,
MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA “MADERAS EL ALTO S.A.”**

Sergio Roberto Rizzo Cabrera

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, julio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO,
MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA “MADERAS EL ALTO S.A.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO ROBERTO RIZZO CABRERA

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

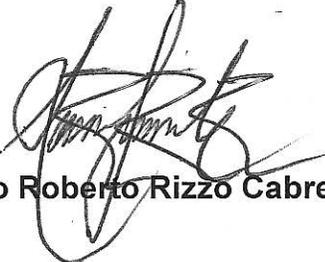
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Aliza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO,
MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A."**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de noviembre de 2008.



Sergio Roberto Rizzo Cabrera



Guatemala, 19 de noviembre de 2012.
REF.EPS.DOC.1526.11.12.

Ingeniera
Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Sergio Roberto Rizzo Cabrera**, Carné No. **200011539** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO, MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A.""**.

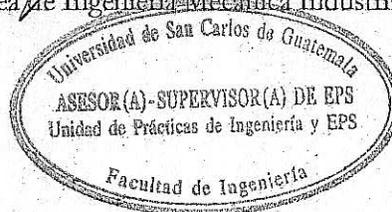
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batten Paquiver
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JFIBE/ra



Guatemala, 19 de noviembre de 2012.
REF.EPS.D.985.11.12

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO, MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A.""** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Sergio Roberto Rizzo Cabrera** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Aliza Calderón de León
Directora Unidad de EPS

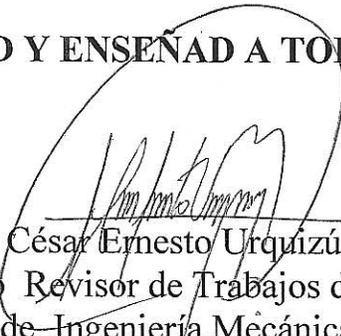


SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO, MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A."**, presentado por el estudiante universitario **Sergio Roberto Rizzo Cabrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.198.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO, MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A."**, presentado por el estudiante universitario **Sergio Roberto Rizzo Cabrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD, AGLOMERADO, MELAMINA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA EMPRESA "MADERAS EL ALTO S.A."**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio Roberto Rizzo Cabrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y la oportunidad de alcanzar el triunfo deseado.
- Mi madre** María Magdalena Cabrera. Por su amor, esfuerzo, sabios consejos, paciencia y dedicación.
- Mi hija** Diana Sofía Rizzo Yanes. Por ser el ángel que iluminó mi vida.
- Mi tío** Miguel Angel Cabrera. Por haber sido como un padre que me apoyó y guió en momentos difíciles y que aunque ya no está entre nosotros el triunfo alcanzado también es de él.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi madre

María Magdalena Cabrera. Por cada uno de los minutos de dedicación y esfuerzo que ha brindado a lo largo de mi vida.

Mi hija

Diana Sofía Rizzo Yanes. Por ser mi inspiración y darme el ánimo para alcanzar mis metas.

Mi amiga

Lady. Por los momentos tan felices que vivimos juntos, por enseñarme el significado de la nobleza, por ser mi amiga fiel e inseparable y que con tu dulzura hiciste olvidar los tragos amargos de la vida; nunca te olvidaré.

Ingeniero

Antonio Echeverría por su apoyo y ayuda en la realización de mi trabajo de graduación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS	XII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.2. Visión y Misión.....	2
1.3. Descripción de los productos	3
1.3.1. Aglomerado	3
1.3.2. Plywood	4
1.3.3. Melamina	5
1.4. Estructura organizacional	6
1.4.1. Organigrama.....	7
1.4.2. Descripción de puestos de trabajo	9
2. SITUACIÓN DEL PROCESO	13
2.1. Diagnóstico general	13
2.1.1. Identificación de problemas y deficiencias de la empresa.....	13
2.1.2. Análisis FODA de la empresa	14
2.1.3. Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de aglomerado.....	18
2.1.4. Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de plywood	20

2.1.5.	Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de melamina.....	22
2.1.6.	Análisis de pérdidas de material en los procesos ..	24
2.2.	Propuesta del manual de procesos	26
2.2.1.	Identificación	26
2.2.2.	Introducción.....	28
2.2.3.	Objetivos	29
2.2.4.	Línea de plywood	30
2.2.4.1.	Diagrama de operación.....	30
2.2.4.2.	Procesos.....	33
2.2.4.2.1.	Almacenamiento de materia.....	34
2.2.4.2.2.	Descortezado.....	39
2.2.4.2.3.	Tornos	42
2.2.4.2.4.	Guillotina.....	58
2.2.4.2.5.	Secadero	61
2.2.4.2.6.	Juntadora.....	69
2.2.4.2.7.	Armado y encolado	73
2.2.4.2.8.	Escuadrado	81
2.2.4.2.9.	Reparación y lijado	84
2.2.4.3.	Formatos	89
2.2.4.4.	Responsables	94
2.2.5.	Línea de aglomerado.....	94
2.2.5.1.	Diagramas de operación.....	95
2.2.5.2.	Procesos.....	97
2.2.5.2.1.	Almacenamiento de materia.....	98
2.2.5.2.2.	Chipeado	102
2.2.5.2.3.	Molido.....	105

	2.2.5.2.4.	Secado.....	112
	2.2.5.2.5.	Separación de partículas	118
	2.2.5.2.6.	Silos de capa interna y externa	120
	2.2.5.2.7.	Dosificación y mezcla de partículas.....	121
	2.2.5.2.8.	Formadora y prensa ...	128
	2.2.5.2.9.	Escuadrado y lijado	143
	2.2.5.3.	Formatos	166
	2.2.5.4.	Responsables	169
2.2.6.		Línea de melamina	170
	2.2.6.1.	Diagrama de operación	170
	2.2.6.2.	Procesos	173
	2.2.6.2.1.	Prensado.....	174
	2.2.6.3.	Formatos	178
	2.2.6.4.	Responsables	180
3.		PLAN DE CONTINGENCIA.....	181
3.1.		Análisis y evaluación de riesgos de incendio	181
3.2.		Formación del Comité de Seguridad.....	183
3.3.		Brigadas de emergencia	184
	3.3.1.	Estructura de la brigada	184
	3.3.2.	Funciones de las brigadas	185
	3.3.3.	Pautas para la brigada	188
	3.3.4.	Pautas para el personal de la planta	189
3.4.		Equipamiento.....	190
	3.4.1.	Métodos de protección	191

3.4.2.	Listado de elementos básicos de dotación para el botiquín de primeros auxilios	192
3.5.	Sistema de comunicación de emergencia	192
3.6.	Acciones de respuesta	193
3.6.1.	Plan de evacuación	193
3.6.2.	Incendios	193
3.7.	Capacitación de las brigadas	196
4.	FASE DE DOCENCIA-APRENDIZAJE	197
4.1.	Capacitación al personal	197
4.1.1.	Capacitación inicial	199
4.1.2.	Capacitación periódica	199
4.1.3.	Capacitación extraordinaria	199
4.2.	Programación de actividades	200
4.3.	Técnicas de evaluación	201
4.4.	Resultados	202
	CONCLUSIONES	203
	RECOMENDACIONES	205
	BIBLIOGRAFÍA	207

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Funcional MEASA	8
2.	Diagrama de Causa Efecto para la línea de aglomerado	19
3.	Diagrama de Causa Efecto para la línea de plywood.....	21
4.	Diagrama de Causa Efecto para la línea de melanina	23
5.	Logotipo de la Empresa	27
6.	Diagrama de operación de plywood.....	31
7.	Preparación de la troza	34
8.	Codificación de la troza.....	36
9.	Máquina descortezadora	39
10.	Panel de control de la descortezadora	41
11.	Torno Fezer	44
12.	Panel de entrada torno Fezer	45
13.	Panel de control izquierdo torno Fezer	46
14.	Panel de control derecho torno Fezer	47
15.	Torno Cremona.....	49
16.	Torno Chino.....	50
17.	Panel de control torno Chino.....	51
18.	Clipper o guillotina	59
19.	Secadero 1	61
20.	Secadero 2	62
21.	Gráfico de temperatura vs. velocidad secadero 1 para espesor de vista de 1 mm	63

22.	Gráfico de temperatura vs. velocidad secadero 1 para espesor de vista de 2.2 mm	64
23.	Panel de control secadero 3	67
24.	Panel de control secadero 2	67
25.	Panel de control secadero 1	68
26.	Máquina juntadora.....	70
27.	Panel de control de la guillotina Fezer	71
28.	Panel de juntadora transversal	72
29.	Encoladora	74
30.	Panel de encoladora	74
31.	Encendido de válvulas encoladora	75
32.	Máquina escuadradora.....	82
33.	Mesa de reparado de láminas	85
34.	Máquina lijadora	87
35.	Panel de control de la lijadora	88
36.	Formato para control de rendimiento del torno	90
37.	Formato para control de prensado	91
38.	Formato para ingreso de tarimas a encoladora	92
39.	Formato de salida de tarimas del secadero	93
40.	Diagrama de operación de aglomerado.....	95
41.	Patio de madera para aglomerado	98
42.	Máquina chipeadora.....	103
43.	Panel de control de la chipeadora grande	104
44.	Panel de control de la chipeadora pequeña.....	105
45.	Molino PZ14	106
46.	Panel para movimiento de tornillo de alimentador	108
47.	Panel de control del molino PZ14.....	109
48.	Depósito de madera verde	111
49.	Control de velocidad de vaciado de depósito	113

50.	Controles de corriente línea de secado.....	114
51.	Panel de control de la cámara de combustión	115
52.	Panel de control del tambor del secadero	116
53.	Máquina de secado	117
54.	Máquina separadora de capas.....	119
55.	Agitadores de catalizador	122
56.	Dosificadores de resina	122
57.	Balanzas de dosificación de madera.....	126
58.	Panel de control de dosificadores de resina.....	127
59.	Máquina formadora.....	129
60.	Prensa hidráulica	131
61.	Panel de salida de la prensa.....	134
62.	Control de prensado	135
63.	Panel de banda formadora	136
64.	Panel de formadora y encoladora	137
65.	Ajustes de banda y prensado.....	138
66.	Control de temperatura de platos.....	139
67.	Panel de control para capa interna	139
68.	Panel de control para capa externa	140
69.	Rueda de enfriamiento.....	142
70.	Máquina de escuadrado	144
71.	Panel de control de enfriado y escuadrado	146
72.	Máquina lijadora	148
73.	Panel de control de la lijadora.....	150
74.	Control de corriente de la lijadora	151
75.	Control de mesa de salida de la lijadora	152
76.	Control de mesa de entrada de la lijadora.....	154
77.	Formato de dosificación.....	167
78.	Formato para control de producción	168

79.	Formato para control de defectos de lijado.....	169
80.	Diagrama de operaciones de melamina	171
81.	Prensa para melamina	175
82.	Panel de control de la prensa para melamina.....	177
83.	Formato de producción de melamina	179
84.	Organigrama de la Brigada	185

TABLAS

I.	Propiedades del tablero de aglomerado	4
II.	Análisis de pérdida de madera para plywood	24
III.	Análisis de pérdida de madera para aglomerado y melamina	25
IV.	Especies de madera.....	37
V.	Factor de rendimiento de los tornos	43
VI.	Ajuste de espesor.....	54
VII.	Medidas de trabajo en secadero 1	62
VIII.	Relación temperatura vs. velocidad en los secaderos 2 y 3	65
IX.	Factores importantes para el armado de plywood	77
X.	Tiempo de prensado y preprensado	80
XI.	Dimensiones de los tableros de plywood.....	83
XII.	Madera que se utiliza en el proceso de aglomerado.....	99
XIII.	Maderas coníferas.....	101
XIV.	Preparación de mezcla para MUF	124
XV.	Mezcla para tablero de aglomerado estándar.....	125
XVI.	Tabla para Formado y prensado de aglomerado	132
XVII.	Tabla de Espesores y dimensiones	143
XVIII.	Cantidad de láminas por paquete	175
XIX.	Análisis de riesgos y recomendaciones	181
XX.	Actos y condiciones inseguras	183

XXI.	Programa de capacitaciones anuales	201
XXII.	Resultados de pruebas de aprendizaje	202

RESUMEN

Maderas El Alto S.A., es una empresa agroindustrial que se dedica a la fabricación de tableros de madera, se encuentra ubicada en el kilómetro 111,5 carretera al Atlántico, Usumatlán, Zacapa, inicia sus operaciones a principios de los años ochentas, a partir de ese momento se inicia con el proyecto de adquisición de tierras de vocación forestal para su aprovechamiento. La demanda de mercado abarca todo Centroamérica, México y Panamá ya que es la única empresa que cuenta con la maquinaria necesaria para la fabricación de los productos de aglomerado, plywood y melamina.

En el siguiente trabajo encontrará un Manual de procedimiento de los procesos de fabricación de plywood, aglomerado y melamina para la empresa Maderas El Alto S.A., el cual pretende eliminar el problema de desorganización que sufre esta empresa.

La primera fase, muestra información general de la empresa Maderas El Alto S.A., en la cual se puede encontrar una reseña histórica, misión, visión, estructura organizacional de la institución, estructura organizacional de la empresa y los productos que se fabrican.

La segunda fase, muestra la situación actual del proceso en el departamento de producción, en la cual se puede encontrar, diagnóstico general del departamento, análisis FODA de la empresa, diagramas de Causa Efecto de las 3 líneas, análisis de pérdidas de materiales, además de la propuesta del manual de procedimientos para cada una de las líneas, formatos, diagramas de operación entre otros.

Tercera fase, muestra la propuesta de un plan de contingencia para la empresa, pero en particular del departamento de producción, análisis y evaluación de riesgos, detección y eliminación de actos y condiciones inseguras de trabajo, plan de emergencia y formación de comités de emergencia.

Cuarta fase, muestra los pasos que deben seguirse en casos de emergencia, en los que se pueden encontrar los casos de incendio, de primeros auxilios y la adecuada utilización del equipo de protección personal.

OBJETIVOS

Generales

Diseñar un Manual de los procesos de fabricación de plywood, aglomerado y melamina para la empresa Maderas El Alto S.A.

Realizar un plan de contingencia para la empresa Maderas El Alto S.A.

Específicos

1. Definir los procedimientos para los procesos de fabricación de las líneas de producción de plywood, aglomerado y melamina.
2. Disminuir el consumo y el desperdicio de materia prima durante el proceso de fabricación de los productos.
3. Minimizar los costos de producción por medio de la estandarización de los procesos.
4. Diseñar los formatos para llevar un control más exacto del consumo de materiales y fabricación de los productos.
5. Definir los procedimientos de laboratorio para las pruebas de calidad del material.
6. Crear un plan de contingencia para la empresa Maderas El Alto S.A.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa o institución desea disminuir los costos de producción de los productos manteniendo la calidad de los mismos, pero para lograr esto es necesario que se realicen procedimientos estándar de operación que cumplan con el proceso. El Manual de los procesos de fabricación de plywood, aglomerado y melamina ayudará a obtener un mejor producto de una mejor calidad y con un menor costo de producción, y al final esto se reflejara tanto en la satisfacción del cliente como en la productividad de la empresa.

En el siguiente trabajo se podrá observar generalidades de la empresa Maderas El Alto S.A., encontrará una reseña histórica, la misión, visión, los servicios que se prestan y la estructura organizacional existente en la organización. También se puede observar información general sobre las líneas de producción de plywood, aglomerado y melamina en la cual encontrará los procedimientos y las actividades que se realizan para el proceso.

Encontrará el diagnóstico general del Departamento de Producción, información de cada una de las líneas de fabricación, personal con el que cuentan, operación de la maquinaria, pruebas de laboratorio y rangos de aceptación.

Se establecen parámetros de información técnica del proceso, así como cronometración de tiempos de operación y transporte, medición de parámetros físicos de operación como temperaturas, presiones, tiempos, entre otros.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes generales

En la década de los años sesenta, el gobierno de Guatemala otorgó una concesión a la compañía Owens-Illinois para extracción de madera en el área de la sierra de la minas. Dicha empresa estableció un aserradero en la localidad de Usumatlán, departamento de Zacapa, al pie de la sierra de las Minas donde realizaban la labor de transformación de la madera extraída.

A principios de la década de os ochentas, la Owens-Illinois decide vender la empresa y se crea la empresa industria Maderas El Alto S.A., a partir de ese momento, se inicia un proyecto de adquirir tierras de vocación forestal para iniciar programas de reforestación y aprovechamiento.

Con el correr de los años, los accionistas de Maderas El Alto S.A., deciden dar un mejor grado de industrialización de la madera y por ello se establece una planta de producción de planchas de plywood. Con esta industria se inicia la exportación del producto hacia Estados Unidos, El Caribe, México, Centroamérica y se surte el mercado nacional.

La visión de los propietarios de la empresa y su agresiva función ante un mercado fuerte, les permite ocupar en poco tiempo el primer lugar de las plantas de plywood en Guatemala, posición que mantiene hasta hoy en día.

Actualmente Maderas El Alto S.A., es una empresa que se dedica a la fabricación de tableros de partículas de madera (aglomerado y melamína) y enchapados especiales como el plywood.

La demanda del mercado abarca toda Centroamérica, México y Panamá ya que es la única empresa centroamericana que se dedica a la elaboración de dichos productos, prácticamente se cuenta con una gran ventaja competitiva del mercado ya que se tiene un mercado monopolizado en toda la región.

La empresa cuenta con 135 trabajadores que cubren las áreas de mantenimiento, producción, seguridad, jardinería y aprovechamiento de los bosques además de 9 personas que laboran en el área administrativa, por lo que se podría decir que Maderas El Alto S.A., es una empresa grande.

1.2. Visión y Misión

Visión

“Ser la empresa número uno en el istmo centroamericano en la exportación e importación de madera de partículas y enchapados especiales satisfaciendo la demanda de todos los clientes.”

Misión

“Promover la reforestación y utilizar de la mejor manera los recursos naturales para que los productos que se exportan y que se utilizan en el país sean de la mejor calidad y cumplan con las exigencias del cliente.”

1.3. Descripción de los productos

En la actualidad los materiales fabricados de fibra de madera juegan un papel muy importante, esto debido al bajo costo, propiedades físicas-mecánicas y ornamentales que los diferencian de materiales como los polímeros, metales, vidrios etc.

Los productos que se fabrican en Maderas El Alto S.A., son aglomerado, plywood y melamina, a continuación se presenta una pequeña descripción de ellos.

1.3.1. Aglomerado

El tablero de partículas o de madera aglomerada consiste en el enlazamiento de partículas de materias lignocelulósicas, de determinados tamaños, mediante la utilización de un agente enlazante (adhesivo), componente fundamental para alcanzar un tablero de propiedades mecánicas aceptables. Los tableros de partículas pueden fabricarse multi o uni capas. Las capas están diferenciadas por el tamaño de las partículas empleadas en su formación, es por esto que los tableros de partículas pueden clasificarse en:

De baja densidad: $0 < \delta < 593 \text{ kg/m}^3$

De densidad media $593 \text{ kg/m}^3 < \delta < 801 \text{ kg/m}^3$

De alta densidad: $\delta > 801 \text{ kg/m}^3$

Respecto a los adhesivos utilizados en el proceso de fabricación, estos corresponden principalmente a resinas sintéticas del tipo termofundibles (que polimerizan en caliente).

Las más utilizadas para la fabricación de este producto son:

Resina Urea-Formaldehido.

Resina Melamina-Formaldehido.

Resina Melamina-Urea-Formaldehido.

Tabla I. **Propiedades del tablero de aglomerado**

Propiedades mecánicas de los tableros de aglomerado					
Espesor (mm)	Tracción (kg/cm²)	Flexión (kg/cm²)	Densidades (kg/m³)	% Hinchamiento	% Humedad
4	4	180	740	8	5.11
6	4	180	720	8	5.11
9	4	180	700	8	5.11
12	3.5	180	680	8	5.11
15	3.5	160	650	8	5.11
16	3.5	160	640	8	5.11
18	3.5	160	640	8	5.11
19	3.5	160	620	8	5.11
25	3	140	600	8	5.11

Fuente: Laboratorio MEASA.

1.3.2. Plywood

El plywood es un material de enchapado especial también conocido como contrachapado, el cual consiste en la unión de varias capas de madera colocadas una sobre otra y enlazadas por medio de una mezcla especial de adhesivo.

En la empresa se puede ofrecer 2 tipos de plywood:

- Plywood Ureico
- Plywood Fenólico

La diferencia primordial radica en la resistencia al hinchamiento que presenta el plywood fenólico hacia las sustancias húmedas como el agua y algunos otros derivados, además del color más oscuro que presenta debido a sus componentes y en especial al fenol que es el agente químico que sirve como impermeabilizante.

A continuación algunas de las características del producto:

Medidas (mt): 1,22 x 2,44

Espesores (mm): 4, 6, 9, 12, 15, 18, 25

Adhesivos: Uréa formaldehído reticulado y Fenólico formaldehído

Calidades: A/C, B/C, C/C

Especies: Pino, Sangre y Negrito

La textura de los acabados que se ofrecen tanto en el tablero ureico como en el fenólico es excepcionalmente liso debido al sistema de lijado que presentan ambas caras del mismo, además del tratado especial que se le da contra las termitas.

1.3.3. Melamina

Los tableros de melamina son productos notablemente decorativos y están formados principalmente por dos materiales, el primero es un tablero de partículas aglomeradas de madera más conocidos como tableros de

aglomerado que lleva un proceso de producción previamente descrito, y un papel de tipo especial que posee en la parte de contracara un adhesivo térmico que a razón de una temperatura y una presión aplicada sobre él actúa sobre el tablero adhiriéndose permanentemente, lo que le otorga una superficie totalmente cerrada, libre de poros, dura y resistente al desgaste superficial.

A continuación se presentan algunas de las características:

Medidas (mt): 1.22 x 2.44, 1.83 x 2.44

Espesores (mm): 6,9,12,15,17,18,25,40

Colores: negro, gris, gris claro, amarillo, verde, rojo, beige, blanco, caoba, cherry, encino natural, maple, nogal natural, nogal Austria, pera, tabaco, grafito entre otros.

El tablero de melamina es un material que puede ser utilizado en la fabricación de muebles de cocina, hogar, oficinas, hospitales y comercios en general, ya que por su cerrado superficial es muy fácil de limpiar, impidiendo el desarrollo de microorganismos, por lo que es ideal para ambientes altamente sanitizados, resiste el calor y el uso de líquidos utilizados para la limpieza.

1.4. Estructura organizacional

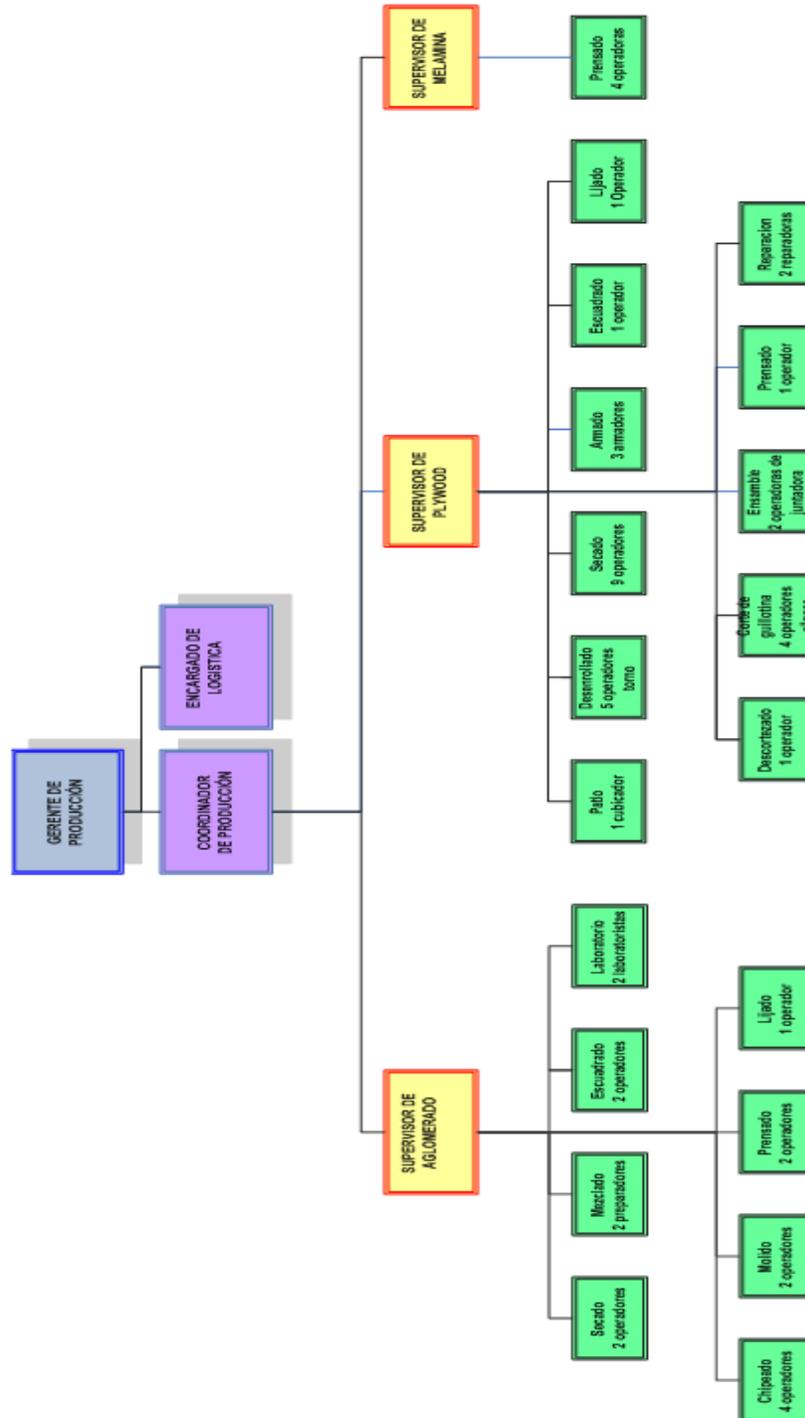
La estructura de la organización esta dada por la departamentalización funcional, esta se basa en las funciones y asignaciones de trabajo desempeñadas para cada uno de los puesto desde el gerente de producción, seguido del jefe de producción y logística, supervisores y finalmente los operarios; El producto ofrecido, el comprador o cliente objetivo, el territorio geográfico cubierto y el proceso utilizado para convertir insumos en productos.

Este método refleja el agrupamiento que mejor contribuye al logro de los objetivos de la organización y las metas de cada departamento.

1.4.1. Organigrama

Cada una de los puestos desempeña una función importante para las líneas de producción por lo cual, a continuación se presenta en la figura 1, el organigrama que representa la estructura organizacional que se tiene en la actualidad en el departamento de producción.

Figura 1. Organigrama Funcional MEASA



Fuente: Administración MEASA

1.4.2. Descripción de puestos de trabajo

Gerente de producción

Es la persona encargada y responsable de la producción, su función principal es implementar el proceso administrativo del área, planificar, dirigir, controlar, integrar equipos de trabajo y supervisar, además de realizar las ordenes de trabajo y mantener un vínculo muy estrecho con el equipo de ventas para los pedidos de producción que estos hagan, implementación y mejora continua de los procesos.

Coordinador de producción

Persona encargada de asistir al gerente de producción para el óptimo desarrollo de las actividades de producción, entre ellas realizar ordenes de trabajo, verificación de hojas de producción, supervisión y control de personal, diseño e implementación de hojas de verificación de operaciones, análisis y pruebas de laboratorio, control de calidad y rendimiento del producto, informes estadísticos de producción.

Encargado de logística

Persona encargada de abastecimiento de madera hacia las tres líneas de producción, realizar guías para transporte de producto terminado, informes obligatorios de deforestación al Instituto Nacional de Bosques, control de pagos a proveedores de materia prima, mantener la cartera de proveedores y negociación de precios, transporte y distribución de madera hasta la planta.

Supervisor de línea de aglomerado

Cabe mencionar que la supervisión de la línea de aglomerado esta a cargo de 2 personas, un supervisor para cada turno, entre las obligaciones del puesto están: Asignación de tareas para cada empleado, supervisión de operaciones,

revisión del producto terminado, llenado de hojas de verificación de producción, control y seguimiento de órdenes de trabajo, verificación de calidad del producto.

Supervisor de línea de plywood

Para esta línea de producción hay un supervisor para cada turno, entre las obligaciones del puesto están: la asignación de tareas para cada operador, supervisión y dirección de cada una de las operaciones, revisión del producto terminado, llenado de hojas de verificación de producción, control y seguimiento de órdenes de trabajo, verificación de calidad del producto.

Supervisor de línea de melamina

Las funciones más importantes son: asignar las tareas para cada operador, supervisión y dirección de cada una de las operaciones, revisión del producto terminado, llenado de hojas de verificación de producción, control y seguimiento de órdenes de trabajo, verificación de calidad del producto.

Encargado de laboratorio

La persona encargada de laboratorio es la responsable de realizar las pruebas de ensayo donde se analizan las propiedades físicas y mecánicas del producto terminado, realizar reportes de resultados, toma de muestras para los ensayos entre otras.

Operador

El operador desempeña una función muy importante en el proceso productivo de cada una de las líneas de producción, siendo esta muy variada dependiendo de la operación que se realiza.

Ayudante

El ayudante es la persona encargada en todos los casos de contribuir con el operador en el desarrollo de las operaciones del proceso de producción de una forma óptima, tomando en cuenta que algunas de las operaciones del proceso no pueden ser controladas únicamente por el operador de la máquina.

Cubicador

Cubicador es la persona que se encarga de realizar la cubicación o medición de la materia prima que entra al proceso de producción, en este caso de la línea de producción de plywood, al igual que un operador contribuye al proceso desempeñando algunas de sus tareas mas importantes como lo son: medición de diámetros y largos de la troza, corte de troza, realizar apuntes de mediciones entre otras.

2. SITUACIÓN DEL PROCESO

2.1. Diagnóstico general

Es evidente que la falta de planificación, organización, control y dirección de los recursos administrativos, materiales y de mano de obra del departamento de producción de Maderas El Alto S.A., reflejan la existencia de niveles bajos de productividad de la empresa, por consiguiente es necesario realizar un análisis de los problemas mas frecuentes y que causan mayores perdidas en los proceso de fabricación de los productos.

2.1.1. Identificación de problemas y deficiencias de la empresa

Debido a los problemas que surgieron por la separación de la empresa que anteriormente era Maderas El Alto S.A., se sufrió una gran desorganización en el Departamento de Producción, razón por la cual surge la necesidad de implementar un manual de los procesos de fabricación de las tres líneas de producción (aglomerado, plywood y melamina) ya que sin este manual no se pueden establecer parámetros de utilización de las materias primas para la elaboración de determinados productos y de mediciones físicas de la maquinaria y otros ajustes técnicos.

Uno de los problemas más importantes que surgen debido a la falta de manuales de procesos que no se mantienen patrones de medición constantes que ayuden a mantener una calidad uniforme del producto y a

controlar los costos de producción que actualmente son muy altos debido al descontrol que se tiene en la utilización de la materia prima.

Como requerimientos mínimos para poner en marcha una planta de producción de esta magnitud se debe contar con la descripción básica del manejo y operación de la maquinaria (parámetros de calidad de aceptación, temperatura de operación, tiempos de operación, presiones, ajustes, capacidades), manejo y tipo de materiales entre otros.

Una de las cuestiones que principalmente afectan el costo de producción de la empresa y con las que no se cuentan actualmente son las hojas de verificación también llamadas formatos, estas son la base en el control de insumos de producción, además de otros factores que se deben tomar muy en cuenta como el consumo de energía eléctrica.

2.1.2. Análisis FODA de la empresa

A continuación se presenta el análisis FODA de la empresa:

Fortalezas

- F1. Poseer fincas de aprovechamiento propias en toda Guatemala.
- F2. Se cuenta con más del 50 % del mercado de demanda de aglomerado y melamina y con el 100 % de demanda de plywood.
- F3. Poseer buenos precios y mejor calidad del producto de aglomerado y melamina.

- F4. Reestructurar los procesos de producción agregando capacidad de producción y mejoras.
- F5. Ampliar el mercado aprovechando el prestigio que el nombre de Maderas El Alto S.A. significa por mucho tiempo para los clientes.

Oportunidades

- O1. Competencia débil ya que es relativamente nueva.
- O2. Mercado mal atendido.
- O3. Inexistencia de competencia para el mercado del plywood.
- O4. Tendencias favorables en el mercado debido al monopolio.

Debilidades

- D1. Falta de procedimientos operacionales.
- D2. Falta de procedimientos administrativos.
- D3. Falta de asignación de funciones de puestos.
- D4. Deudas con proveedores después de la separación de las empresas.
- D5. Desorganización de la nueva administración.
- D6. No se cuenta con la capacidad instalada adecuada para competir.

- D7. Falta de capacitación del personal.
- D8. Problemas con la calidad del producto.

Amenazas

- A1. La empresa que hace la competencia tiene personal que ya sabe el manejo de la organización.
- A2. La capacidad instalada de la planta que la competencia posee, es mayor que la de Maderas El Alto S.A.
- A3. No se cuenta con buen abastecimiento de madera por parte de algunos proveedores.

Estrategias (FO):

- E1. (Para F1,O3) Mantener un plan de reforestación permanente para mantener un bajo costo de la materia prima para la fabricación de plywood.
- E2. (Para F3,O3) Crear un manual de procesos operacionales y administrativos para minimizar los costos de producción y de esta manera mantener mejores precios y calidad de los productos.
- E3. (Para F5,O2) Crear técnicas de mercadeo y publicidad para nuestros productos, aprovechando el mercado de clientes mal atendidos de la competencia.

Estrategias (FA):

- E4. (Para F4,A2) Obtener crédito bancario para la adquisición de maquinaria de mayor capacidad de producción y mejorar la calidad del producto.
- E5. (Para F4,A3) Establecer estrategias para obtener crédito bancario y así cancelar las deudas a proveedores para tener mejor abastecimiento de madera.

Estrategias (DA):

- E6. (Para D1,D2,D3,A1) Diseñar una nueva planeación estratégica para la empresa, con el objetivo de organizar los departamentos y sus nuevos puestos.
- E7. (Para D7,A1) Realizar un programa anual de capacitaciones para el personal, cada una adecuada a su área.

Estrategias (DO)

- E8. (Para D8,O1) Diseñar un programa para mejora de la calidad de los productos, ya que se cuenta con el tiempo y la calidad de mano de obra para conseguirlo
- E9. (Para D7,O4) Contratar personal capacitado en el ramo y con suficiente experiencia.
- E10. (Para D4,O4) Contratar nuevos proveedores de madera.

2.1.3. Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de aglomerado

Para realizar el diagrama de Causa Efecto de la línea de producción de aglomerado se tomaron en cuenta las posibles causas que pueden afectar la calidad del producto.

La mala calidad en la materia prima afecta la calidad del tablero de aglomerado ya que en ella inciden, el tamaño de la partícula, la clase de madera, la calidad de los materiales adhesivos, la cantidad errónea de las mezclas y otros factores que alteran la fabricación del material.

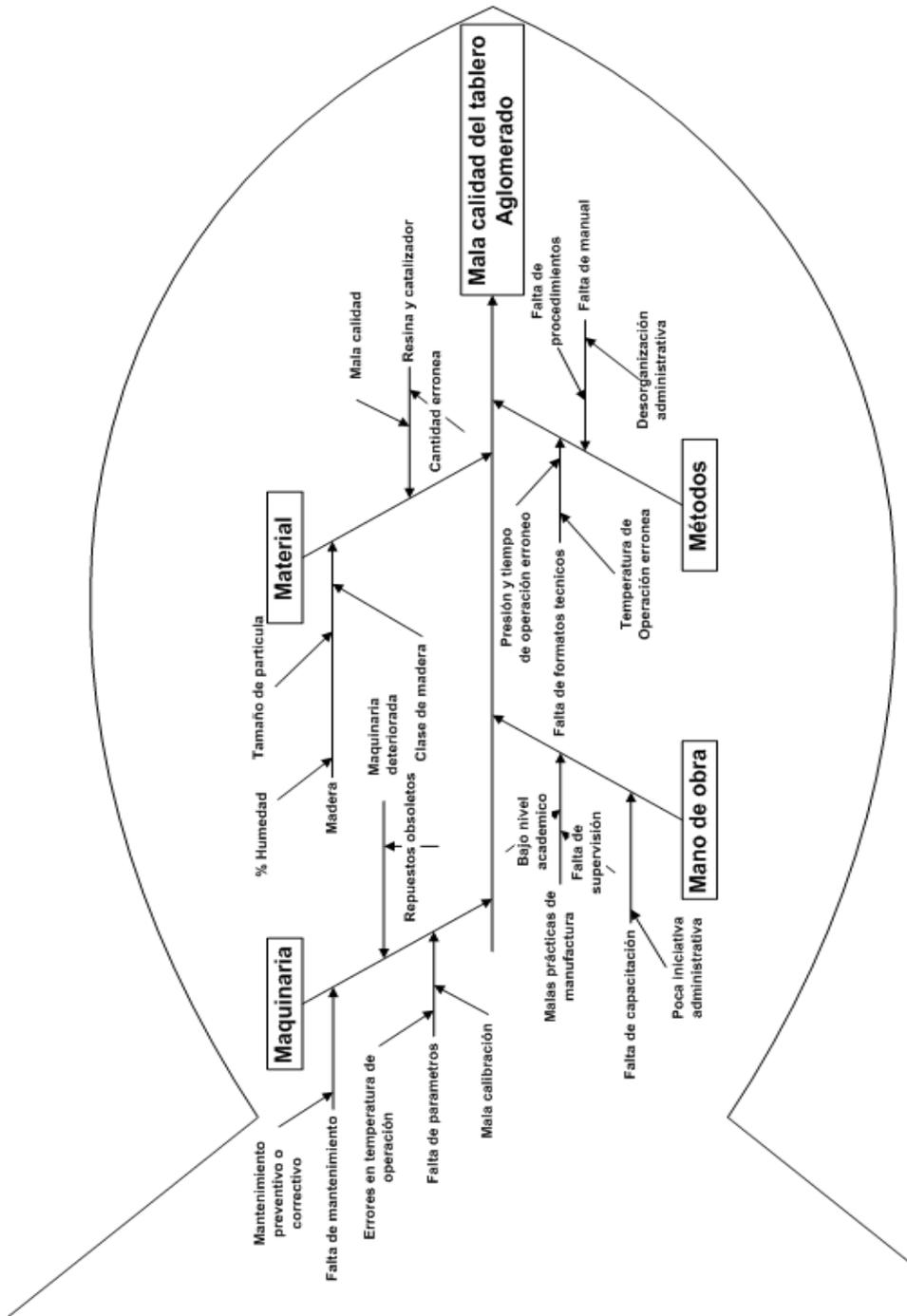
La maquinaria es otra de las causas que también influyen en la mala calidad de los tableros de aglomerado, y que tiene efectos sobre la calidad del material, los repuestos obsoletos y antiguos, la mala operación, falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, mala calibración entre otros.

La mano de obra se ve afectada por el poco conocimiento tecnológico y/o académico de los trabajadores, además de otros factores como la falta de interés del Departamento Administrativo para capacitar a los empleados en su área.

Otra de las causas que inciden en la calidad del producto es la falta de parámetros técnicos y de procedimientos, ya que factores como la temperatura, presión, tiempos etc. no son los idóneos en el proceso.

A continuación se presenta un diagrama de Causa Efecto para la calidad del producto aglomerado.

Figura 2. Diagrama de Causa Efecto para la línea de aglomerado



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de plywood

Para realizar el diagrama de Causa Efecto de la línea de producción de plywood se tomaron en cuenta las posibles causas que pueden afectar la calidad del producto.

La mala calidad en la materia prima afecta la calidad del tablero de plywood, ya que en ella inciden la clase de madera, porcentaje de humedad, la calidad de los materiales adhesivos, la cantidad errónea de las mezclas y otros factores que alteran la fabricación del material.

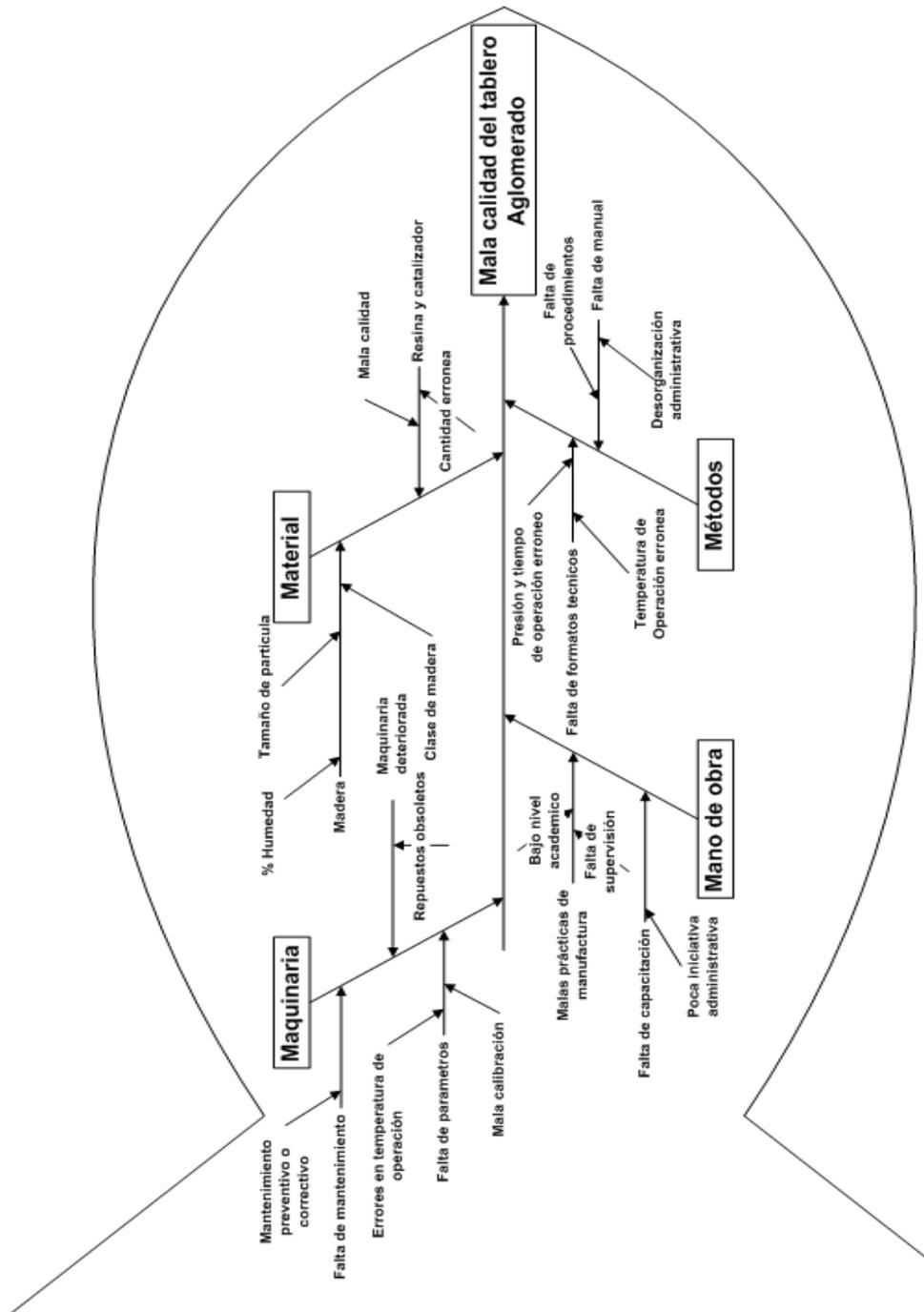
La maquinaria es otra de las causas que también tienen repercusión, y que tiene efectos sobre la calidad del material, los repuestos obsoletos y antiguos, la mala operación, falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, mala calibración entre otros.

La mano de obra se ve afectada por el poco conocimiento tecnológico y/o académico de los trabajadores, además de otros factores como la falta de interés del Departamento Administrativo para capacitar a los empleados en sus respectivos puestos y áreas.

Otra de las causas que afectan y que inciden en la calidad del producto es la falta de parámetros técnicos y de procedimientos, ya que factores como la temperatura, presión, tiempos etc. no son los idóneos en el proceso.

A continuación se presenta un diagrama de Causa Efecto para la calidad del tablero de plywood.

Figura 3. Diagrama de Causa Efecto para la línea de plywood



Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Diagrama de Causa Efecto para la línea de producción de melamina

Para realizar el diagrama de Causa Efecto de la línea de producción de melamina, se tomaron en cuenta las posibles causas que pueden afectar la calidad del producto.

La materia prima que en este caso es fabricada y procesada por la línea de producción de aglomerado, es previamente clasificada para la producción del tablero de melamina y en ella inciden la calidad de los materiales adhesivos, la calidad del papel, los bordes del tablero de aglomerado entre otros.

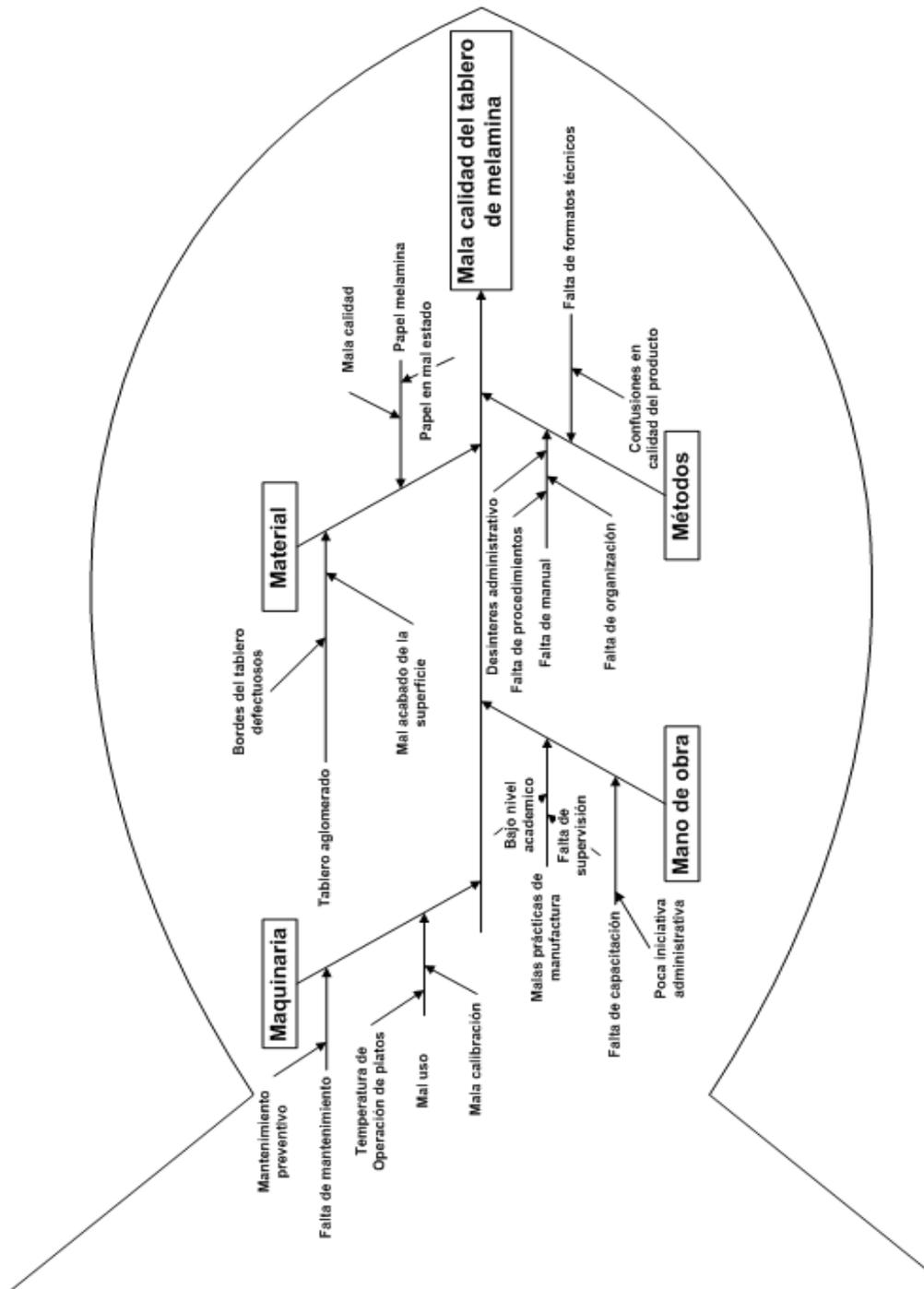
La maquinaria es otra de las causas que también afecta la producción de los tableros de melamina, y que tiene influencia sobre la calidad del material, la falta de temperatura de platos de presión, la mala operación, la falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, mala calibración entre otros.

La mano de obra se ve afectada por el poco conocimiento tecnológico y/o académico de los trabajadores, además de otros factores como la falta de interés del departamento administrativo para capacitar a los empleados en su área.

Otro de las causas que afectan y que inciden en la calidad del producto es la falta de parámetros técnicos y de procedimientos, ya que factores como la temperatura, presión, tiempos etc. no son los idóneos en el proceso.

A continuación se presenta un diagrama de Causa Efecto para la calidad del tablero de melamina.

Figura 4. Diagrama de Causa Efecto para la línea de melamina



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Análisis de pérdidas de material en los procesos

Para el análisis de desperdicio de material, principalmente de la madera es necesario realizar un cuadro sinóptico que refleje la importancia de los procedimientos para la disminución en los desperdicios. A continuación se detalla dicho cuadro para que se puedan observar claramente el mal manejo de material en el área de plywood, aglomerado y melamina respectivamente:

Tabla II. Análisis de pérdida de madera para plywood

Plywood		
Operación	Análisis de desperdicio de madera	% aproximado de pérdida
Patio	Cortes y ajustes durante la cubicación de la troza	5-10%
Descortezado	Remoción de corteza	2-5%
Tornos	Pre-cilindrado, bolillo y troza quebrada	2-10%
Clipper	Vistas y centros mal cortados o cilindrados	5-25%
Secaderos	No se pierde material	0%
Armado	Ajustes de armado y centros mal cortados	2-5%
Prensado	Pre-escuadrado de láminas	0-2%
Escuadrado	Escuadrado de láminas	2-5%
Reparación	No hay pérdida	0%
Lijado	Lijado y acabado superficial	0.5-1%
Porcentaje de pérdida de madera en el proceso		18.5-63%

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Análisis de pérdida de madera para aglomerado y melamina**

Aglomerado y Melamina		
Operación	Análisis de desperdicio de madera	% aproximado de pérdida
Patio	Teóricamente no hay pérdida	0%
Chipeadora	Teóricamente no hay pérdida	0%
Molino	Teóricamente no hay pérdida	0%
Secadero	Teóricamente no hay pérdida	0%
Criba	Teóricamente no hay pérdida	0%
Mezcladora	Teóricamente no hay pérdida	0%
Formadora	Teóricamente no hay pérdida	0%
Prensa	Mal prensado del colchón por falta de presión o temperatura	0-5%
Enfriado	Teóricamente no hay pérdida	0%
Escuadradora	Escuadrado de laminas	2-5%
Lijadora	Laminas de tercera para tapaderas de paquetes	3-15%
	Porcentaje de pérdida de madera en el proceso	5-25%

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la línea de producción del plywood se tiene una pérdida de madera que varía desde el 18 % hasta el 63 % aproximadamente en relación a la troza ingresada desde el patio de hasta la última operación del proceso que corresponde al lijado. Se debe tener muy en cuenta que este desperdicio de madera puede variar dependiendo del torno que se utilice entre otros factores.

En el caso de las líneas de producción de aglomerado y melamina, se tiene una pérdida de madera que varía desde el 5 % hasta el 25 % aproximadamente. Como se puede notar el análisis se realizó solamente para el material principal de las líneas (madera), esto debido que en la madera es donde se presenta el mayor porcentaje de desperdicio en los procesos respectivos.

La resina en el proceso de la línea de producción de aglomerado es un componente muy importante que además presenta un alto margen de variación entre la formulación ideal y la utilizada actualmente, ya que se utilizan hasta 110 kilogramos de resina por metro cúbico de producción cuando lo óptimo deberían ser entre 70-80 kg/m³.

2.2. Propuesta del manual de procesos

Se propone un manual de procesos en el cual se describe cada uno de los procedimientos que deben seguirse para efectuar cada una de las operaciones en la fabricación de los tableros de madera que se manufacturan en la empresa.

2.2.1. Identificación

A continuación se muestra el emblema o logotipo que identifica a la empresa:

Figura 5. **Logotipo de la Empresa**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Nombre oficial de la empresa

MADERAS EL ALTO S.A.

Denominación y extensión:

“MANUAL DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PLYWOOD,
AGLOMERADO Y MELAMINA”

Lugar y fecha de elaboración:

Guatemala 8 de mayo de 2009

Número de revisión:

Sin ninguna revisión ni actualización

Unidades responsables de su elaboración, revisión y/o autorización:

Departamento de control de calidad (Elaboración)

Departamento de producción (Revisión)

Departamento administración (Autorización)

Departamento de logística (Revisión)

Clave de la forma:

MEASAPROD-001

2.2.2. Introducción

Este manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones del Departamento de Producción. El manual incluye además los puestos o unidades administrativas que intervienen precisando su responsabilidad y participación. Contiene ejemplos de formularios y autorizaciones o documentos necesarios, manejo y operación de maquinaria y otros datos que pueden auxiliar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa. En él se encuentra registrada y transmitida sin distorsión la información básica referente al funcionamiento de todas las procedimientos y operaciones básicas en los procesos, facilitando las labores de auditoría y control de calidad, la evaluación y control interno de las materias primas utilizadas, haciendo conciencia en los empleados y en sus jefes de que el trabajo se está realizando o no adecuadamente.

Además permite conocer el funcionamiento interno por lo que respecta a descripción de tareas, ubicación, requerimientos y a los puestos responsables de su ejecución en cada una de las secuencias de los procesos de las tres líneas. Estos procesos auxilian en la inducción del puesto y al adiestramiento y capacitación del personal ya que describen en forma detallada las actividades de cada uno de ellos. Construye una base para el análisis posterior del trabajo y el mejoramiento de los sistemas, procesos y métodos.

2.2.3. Objetivos

General

Diseñar un manual de los procesos de fabricación de plywood, aglomerado y melamina para la empresa Maderas El Alto S.A.

Específicos:

1. Disminuir los costos de producción y las pérdidas de recursos materiales en el proceso de fabricación de las líneas de producción de plywood, aglomerado y melamina.
2. Estandarizar los procesos de fabricación de plywood.
3. Estandarizar los procesos de fabricación de aglomerado.
4. Estandarizar los procesos de fabricación de melamina.
5. Optimizar el consumo de materia prima.
6. Establecer parámetros físicos y de operación en la maquinaria que interviene en el proceso.

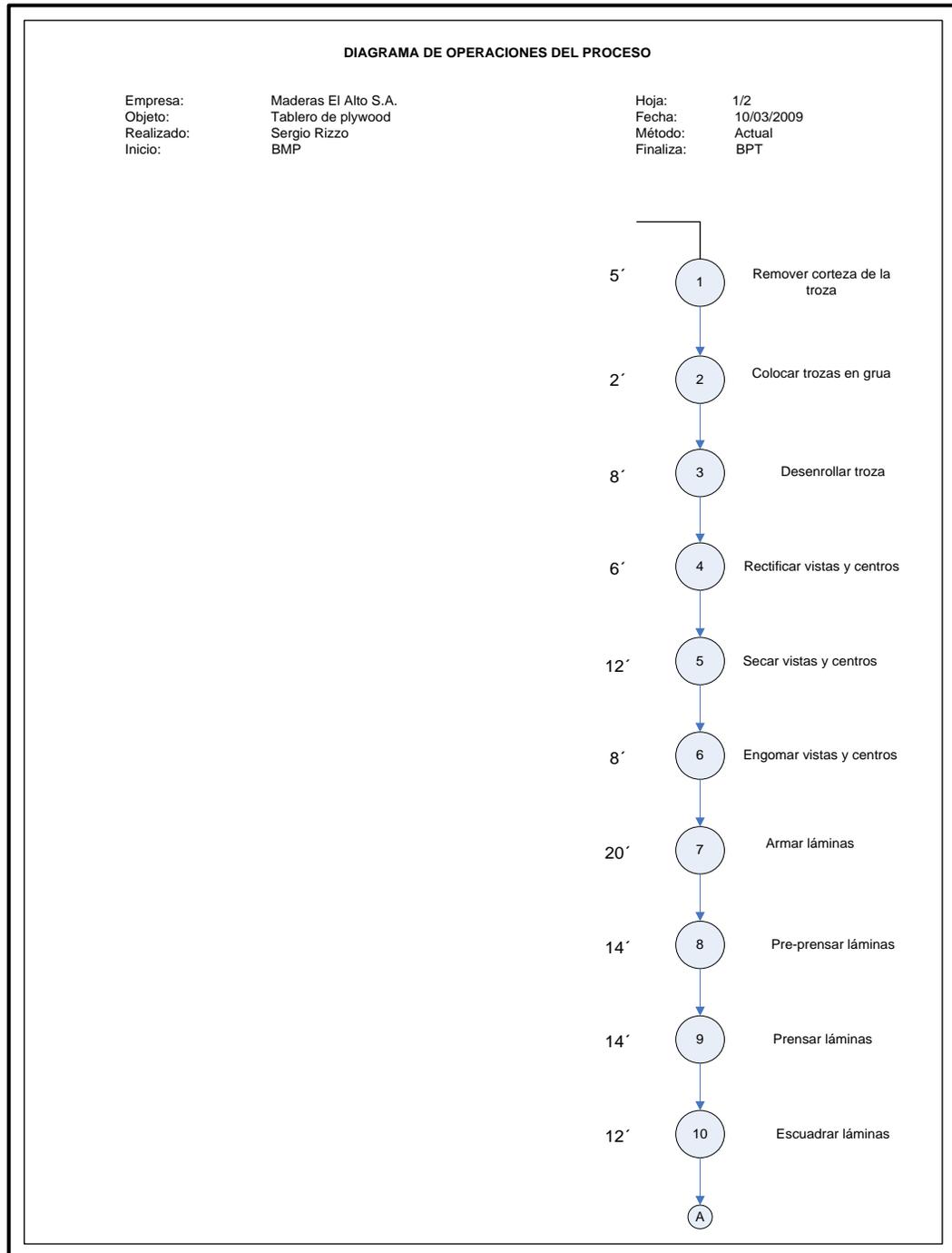
2.2.4. Línea de plywood

Para comprender el proceso de fabricación de los tableros de plywood es necesario conocer cada uno de las operaciones que lo conforman, el proceso se inicia con la remoción de la corteza de cada una de las trozas, se colocan las trozas ya descortezadas en la grúa, luego se procede al desenrollado de la troza, rectificado de vistas y centros, seguidamente se introducen en la secadora, cuando las laminas son inspeccionadas y revisadas si cumplen con los requisitos de humedad se procede al engomado donde se aplican los adhesivos, seguido se procede al armado, preprensado y prensado de láminas, las laminas se colocan sobre una tarima para su respectivo enfriamiento, en seguida son dimensionadas en el escuadrado y trasladadas al reparado y revisado de las mismas, el proceso culmina con el lijado de las láminas de plywood.

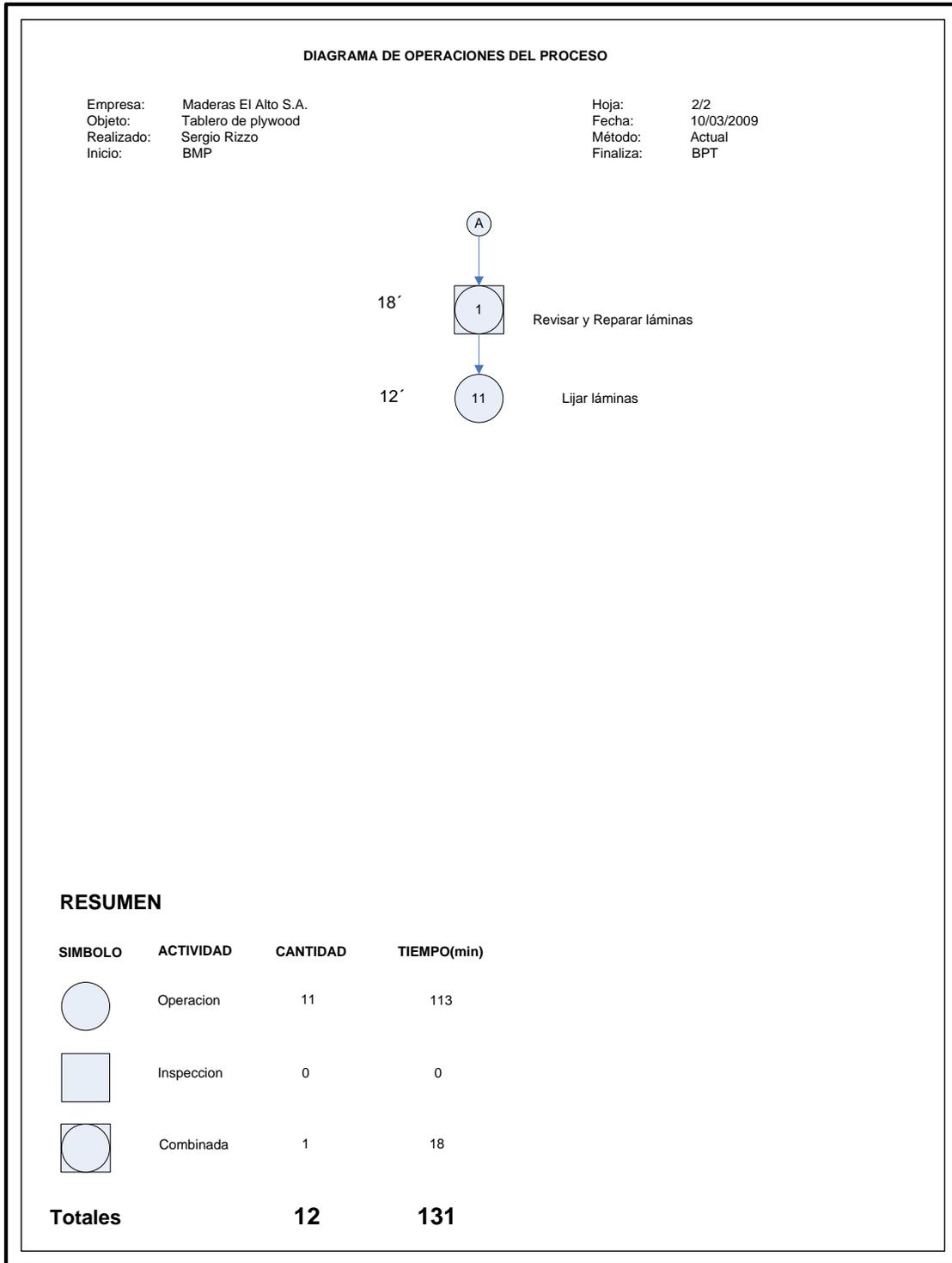
2.2.4.1. Diagrama de operación

A continuación se presenta un diagrama de operación para el proceso de fabricación de plywood.

Figura 6. Diagrama de operación de plywood



Continuación de la figura 6.



Fuente: elaboración propia.

En la tabla resumen se puede observar que se tienen en total 11 operaciones en el proceso, donde el tiempo de operación por metro cúbico de producción es de 113 minutos, además se tiene una inspección-operación que se efectúa durante el reparado de esta, en un tiempo de 18 minutos, para un tiempo total del proceso de 131 minutos por metro cúbico de producción de plywood.

2.2.4.2. Procesos

Es la secuencia de pasos que deben seguirse para completar una operación; a continuación se muestra la descripción de cada una de las operaciones que se realizan y que deben seguirse para la fabricación de los tableros de plywood.

- Almacenar trozas en patio
- Descortezar trozas
- Desenrollar trozas
- Cortar y rectificar vistas y centros en guillotinas
- Secar vistas y centros
- Juntar centros
- Armar y encolar vistas y centros
- Prensar las láminas
- Escuadrar las láminas
- Reparar las láminas
- Lijar las láminas

Cada uno de las operaciones antes descritas lleva una amplia descripción de los procesos que deben realizarse, dichos procedimientos serán descritos detalladamente a continuación.

2.2.4.2.1. Almacenamiento de materia

El patio es un área que funciona como una bodega de almacenamiento de madera en rollo, en donde se lleva a cabo la descarga de materia prima para la fabricación de chapa para la elaboración de tableros de plywood. En el patio se descargan maderas de las especies coníferas y latifoliadas; tomando en cuenta que las especies latifoliadas producen en su gran mayoría únicamente chapas para centros y las coníferas aproximadamente 60 % de chapa para vista y 40 % para centro. Posteriormente la madera ingresa hacia el patio después de ser entregada una nota de envío por parte del proveedor al encargado de patio, dicha madera es descargada por medio de un montacargas el cual apila las trozas para que sean cortadas en forma uniforme a una longitud de 8.25'.

Figura 7. Preparación de la troza



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cubicación

Después de medir y cortar la troza se utiliza el método de Smalian para la cubicación, dicha cubicación sirve para determinar el volumen útil de madera que se va a aprovechar en el proceso de manufactura del plywood. Para proceder a la cubicación se deben seguir los siguientes pasos:

- A. Cortar la troza con una motosierra a una longitud de 8.25 pies.
- B. Tomar la troza por el extremo con el diámetro más pequeño.
- C. Una vez identificado el paso anterior se procede a marcar en cruz el diámetro menor (D1) y el diámetro mayor (D2) del área efectiva (no tomar en cuenta corteza).
- D. Al diámetro más grande se le resta una pulgada.
- E. Se procede a utilizar la siguiente fórmula

$$V_{pt} = \frac{(D1 \times D2 \times 8.25)}{12}$$

L = Longitud constante (L = 8.25')

V_{pt} = El volumen en pies tablares

D1 = Diámetro menor de la cruz (pulg.)

D2 = Diámetro mayor de la cruz (pulg.)

Codificación de la troza

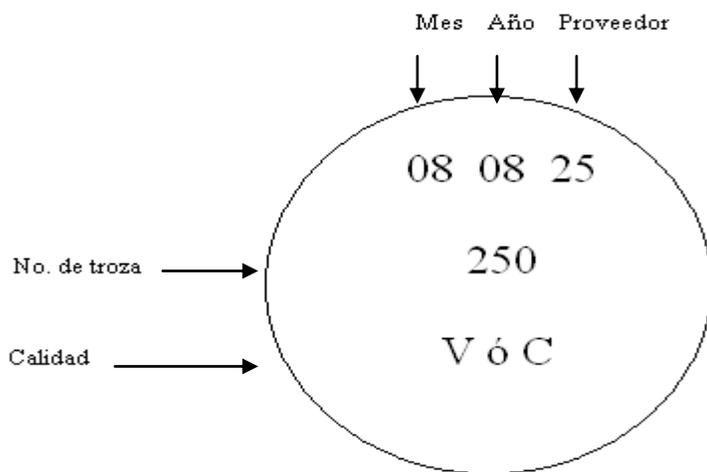
La codificación se hace con el objetivo de identificar la fecha de ingreso, el proveedor y la calidad de la troza, esta última para distinguir si el producto es para vista o para centro teniendo así un control total de patio.

Para la codificación de la troza se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- Fecha de ingreso (mes y año)
- Código de proveedor
- No. de troza
- Calidad (vista o centro)

Para marcar la troza se anota con un crayón la codificación de la siguiente manera:

Figura 8. **Codificación de la troza**



Fuente: Departamento de Abastecimiento MEASA.

Clasificación

Si la troza presenta 1 o 2 nudos paralelos o perpendiculares en la misma dirección se clasifica como vista (V), por lo cual al momento de su cubicación se le marca con una "V" en el extremo. Si la troza posee varios nudos dispersos en la superficie se clasifican como madera para centro (C), entonces se procede a

realizar el mismo paso de marcación de fecha, proveedor, No. de troza y calidad.

Las especies de maderas que se procesan en la elaboración del plywood se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Especies de madera**

No.	Centro	No.	Vista
1	Conacaste	1	Sangre
2	Huesito	2	Pino
3	Llorón	3	Mapola
4	Morro	4	San Juan
5	Lloroconte rojo	5	Santa María
6	Lloroconte verde	6	Castaño
7	Zorra	7	Ceibillo
8	Leche verde	8	Naranja
9	Cedrillo		
10	Amate		
11	Blanquita		
12	Fuego		
13	Laurel		
14	Palo de jote		
15	Tamarindillo		

Continuación de la tabla IV.

16	Almendo
17	Frijolillo
18	Cedrón

Fuente: Departamento de Abastecimiento MEASA.

Cantidad de operarios y funciones

Personal para patio:

- 1 cubicador
- 1 motosierrista

Función:

- Cubicador: persona encargada de medición de diámetros y marcación de trozas.
- Motosierrista: persona encargada de dimensionar las trozas a una medida estándar de 8.5'.

Transporte:

Después de cubicar las trozas se procede a transportarlas hacia la descortezadora, esto se hace por medio de un montacargas en un tiempo medido promedio de 2 minutos desde que se toma la troza hasta que se lleva a la meza transportadora de la descortezadora.

2.2.4.2.2. Descortezado

El descortezado es el proceso por medio del cual se quita la corteza de la troza, con el afán de dejarla regularmente redondeada para que posteriormente en la operación de torneado no se tengan problemas con el corte de las cuchilla o con el daño de las mismas. La descortezadora cuenta con un brazo en forma de martillo que en su extremo posee un cilindro que rota y que corta a su vez, este se mueve a lo largo de la troza mientras simultáneamente esta gira sobre su eje.

A continuación se observa una figura de la máquina que se utiliza para descortezado:

Figura 9. Máquina descortezadora



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Personal descortezado:

- 1 operador de descortezadora
- 1 operador de grúa

Función:

- Operario descortezado: manejo de maquina descortezadora.
- Operario de grúa: transportar la troza desde la salida de la descortezadora hasta torno fezer.

Transporte de troza:

El transporte de la troza se puede realizar de dos formas, por medio de la grúa y a través del montacargas.

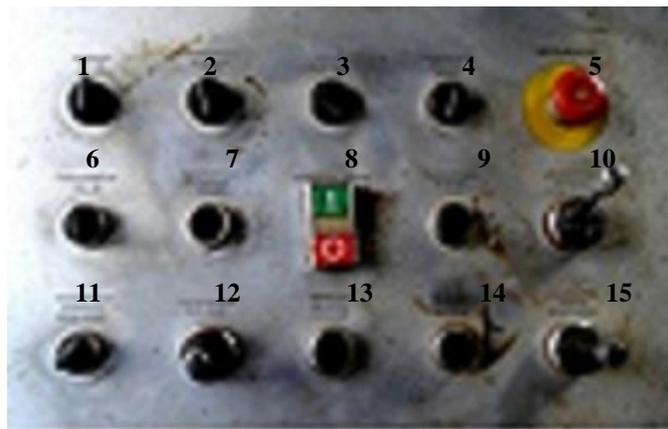
Grúa: las trozas son transportadas de 2 en 2 de la descortezadora al torno FEZER mediante una grúa que es operada manualmente con una botonera. La distancia que se recorre desde la descortezadora hasta la meza de entrada es de aproximadamente 30 metros en un tiempo estándar de 2 minutos, de allí se procede al montaje de la troza.

Montacargas: las trozas se transportan al torno cremona en cantidades que varían dependiendo del diámetro, la distancia que se recorre desde la descortezadora hasta el torno es de aproximadamente 50 metros en un tiempo estándar de 1 minuto y son colocadas en la base trasera del mismo de allí se procede al desenrollado.

Operación y puesta en marcha de la descortezadora

Para el buen funcionamiento y operación de la máquina es necesario conocer los siguientes mandos:

Figura 10. **Panel de control de la descortezadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido-apagado bomba hidráulica
2. Transportador de entrada hacia delante
3. Bajar-subir troza
4. Transportador de salida
5. Emergencia
6. Motor de cuchilla descortezadora
7. Transportador de entrada hacia atrás
8. Rotación de troza
9. Transportador de salida retroceso
10. Descargar troza hacia la izquierda

11. Cadena de transporte 2
12. Bajar y subir mazo
13. Traslado del carro izquierdo
14. Traslado del carro derecha
15. Descargar troza hacia la derecha

2.2.4.2.3. Tornos

Los tornos de madera se utilizan para desenrollar las trozas de madera en capas que varían su espesor dependiendo del ajuste de los tornos y de la medida que se requiera para la fabricación de las láminas. Se cuenta con tres tornos que realizan la misma operación, pero sin embargo existen algunas diferencias entre los parámetros físicos básicos a los que operan como por ejemplo capacidades, diámetros, velocidades etc.

Además de algunos aspectos físicos básicos de operación también existen otros aspectos que se deben tomar muy en cuenta, uno de los aspectos más importantes es la eficiencia de aprovechamiento de la madera ya que esto influye mucho en los costos de producción.

A continuación se presenta una tabla en la que se describen las capacidades máximas de carga de trabajo de cada uno de los tornos, diámetros máximos admitidos, factor de rendimiento, largo entre extremos del carro principal, espesores de corte, tipos de chapa y espesores de trabajo.

Tabla V. **Factor de rendimiento de los tornos**

Torno	Capacidad	Diámetro Max.	Factor	Diámetro Min.	Largo	Espesores	Chapa	Espesor (mm)
	Máxima (M ³ /turno)					(Min. - Max.)		
Fezer	60 M ³	33"	3	6"	8.5'	0.5mm - 5mm	Vista	1
							Centro Largo	2.2, 2.5, 3, 4
							Centro Corto	2, 2.5, 3, 4
Cremona	40 M ³	54"	2.5	7"	8.5'	0.5mm - 7mm	Vista	1
							Centro Largo	2.2, 2.5,3,4
							Centro Corto	2, 2.5, 3, 4
Chino	18 M ³	10"		2"	4.5'	2 .2mm	Vista	Ninguno
							Centro Largo	Ninguno
							Centro Corto	2.2

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla de los factores de comparación de los tornos, la capacidad máxima se refiere a la capacidad volumétrica de desenrollado de la troza que se puede realizar en un turno de 12 horas trabajando a un ritmo constante sin paros.

Los factores se refieren al aprovechamiento de la madera desde que ingresa al torno hasta que sale como producto terminado. Otros factores muy importantes son las dimensiones máximas y mínimas de la troza que pueden

ser ingresadas además de las longitudes, espesores con los que puede operar la máquina.

Alimentación de tornos

Torno Fezer

El montaje en este torno es semiautomático, desde que la troza es puesta sobre la superficie inicial o meza de entrada de rodillos giratorios, un operario se encarga del manejo del panel desde donde se controla su traslado hasta el carro principal para preparar el desenrollado. La maquina que se muestra en la siguiente figura cuenta con sistemas automáticos para sujetar las troza desde el momento que se coloca en la meza de entrada hasta que comienza el desenrollado.

Figura 11. **Torno Fezer**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

En las siguientes figuras se muestran los mandos de operación del torno Fezer seguido de la función de cada botón:

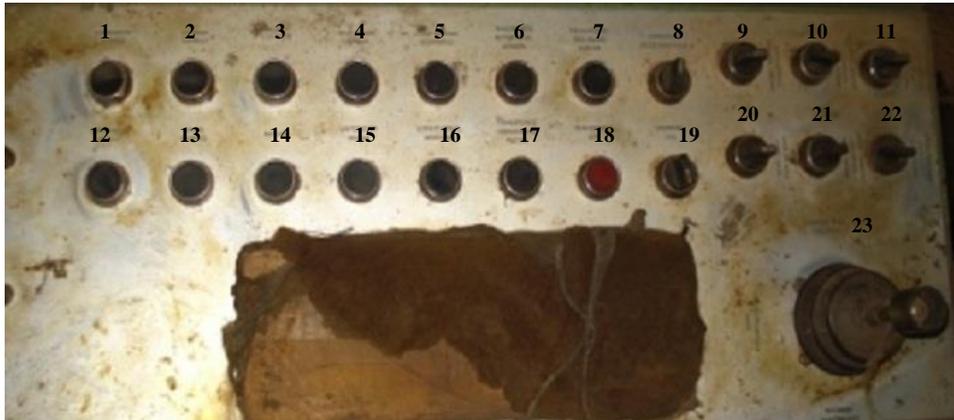
Figura 12. **Panel de entrada torno Fezer**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Detener
3. Cadena de entrada de troza
4. Cilindro para centrar troza
5. Anulado
6. Anulado
7. Volteo de troza
8. Volteo de troza
9. Anulado

Figura 13. **Panel de control izquierdo torno Fezer**

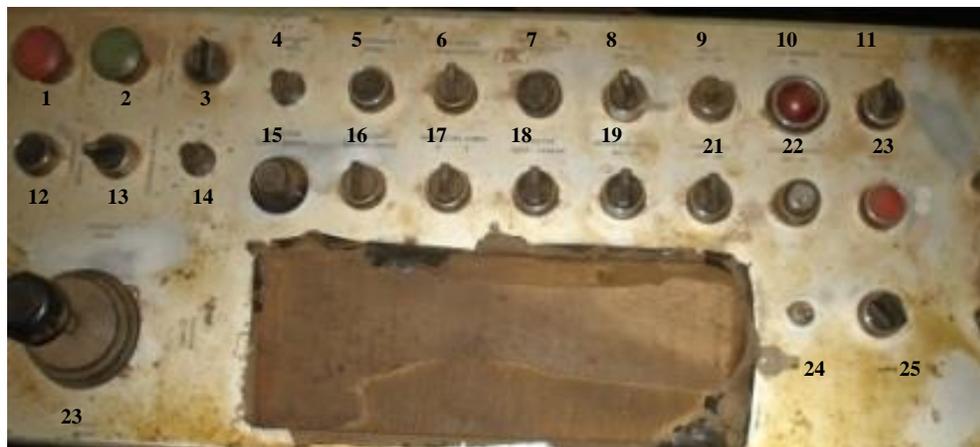


Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Cargador de troza hacia delante
2. Cerrar garras
3. Centrar la troza
4. Anulado
5. Centrar troza en cadena de entrada
6. Cadena de entrada
7. Anulado
8. Cargador de velocidad
9. Selección manual y automática de troza
10. Barras de agarre grande izquierda
11. Barras de agarre grande derecha
12. Cargador troza hacia atrás
13. Abrir garras
14. Centrar garras
15. Anulado
16. Cilindro centrado de troza

17. Cadena de entrada
18. Emergencia
19. Cargador de velocidad
20. Bajar rodos
21. Barras de agarre pequeña izquierda
22. Barras de agarre pequeñas derecha
23. Palanca multifunción
 - Abrir contra-cuchilla (atrás)
 - Cerrar contra-cuchilla (adelante)
 - Garras para la derecha (derecha)
 - Garras para la izquierda (izquierda)

Figura 14. **Panel de control derecho torno Fezer**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Manual de corte del clipper
3. Anulado
4. Velocidad de fajas transportadoras

5. Referenciar torno
6. Mantener contra-cuchilla
7. Lubricación
8. Transportadora de desperdicio (bolillo)
9. Anulado
10. Indicador de encendido
11. Cambio de espesor
12. Centrar carro
13. Selección manual y automático
14. Velocidad de corte del clipper
15. Velocidad de desenrollado manual
16. Velocidad manual-lineal
17. Angulo de carro
18. Abrir-cerrar deflector
19. Encendido-apagado motor del torno
20. Encendido-apagado bomba hidráulica
21. Llave general de encendido
22. Reset
23. Palanca multifunción
 - Carro avanza (adelante)
 - Final proceso (atrás)
 - Iniciar ciclo (izquierda)
 - Cancelar ciclo (derecha)
24. Encendido apagado mesas de salida
25. Descarga de chapa

Torno Cremona

El montaje en el torno cremona es un proceso mecanizado, una vez transportada la troza desde la descortezadora se procede a montarla por medio de una grúa que es manipulada por uno de los operadores del torno, para el montaje de la troza se necesitan 3 operarios ya que mientras uno maneja la grúa los otros dos operarios posicionan la troza sobre el carro principal para que esta sea atrapada correctamente en los platos.

Figura 15. **Torno Cremona**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Torno chino

Después de terminar completamente el proceso de cilindrado ya sea en el torno cremona o en el torno fezer se procede a transportar los bolillos (sobrante de la troza después del torneado) de madera suave (sangre, pino y castaño) hasta un pequeño deposito donde se apilan, se miden y se cortan por medio de una motosierra a una longitud de 4,25 pies, seguidamente son llevados a la superficie de entrada del torno donde un operador toma el bolillo y lo introduce para ser desenrollado.

Figura 16. **Torno Chino**



Fuente: Maderas El Alto S.A.

A continuación en las figuras se presentan los mandos de control de operación y puesta en marcha del torno chino.

Figura 17. **Panel de control torno Chino**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Anulado
2. Arranque de la bomba de aceite
3. Vibrador
4. Anulado
5. Motor de torno
6. Cadena de transporte de salida
7. Abrir barra de cuchillas
8. Cerrar barra de cuchillas
9. Cerrar rodos
10. Abrir rodos
11. Emergencia
12. Anulado

Precilindrado

Torno Fezer

Una vez montada la troza se procede al precilindrado, que consiste en redondear la troza que regularmente no viene en forma cilíndrica para después sacar una cantidad de desenrollado uniforme y de una sola tira, este proceso queda a disposición del operario ya que él calcula a simple vista cuando la troza ya está más o menos cilíndrica y termina con esta, hay que tomar muy en cuenta que cuando se realiza este proceso se desperdicia mucha materia prima y un bajo porcentaje es recuperado para centros cortos, esto no importando si la troza viene marcada como vista o como centro.

Torno Cremona

Al igual que en el torno fezer la etapa de precilindrado busca redondear la troza y dejarla preparada para el cilindrado, en esta operación es donde se produce una gran diferencia de desperdicio y eficiencia del proceso de desenrollado, ya que en relación al torno fezer el torno cremona es más eficiente en rendimiento y aprovechamiento de troza.

Torno chino

En el torno chino no hay etapa de precilindrado ya que aquí solamente se trabajan bolillos, estos ya vienen en forma cilíndrica debido a que salen del torno cremona o del torno fezer.

Cilindrado

Torno Fezer

En la etapa de cilindrado ya sea de vista o centro la troza se procede a aprovechar totalmente, se desenrolla hasta que la troza presente algún tipo de problema como por ejemplo que se quiebre, se raje, sea una madera muy dura y ya no se pueda seguir trabajando o simplemente tenga muchos nudos.

Torno Cremona

Al igual que en el torno fezer, la troza se cilindra hasta el momento en que presente algún tipo de problema o hasta un diámetro mínimo de 6 a 7 pulgadas aproximadamente.

Torno chino

En el torno chino se desenrolla el centro corto de 2,2 milímetros desde aproximadamente un diámetro de 6 a 7 pulgadas hasta dejarla a un diámetro de 2 a 3 pulgadas o hasta que el bolillo presente algún problema de ruptura.

Ajuste de espesores y largos

Torno Fezer

El ajuste de espesores lo hace el operador desde el panel del tablero principal del torno, ya que este torno posee una pantalla electrónica de visualización e ingreso de datos y todo el proceso es controlado semiautomáticamente y por consiguiente el proceso de operación de

desenrollado se realiza en menor tiempo con relación al desenrollado del cremona.

Torno Cremona

Para el ajuste de espesores del torno cremona, se debe seguir una secuencia de pasos y de ajustes perillas en el panel de control. Para lograr un buen funcionamiento del torno se deben realizar los siguientes ajustes en la siguiente tabla de valores.

Tabla VI. **Ajuste de espesor**

Ajuste de Espesores		Perilla 2 (mm)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	L	M
Perilla 1 (mm)	1	0.27	0.3	0.32	0.35	0.37	0.4	0.42	0.45	0.47	0.5
	2	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
	3	1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
	4	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4

Fuente: Manual del torno Cremona.

Por ejemplo si se quiere ajustar el torno para un espesor de 1mm se tiene que girar la perilla 1 para colocarla en el número 2 y la perilla 2 en la letra L o M.

Torno chino

En este torno solamente se pueden trabajar espesores de 2.2 milímetros, esto quiere decir que no se necesita hacer ningún ajuste.

Clasificación

Dependiendo de la especie y del tamaño de la troza que se utilice para el desenrollado se clasifica si se trabaja en el torno cremona o en el torno fezer, ya que si por ejemplo la troza es de un diámetro pequeño es mejor trabajarla en el torno fezer porque en el cremona sería mas fácil que se quiebre, ahora si la troza es bastante grande entonces se recomienda trabajarla en el torno cremona debido a que este maneja mayores diámetros.

Descarga de troza

Torno Fezer:

Para la descarga del bolillo después del desenrollado, el torno posee una banda de transporte automática la cual lleva el bolillo desde el torno hasta el patio de descarga, donde si es seleccionado como madera suave se traslada al torno chino.

Torno Cremona

Una vez se ha terminado la operación de desenrollado de la troza, ya sea porque se llegó hasta el diámetro mínimo de torneado o porque presento algún tipo de problema, el operador del torno se encarga de descargar la troza halando una palanca con la que el plato de sujeción suelta el bolillo para que caiga al suelo y después sea llevado hacia el torno chino para que se le siga desenrollando.

Torno Chino

Cuando el bolillo es desenrollado por completo hasta un diámetro entre 2 y 3 pulgadas, el operador se encarga de sacar el bolillo de la máquina pulsando un botón que hace que el plato de sujeción lo suelte, cuando el bolillo es liberado el operador se encarga de sacarlo y ordenarlo para que sea llevado ya sea a la chipeadora de otra línea de producción o a la caldera que trabaja con madera.

Manejo de desperdicios

En los tres tornos se maneja por igual, los ayudantes son los encargados de ordenar y clasificar los centros ya sea largos o cortos en tarimas, mientras se realiza la etapa de precilindrado se separa una tarima para desperdicio, una para centros cortos y los centros largos se enrollan en una bobina al igual que la vista, el desperdicio que se saca de cada desenrollado se transporta al patio para la producción de aglomerado.

Cantidad de operarios y funciones

Personal torno Fezer y Cremona

- 3 operarios
- 4 ayudantes

Torno chino

- Operarios
- 1 ayudante

Funciones

- Operario: ajustar los espesores a trabajar, limpiar las trozas que vienen sucias, ordenar el bolillo después de descarga, cambiar y ajustar cuchillas, anotar medidas en formato.
- Ayudante: ordenar los centros largos, cortos, vista y desperdicios que salen del torno en tarimas, limpieza del área.

Transporte

Torno Fezer

La chapa es transportada para la guillotina del torno cremona por medio de los ayudantes del torno cuando son rollos de centro largo o centro corto, cuando son vistas son transportadas por el montacargas.

Torno Cremona

Las vistas y los centros largos son puestos en una bobina desde que salen del torno y son trasladados hasta la guillotina por medio de una máquina transportadora de rollos.

Torno chino

Cuando los rollos de centros cortos salen del torno, son transportados directamente a su propia guillotina donde son cortados y luego se trasladan a los secaderos.

2.2.4.2.4. Guillotina

Tipos de corte (automático y manual)

El corte automático se utiliza para las vistas y centros largos ya que estos vienen enrollados en una bobina que están colocadas a la entrada de la guillotina, en el caso de los centros largos el manejo de la guillotina es semiautomático, ya que cuando el rollo que se está trabajando tiene algún defecto que pueda afectar la calidad del plywood el operario está atento para realizar el corte. Para el corte de vista efectivamente es automático debido a que la máquina posee un sensor óptico de proximidad que envía una señal eléctrica para cortar la chapa a una medida estándar de 8,5 pies.

El corte manual lo efectúa el operario a simple cálculo, tomando en cuenta que en el guillotinado lo que se busca es que el centro lleve un corte transversal recto para que no afecte la calidad del producto terminado.

Figura 18. **Clipper o guillotina**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Según la manera en que se clasifiquen las trozas desde el patio (V o C), así será el desenrollado de la madera, después de pasar por el corte la chapa es seleccionada según la calidad del corte transversal, los ayudantes de operario la clasifican dejando caer la que no sirve y ordenando en tarimas las que presentan un buen corte.

Manejo de desperdicios

De la misma manera que en los tornos, se forman tarimas con una altura aleatoria del material que se va descartando, luego es transportado por el montacargas hasta el patio de aglomerado.

Cantidad de operarios y funciones

Personal

Clipper grande (material que sale de los tornos Cremona y Fezer)

- 1 operario
- 2 ayudantes

Clipper pequeño (material que sale del torno chino)

- 1 operario
- 1 ayudante

Funciones

- Operario: manejo de máquina de corte.
- Ayudante: ingresar, clasificar y ordenar el producto que entra y sale de la guillotina.

Transporte

De la guillotina del torno cremona ya son transportadas las vistas y los centros ya ordenadas en tarimas por medio de un montacargas que las lleva hasta la entrada del secadero.

2.2.4.2.5. Secadero

Uno de los procesos más exigentes en la preparación de la madera para fabricación del plywood es el secado. De su correcta operación depende que la chapa ofrezca buenos resultados durante el proceso de fabricación.

El proceso cuenta con 3 secaderos numerados desde el secadero 1 hasta el secadero 3, cada uno tiene sus especificaciones de uso ya que operan con diferente medida de espesor de chapa.

A continuación se muestran las figuras de los secaderos 1 y 2:

Figura 19. **Secadero 1**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Figura 20. **Secadero 2**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Los secaderos poseen un variador de frecuencia por el cual se puede controlar la velocidad de marcha de la banda transportadora, esta velocidad se ajusta dependiendo de la temperatura de trabajo y de la eficiencia de la caldera. Como la temperatura de trabajo no es constante, frecuentemente se debe cambiar la velocidad del secado. A continuación se detallan las medidas permitidas en el secadero #1:

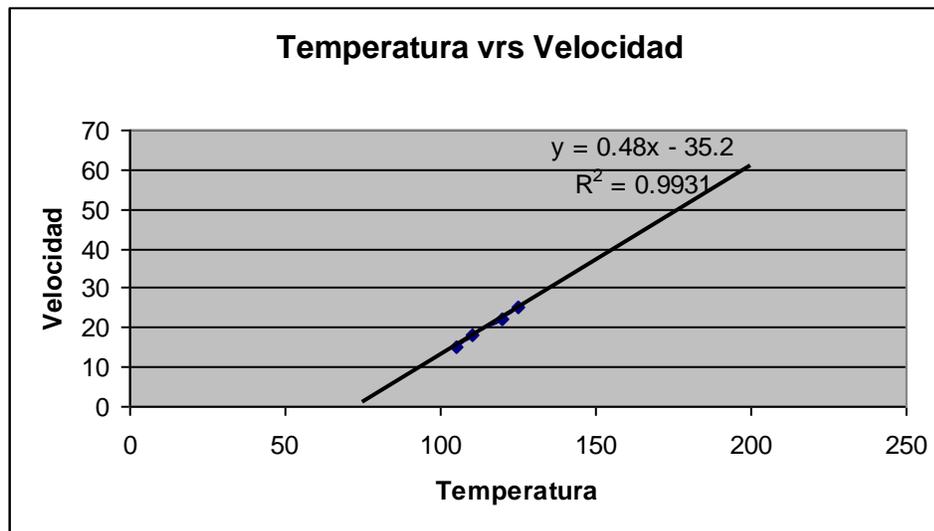
Tabla VII. **Medidas de trabajo en secadero 1**

Madera	Medidas
Vista	1mm
Centro Corto	2.2mm

Fuente: Manual del Secadero.

A continuación se muestra el gráfico y ecuación de regresión para cálculo de velocidad del secadero #1 para vista de 1 milímetros.

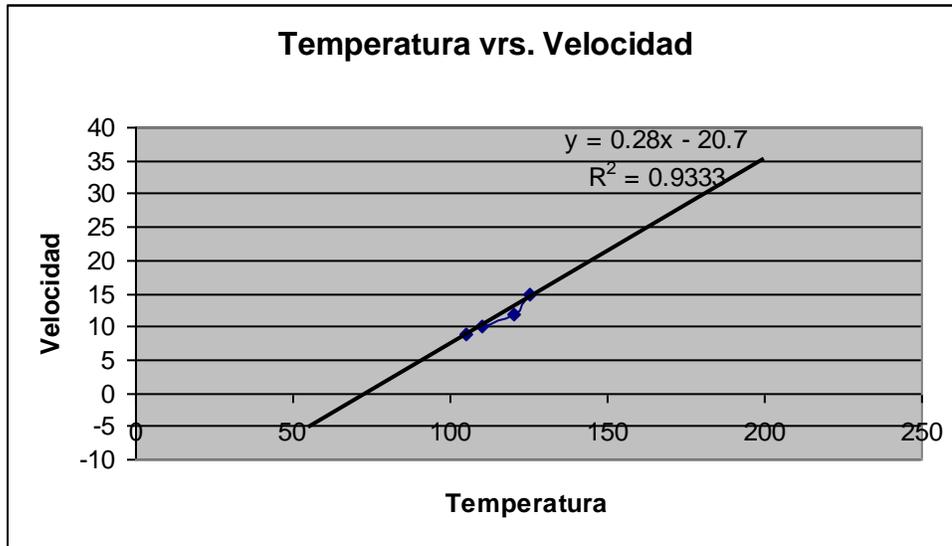
Figura 21. **Gráfico de temperatura vs. velocidad del secadero 1 para espesor de vista de 1 mm**



Fuente: elaboración propia.

Gráfico y ecuación de regresión para cálculo de velocidad del secadero #1 para centro corto de 2,2 milímetros.

Figura 22. **Gráfico de temperatura vs. velocidad del secadero 1 para espesor de vista de 2.2 mm**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla de relación de temperatura vs. Velocidad para los secaderos 2 y 3.

Tabla VIII. **Relación temperatura vs. Velocidad en los secaderos 2 y 3**

	Espesor	T (°C)	Especie	V (Hz)	T (°C)	Especie	V (Hz)	T (°C)	Especie	V (Hz)
Centro corto	3 mm.	120	Costa	25	130	Costa	40	140	Costa	40
			Pino	30		Pino	45		Pino	45
	4 mm.	120	Costa	18	130	Costa	24	140	Costa	30
			Pino	20		Pino	33		Pino	35
Centro largo	2.2 mm.	120	Costa	37	130	Costa	45	140	Costa	50
			Pino	45		Pino	50		Pino	65
	2.5 mm.	120	Costa	35	130	Costa	40	140	Costa	45
			Pino	40		Pino	45		Pino	60

Fuente: elaboración propia.

Alimentación y descarga

Después de ser transportadas las tarimas de chapa ya sea desde el clipper cremona o del clipper del torno chino hacia uno de los secaderos se realiza una reclasificación, ya que después de pasar por el clipper siempre sale alguna chapa mal cortada y por esa razón es eliminada del proceso. Para ingresar las chapas al secadero hay una persona que las va ordenando en cada uno de los niveles, cabe decir que el secadero 1 (de mallas) tiene solamente 2 niveles y los secaderos 2 y 3 tienen 3 niveles. Para la descarga de la chapa se realiza el mismo procedimiento, se toman las chapas y se van ordenando en una tarima.

Cantidad de operarios y funciones

Personal

- 2 operarios por secadero.

Función

- Operario: ingresar y sacar chapa de secadero, ordenar en tarimas, reclasificar chapa mal cortada, controlar velocidad y temperatura.

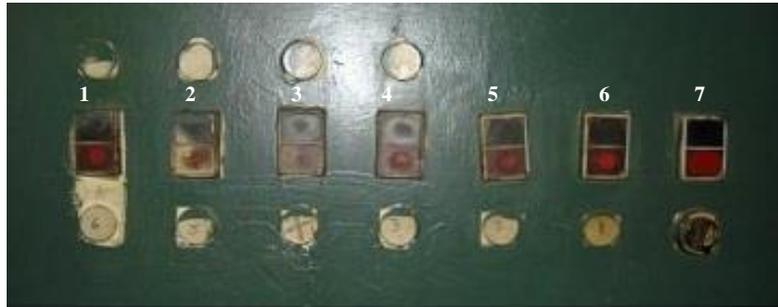
Transporte y almacenaje

Después de salir del secadero la chapa se traslada ya sea a la bodega o a la juntadora si son vistas o travistas que se pueda ensamblar.

Operación y puesta en marcha de secaderos

Para el correcto funcionamiento y operación de los secaderos es necesario conocer los siguientes aspectos:

Figura 23. **Panel de control secadero 3**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Apagado-encendido motor 1
2. Encendido-apagado motor 2
3. Anulado
4. Encendido-apagado motor 3
5. Encendido-apagado motor 4
6. Encendido-apagado motor 5
7. Encendido-apagado motor 6

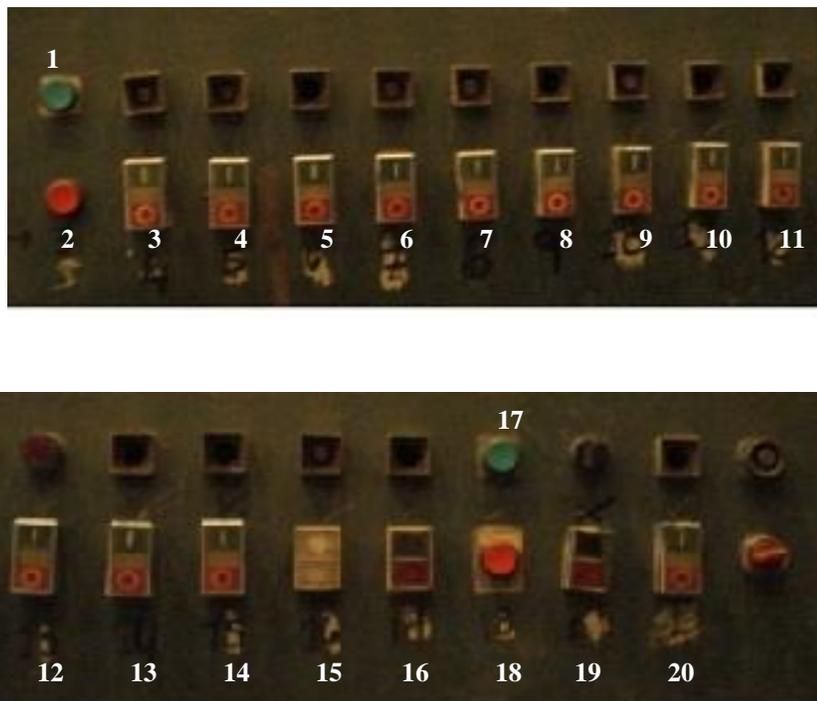
Figura 24. **Panel de control secadero 2**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido motor de entrada
2. Encendido cadena de salida
3. Encendido motor de salida
4. Push (emergencia), pull (encendido general)
5. Apagado motor de entrada
6. Apagado cadena de salida
7. Apagado motor de salida

Figura 25. **Panel de control secadero 1**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido de motor 1
2. Apagado de motor 1
3. Encendido-apagado motor 2

4. Encendido-apagado motor 3
5. Encendido-apagado motor 4
6. Encendido-apagado motor 5
7. Encendido-apagado motor 6
8. Anulado
9. Anulado
10. Anulado
11. Encendido-apagado de motor 7
12. Encendido-apagado de motor 8
13. Encendido-apagado de motor 9
14. Encendido-apagado de motor 10
15. Encendido-apagado de motor 11
16. Encendido-apagado de motor 12
17. Encendido de motor 13
18. Apagado de motor 13
19. Encendido-apagado de motor 14
20. Encendido-apagado de motor 15

2.2.4.2.6. Juntadora (ensamble lateral de caras)

Las chapas para vista y trasvista que no fueron cortadas en forma correcta en la operación de guillotinado son transportadas desde los secaderos por medio de un montacargas hasta el ensamble lateral allí se clasifican las partes a juntar según el tamaño, calidad y color. Una vez las chapas ya están clasificadas se procede a introducir las dentro de un clipper que corta y encola a la misma vez los extremos de la parte a juntar, luego una operaria se encarga de pasar esta parte de la vista o trasvista hacia la máquina juntadora la cual se encarga de pegar a presión para formar ya sea una vista o una trasvista entera.

Figura 26. **Máquina juntadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Personal

- 4 operarios (2 que clasifican y 2 manejan máquinas)

Función

- Operario: manejo de clipper, ordenar y clasificar, manejo de juntadota.

Manejo de desperdicios

En todos los procesos de transformación para plywood se tienen pérdidas, en la operación de juntado también ocurre. Estos desperdicios son ordenados en tarimas, las partes de chapa que no contienen goma se llevan para el patio de aglomerado y el que sale del corte y engomado se usa para la caldera.

Transporte

La vista o trasvista ya ensamblada se traslada para la bodega de chapa seca donde espera el turno de ser procesada para el armado.

Operación y puesta en marcha de guillotina y juntadora

Para el buen funcionamiento y operación de la guillotina y juntadora de trasvistas es necesario conocer los siguientes aspectos:

Figura 27. **Panel de control de la guillotina Fezer**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Selección manual-automático
3. Contador de cortes
4. Corte
5. Luz piloto (Anulado)
6. Luz piloto (Anulado)
7. Luz piloto (Anulado)
8. anulado
9. Ajuste del carro
10. Encendido-apagado de encolado

Figura 28. Panel de juntadora transversal



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Luz de encendido
2. Encendido bomba hidráulica
3. Ajuste de máquina
4. Prensado
5. Mover madera hacia delante
6. Selección manual-automático
7. Selección contador automático
8. Emergencia

9. Calefacción superior
10. Centrar madera transversalmente
11. Guía de alimentación
12. Atrás madera
13. Guillotina
14. Selección alimentador manual-automático
15. Tiempo de prensado
16. Anulado
17. Temperatura superior
18. Temperatura inferior
19. Contador

2.2.4.2.7. Armado y encolado

El armado es la operación en la cual las vistas y centros se enlazan entre si por medio de un encolado especial de resina, se coloca la travista seguidamente los centros y por último la vista, desde el armado se acolchonan los tableros uno sobre otro en cantidades de 12 o 24 dependiendo del espesor.

Figura 29. **Encoladora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

A continuación en las figuras se muestra la puesta en marcha y operación de encoladora:

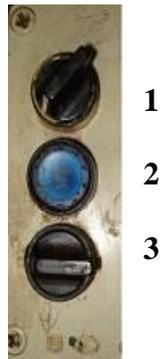
Figura 30. **Panel de encoladora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Anulado
2. Encender agitador tanque 1
3. Apagar agitador tanque 1
4. Anulado
5. Encender agitador
6. Apagar agitador

Figura 31. **Encendido de válvulas encoladora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido válvula de encolado 1
2. Anulado
3. Encendido válvula de encolado 2

Tipos de resina

Las resinas que se utilizan para la fabricación de plywood son:

Ureica

Resina líquida destinada al encolado de todo tipo de trabajos de enchapado. Es utilizada tanto en prensa fría como en prensa caliente siempre

en combinación con un extensor como la harina además de agua y catalizador. Tiene una vida útil de 4 (cuatro) meses, a una temperatura media de 20° C; a mayor temperatura el tiempo de vida útil se reduce.

Fenólica

Resina en polvo que debe mezclarse con otros componentes para formar una mezcla adhesiva que se utiliza para un tipo especial de enchapado, se puede utilizar en la prensa fría y caliente.

Cantidad de resina (graduación de flujo):

La cantidad de la mezcla que se utiliza para el armado de los tableros de plywood varia dependiendo del espesor, de la consistencia de la resina y de varios factores. El depósito que se tienen para la alimentación de la encoladora tiene la capacidad de almacenar hasta 4 medidas de la mezcla, tomando en cuenta que el consumo de la mezcla que se utiliza para fabricación del plywood fenólico es mayor que el que se utiliza para ureico.

Preparación de mezcla para plywood ureico (una medida):

- 100 kg. resina líquida
- 38 kg. harina
- 1.5 litros de catalizador
- 40 litros de agua

Preparación de mezcla para plywood fenólico (una medida):

- 2 bolsas de 25 lbs. de resina Dinosol.

- 1 bolsa de 30 lbs. de catalizador hardener.
- 50 litros de agua.

Ensamble de capas para diferentes espesores:

Para el armado de un tablero de plywood se deben tomar muy en cuenta algunos factores como los espesores de las chapas que se utilizan, además del tiempo estándar de armado y el número de láminas que se pueden ingresar al prensado en frío. A continuación se muestra una tabla donde se detallan los factores más importantes de la operación de encolado:

Tabla IX. **Factores importantes para el armado de plywood**

Espesor (mm)	Chapa	Cantidad	Espesor (mm)	Tiempo X paquete (min.)	# de láminas x paquete
4	Centro C.	1	2.2	11	24
	Centro L.	xxxxx	xxxxx		
	Vista	2	1		
6	Centro C.	1	4	12	24
	Centro L.	xxxxx	xxxxx		
	Vista	2	1		
9	Centro C.	2	2.5	13	12
	Centro L.	1	2.2		
	Vista	2	1		
12	Centro C.	2	4	16	12
	Centro L.	1	2.2		
	Vista	2	1		
15	Centro C.	3	3	20	12
	Centro L.	2	2.2		
	Vista	2	1		

Continuación de la tabla IX.

18	Centro C.	3	4	30	12
	Centro L.	2	2.2		
	Vista	2	1		
25	Centro C.	4	4	45	12
	Centro L.	3	2.5		
	Vista	2	1		

Fuente: elaboración propia.

Manejo de desperdicios

Al igual que en las demás operaciones se produce un desperdicio, ya que se eliminan las chapas que tienen un mal corte o que pueden provocar defectos en el producto terminado. Los desperdicios son ordenados en una tarima y luego trasladados a la caldera; Estos desperdicios no pueden ser utilizados en la producción de aglomerado ya que contiene químicos que pueden dañar la calidad de ese producto.

Cantidad de operarios y funciones:

Personal

- 1 mezclador
- 4 armadores

Funciones

- Mezclador: mezclar los ingredientes de la formulación, ingresar chapa a encoladora.
- Armador: armar, ordenar y clasificar la chapa.

Transporte de tableros

Una vez la chapa es encolada y armada se procede a transportarla hacia el prensado en frío o también conocido como pre prensa.

Prensado

En frío

Esta operación es conocida también como pre-prensado, es la operación en la cual se trata de mantener una presión constante para que la cola tenga una buena adhesión entre las chapas que contienen la goma. El tiempo de esta operación varia dependiendo del número de laminas que se van a prensar y este a su vez del espesor del tablero que se va a fabricar. Hay que tener en cuenta que para los espesores de 4 y 6 milímetros se prensan paquetes de 24 láminas y en espesores de 9, 12, 15,18 y 25 milímetros solamente paquetes de 12 láminas.

En caliente: (tamaño del paquete, temperatura, tiempo, presión)

A diferencia del prensado en frío solamente se pueden prensar 12 láminas a la vez, ya que solo existe un compartimiento para cada una de ellas. La temperatura de operación de la prensa para fabricación de plywood fenólico es

de 120 °C y para el plywood ureico es de 110 °C, los tiempos se detallan a continuación:

Tabla X. **Tiempo de prensado y pre-prensado**

Espesor (mm)	Prensado (Min)	Pre-prensado (Min)
4	3	3
6	3	3
9	9	8
12	10	19
15	14	14
18	16	14
25	19	20

Fuente: elaboración propia.

Enfriamiento

El tiempo de enfriado varia de paquete a paquete al igual que el número de paquetes por tarima, esto lo determina aleatoriamente el operador de la máquina de lijado.

Cantidad de operarios y funciones

Personal:

- 2 operadores

Funciones

- Operador: los operadores de la preprensa y la prensa se encargan de mantener la temperatura constante, transportar los paquetes del prepresado hacia el presado, tomar el tiempo de presado, transportar los paquetes hasta el lugar de enfriamiento.

Transporte

El transporte lo realizan los 2 operadores de prensa, sacan el paquete de la pre-prensa y lo trasladan para la prensa, luego se procede a ingresarlo a la prensa. Para la descarga de la prensa se llevan los paquetes hacia una tarima en donde se ordenan y se dejan un momento para el enfriamiento seguidamente las transportan una distancia de 15 metros hasta la escuadradora.

2.2.4.2.8. Escuadrado

El escuadrado es el proceso en el cual se busca dimensionar la lámina o el tablero de plywood a una medida única de producción. El tablero es puesto sobre una banda de rodos que lo traslada hacia las sierras de corte lateral, esa misma banda traslada el tablero hacia las sierras de corte transversal donde se termina de dimensionar, luego son ordenadas sobre una tarima que contiene un número aleatorio de láminas. A continuación en la figura se muestra la escuadradora:

Figura 32. **Máquina escuadradora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Para la fabricación de tableros de plywood se trabajan las siguientes dimensiones:

Tabla XI. **Dimensiones de los tableros**

Espesor (mm)	Dimensiones (mts)	Volumen (mts ³ /Unidad)
4	1.22 x 2.44	0.012
6	1.22 x 2.44	0.018
9	1.22 x 2.44	0.027
12	1.22 x 2.44	0.036
15	1.22 x 2.44	0.045
18	1.22 x 2.44	0.054
25	1.22 x 2.44	0.074

Fuente: elaboración propia.

Manejo de desperdicios

Los extremos que son cortados en este proceso son utilizados en la caldera, algunos de estos desperdicios son usados para polín, el cual es usado para la separación de los paquetes.

Cantidad de operarios y funciones

Personal

- 1 operario

Funciones

- Operario: manejo de máquina escuadradora, ingreso de tableros, ajuste de sierras de corte.
- Ayudante: ordenar desperdicios en tarimas, clasificar desperdicio para polines, trasladar paquetes para reparación.

Transporte

Una vez los tableros son ordenados en una tarima se transportan por medio de una banda de rodos hasta la reparación.

2.2.4.2.9. Reparación y lijado

Reparación

Es la operación en la cual se trata de rellenar los defectos de armado y los de origen que llevan las chapas debido a la especie que se utiliza en el proceso.

Para la fabricación de plywood ureico se usan vistas y trasvistas de pino además de maderas tropicales suaves como la sangre, el castaño, san Juan y negrito. En la producción del plywood fenólico solamente se usan maderas tropicales pues no importa mucho la calidad de la vista, ya que su aplicación no requiere de mucha estética. A continuación se muestra en la figura la mesa de reparación:

Figura 33. **Mesa de reparado de láminas**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Material y herramientas para reparación:

Para la reparación de los tableros se utiliza una pasta especial para sellado llamada stucco, esta pasta viene en diferentes colores y se aplica dependiendo del color de la vista de la lámina. Cada operario reparador utiliza una espátula con la cual aplica sobre la parte defectuosa del tablero el cual es transportado por una banda de rodos hasta la lijadora.

Los colores que se utilizan para la reparación son:

- Pino
- Sangre

- Negrito
- Santa Maria

Cantidad de operarios y funciones

Personal

- 4 operadores reparadores

Funciones

- Operador reparador: aplicar el sellador sobre superficie del tablero, colocar el tablero sobre la banda transportadora.

Transporte

Luego de ser reparado el tablero se ordena en tarimas y se procede a transportarlas (10 metros) por medio de una banda de rodos y llevada hasta el ingreso para la lijadora.

Lijado

Después de la revisión y reparación del tablero se procede al lijado, en esta operación se busca dejar una superficie plana uniforme y lo más lisa posible, la lijadora posee dos lijas, una gruesa (número 80 o 100) que sirve para disminuir el espesor del tablero y una fina (número 120) que le da el acabado final. A continuación de muestra en la figura la máquina lijadora:

Figura 34. **Máquina lijadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Transporte

Después de ser lijados los tableros se transportan en tarimas por medio de un montacargas hasta la bodega de producto terminado donde se hace una clasificación.

En la siguiente figura se muestra la operación y puesta en marcha de lijadora:

Figura 35. **Panel de control de la lijadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Extractor
3. Subir mesa
4. Encender banda
5. Encender rodillo de salida
6. Encender rodillo de entrada
7. Apagar extractor
8. Bajar mesa
9. Apagar banda
10. Apagar rodillo de salida
11. Apagado rodillo de entrada

2.2.4.3. Formatos

Los formatos también conocidos como hojas de verificación son utilizados para llevar cifras exactas de los recursos utilizados en la fabricación de un producto, de la veracidad de estos datos dependen los costos de producción.

Los formatos deben diseñarse de acuerdo a las necesidades y al tipo de proceso de fabricación. Para la línea de producción de plywood se elaboraron 4 formatos, cada uno de ellos para las operaciones más importantes, el primer formato denota el control que debe llevarse sobre el rendimiento de los tornos, el metraje lineal y el número de trozas que se procesan para cada uno de los turnos.

También se diseñó un formato de control de prensado, este formato es muy importante ya que de este depende que se lleve una auditoría de producción exacta de tableros de plywood, este formato deberá estar llenado con datos verídicos ya que deberá coincidir con los datos de la bodega de producto terminado.

El formato de control de ingreso de tarimas a encolado debe ser llenado con exactitud y precisión para determinar la cantidad de materia prima que es aprovechada para el proceso y el sobrante o desperdicio de este, además llevar un control adecuado de la cantidad de adhesivo y otras materias que se utilizan para la fabricación del material.

Por último el formato para ingreso de tarimas al secadero, con este se pretende llevar un control del tiempo efectivo de trabajo de las máquinas, ya que por ser máquinas secadoras tienen un consumo muy alto de energía eléctrica y no pueden haber tiempos de ocio.

Figura 38. **Formato para ingreso de tarimas a encoladora**

INGRESO DE TARIMAS A ENCOLADORA

Supervisor: _____
Operario: _____ Encoladora: _____

Fecha	Turno	# Tarima	Cantidad Chapas	Espesor (mm)				Vista	Trasvista	Corto	Largo
				1	2	2.2	2.5				
		1		1	2	2.2	2.5	3	4		
		2		1	2	2.2	2.5	3	4		
		3		1	2	2.2	2.5	3	4		
		4		1	2	2.2	2.5	3	4		
		5		1	2	2.2	2.5	3	4		
		6		1	2	2.2	2.5	3	4		
		7		1	2	2.2	2.5	3	4		
		8		1	2	2.2	2.5	3	4		
		9		1	2	2.2	2.5	3	4		
		10		1	2	2.2	2.5	3	4		
		11		1	2	2.2	2.5	3	4		
		12		1	2	2.2	2.5	3	4		
		13		1	2	2.2	2.5	3	4		
		14		1	2	2.2	2.5	3	4		
		15		1	2	2.2	2.5	3	4		
		16		1	2	2.2	2.5	3	4		
		17		1	2	2.2	2.5	3	4		
		18		1	2	2.2	2.5	3	4		
		19		1	2	2.2	2.5	3	4		
		20		1	2	2.2	2.5	3	4		
		21		1	2	2.2	2.5	3	4		
		22		1	2	2.2	2.5	3	4		
		23		1	2	2.2	2.5	3	4		
		24		1	2	2.2	2.5	3	4		
		25		1	2	2.2	2.5	3	4		
		26		1	2	2.2	2.5	3	4		
		27		1	2	2.2	2.5	3	4		
		28		1	2	2.2	2.5	3	4		
		29		1	2	2.2	2.5	3	4		
		30		1	2	2.2	2.5	3	4		
		31		1	2	2.2	2.5	3	4		
		32		1	2	2.2	2.5	3	4		
		33		1	2	2.2	2.5	3	4		
		34		1	2	2.2	2.5	3	4		
		35		1	2	2.2	2.5	3	4		

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Formato de salidas de tarimas del secadero**

SALIDAS DE TARIMAS DEL SECADERO

Supervisor: _____
Operario: _____ Secadero: _____

Fecha	Turno	# Tarima	Cantidad Chapas	Espesor en mm						Vista	Trasvista	C. Corto	C. Largo	M ²
				1	2	2.2	2.5	3	4					
		1		1	2	2.2	2.5	3	4					
		2		1	2	2.2	2.5	3	4					
		3		1	2	2.2	2.5	3	4					
		4		1	2	2.2	2.5	3	4					
		5		1	2	2.2	2.5	3	4					
		6		1	2	2.2	2.5	3	4					
		7		1	2	2.2	2.5	3	4					
		8		1	2	2.2	2.5	3	4					
		9		1	2	2.2	2.5	3	4					
		10		1	2	2.2	2.5	3	4					
		11		1	2	2.2	2.5	3	4					
		12		1	2	2.2	2.5	3	4					
		13		1	2	2.2	2.5	3	4					
		14		1	2	2.2	2.5	3	4					
		15		1	2	2.2	2.5	3	4					
		16		1	2	2.2	2.5	3	4					
		17		1	2	2.2	2.5	3	4					
		18		1	2	2.2	2.5	3	4					
		19		1	2	2.2	2.5	3	4					
		20		1	2	2.2	2.5	3	4					
		21		1	2	2.2	2.5	3	4					
		22		1	2	2.2	2.5	3	4					
		23		1	2	2.2	2.5	3	4					
		24		1	2	2.2	2.5	3	4					
		25		1	2	2.2	2.5	3	4					
		26		1	2	2.2	2.5	3	4					
		27		1	2	2.2	2.5	3	4					
		28		1	2	2.2	2.5	3	4					
		29		1	2	2.2	2.5	3	4					
		30		1	2	2.2	2.5	3	4					
		31		1	2	2.2	2.5	3	4					
		32		1	2	2.2	2.5	3	4					
		33		1	2	2.2	2.5	3	4					
		34		1	2	2.2	2.5	3	4					
		35		1	2	2.2	2.5	3	4					
		36		1	2	2.2	2.5	3	4					

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.4. Responsables

Las personas que participan activamente en el proceso de fabricación del plywood deberán colaborar responsablemente de la realización, desarrollo implementación y actualización del manual de la línea, siendo estos los principales responsables:

- Gerente de producción
- Coordinador de producción
- Encargado de control de calidad
- Supervisores de la línea de plywood
- Junta directiva (para su aprobación)

El manual debe ser revisado por lo menos cada 6 meses para realizar las modificaciones u actualizaciones que sean necesarias, estas deberán contener el número de revisión y la fecha correspondientes.

2.2.5. Línea de aglomerado

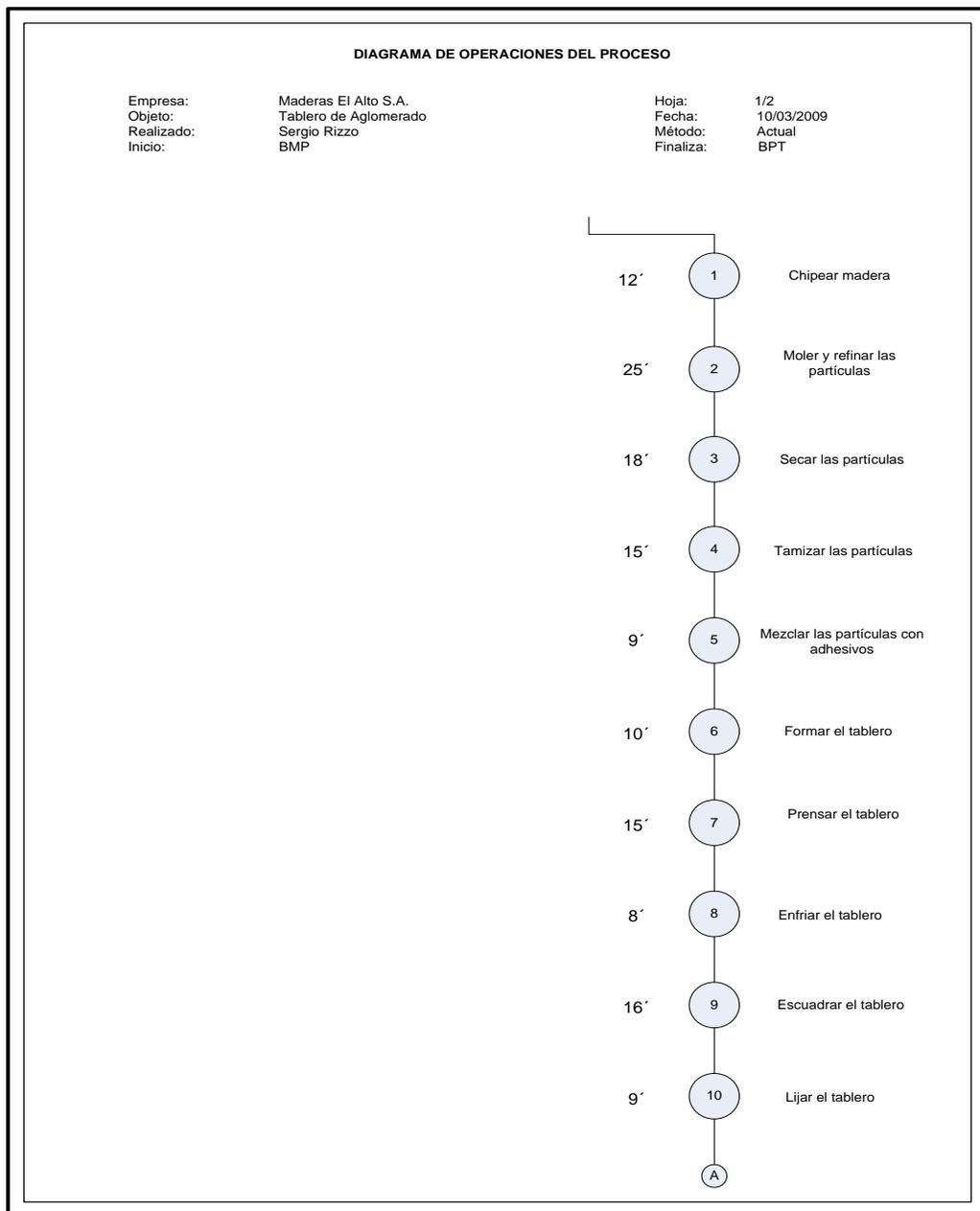
La línea de producción de aglomerado comprende desde el patio de almacenamiento de madera hasta el lijado del tablero.

El tablero de aglomerado es un producto que se realiza con partículas de madera las cuales son procesadas y mezcladas con adhesivos especiales para formar un material con excelentes propiedades físicas y mecánicas que se pueden utilizar en muchas aplicaciones como por ejemplo la construcción, decoración, acabados etc.

2.2.5.1. Diagrama de operación

A continuación se muestra el diagrama de operación de la línea de aglomerado:

Figura 40. Diagrama de operación de aglomerado



Según el análisis del diagrama de operaciones de la línea de fabricación de aglomerado se tienen 10 operaciones, con un tiempo de operación por metro cúbico de producción de 137 minutos, más una operación combinada con un tiempo estimado de 8 minutos, lo cual da como resultado un tiempo total de operación de 145 minutos para la producción de 1 metro cúbico de tablero de aglomerado.

2.2.5.2. Procesos

Es necesario establecer reglas y procedimientos de operación para la fabricación de los tableros de aglomerado, debido a esta situación se deben seguir las siguientes operaciones para la correcta fabricación:

- Almacenar la materia prima en patio
- Chipear o quebrar la madera
- Moler la madera en partículas de tamaño estándar permitido
- Secar las partículas de madera
- Separar o tamizar las partículas por tamaño
- Dosificar el adhesivo para la mezcla
- Formar y prensar el tablero
- Escuadrar y lijar el tablero

Cada uno de las operaciones antes descritas lleva una amplia descripción de los procesos que deben realizarse, a continuación se detallan cada uno de los puntos mencionados.

2.2.5.2.1. Almacenamiento de materia

El patio de madera de aglomerado es el área donde se almacena, ordena y se verifica la calidad de la madera recibida y acordada previamente con el proveedor, se revisan si los volúmenes o el peso cumplen con lo establecido y se ordenan tomando en cuenta el tipo de madera a la que pertenecen, no se pueden ingresar maderas de trocillo con diámetros mayores de 5” ya que estas pueden dañar las cuchillas de la chipeadora especialmente si son maderas de especies duras, cada uno de los tipos de madera se colocan en sectores previamente asignados por la persona encargada de patio. El rango de aceptación para la densidad de la madera debe mantenerse entre 450 y 550 kilogramo sobre metro cúbico, hay que tomar en cuenta que si la madera viene húmeda la densidad es mayor y esto ocasiona un aumento en el costo de producción ya que el proceso deberá ser más complicado, y por otro lado la madera tampoco debe ser demasiado reseca ya que esto ocasiona gastos adicionales en el consumo de resina.

Figura 41. Patio de madera para aglomerado



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Tipo de materiales

Los tipos de madera que se emplean para la producción de aglomerado son:

- Aserrín
- Chip
- Lepa
- Trocillo
- Viruta o chaomín
- Chapa
- Bolillo sobrante de plywood

De las maderas de tipo latifoliadas o también llamadas maderas de costa o tropicales que se utilizan en el proceso de fabricación del aglomerado se utilizan las siguientes:

Tabla XII. **Madera que se utiliza en el proceso de aglomerado**

1	Conacaste
2	Huesito
3	Llorón
4	Morro
5	Lloroconte rojo
6	Lloroconte verde
17	Zorra
8	Leche verde
9	Cedrillo

Continuación de la tabla XII.

10	Amate
11	Blanquita
12	Fuego
13	Laurel
14	Palo de jiote
15	Tamarindillo
16	Almendro
17	Frijolillo
18	Cedrón

Fuente: elaboración propia.

Hay que tomar en cuenta que de las maderas latifoliadas es de donde se obtienen las maderas duras que no pueden ser pasadas por las chipeadoras ya que se pueden ocasionar daños en las cuchillas.

Maderas coníferas que se utilizan para fabricación de aglomerado:

Tabla XIII. **Maderas coníferas**

1	Sangre
2	Pino
3	Mapola
4	San Juan
5	Santa Maria
6	Castaño
7	Ceibillo
8	Naranja

Fuente: elaboración propia.

Cantidad de operarios y funciones

Función

- Montacarguista: encargado de descargar camiones con trocillo y lepa así como su acondicionamiento en el patio, abastece la chipeadora con una mezcla de madera (2 viajes de lepa, dos viajes de trocillo y un viaje de chapa) y así sucesivamente; abastece el embudo del molino y mantiene uniforme el volcán de aserrín cuando ingresa el producto.

Personal para patio

- 1 Ayudante de patio
- 1 Montacarguista

Transporte

La madera es transportada del patio hasta la base de alimentación de la chipeadora por medio de un montacargas. Se debe tomar en cuenta la cantidad de madera que se debe ingresar dependiendo del color y de la consistencia que se desea del material.

2.2.5.2.2. Chipeado

La operación de chipeado es la transformación de la madera entera a partículas de una longitud que debería oscilar entre 3 y 7 centímetros y espesores de 1 a 5 centímetros, una astilladora ó chipeadora con una potencia de salida de 210 H.P. y una de 150 H.P. se encuentran conectadas a una misma banda transportadora que traslada las partículas hasta un patio de chipeado donde además se almacenan otros tipos de sub-productos de partículas de madera como el aserrín, viruta y chip que directamente son descargados en este lugar.

Las chipeadoras no deben ser utilizadas simultáneamente ya que debido a su alto consumo de energía ocasionaría un gasto innecesario para el costo de producción, utilizando la chipeadora de 210 H.P. se cumplen con los requerimientos de madera necesarios para la línea de producción, tomando en cuenta que se deben mantener 4 personas en cada turno para que la producción máxima de 90 mt³/día de tablero de aglomerado sea satisfecha.

A continuación en la figura se muestra la maquina chipeadora:

Figura 42. **Máquina chipeadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Especies

Para la operación de chipeado se utilizan los siguientes tipos de madera de las especies de costa y de pino:

- Bolillo
- Trocillo
- Lepa
- Chapa

Cantidad de operarios y funciones

Chipeado

Funciones

- Operador: manejo de máquina y cargado o llenado de chipeadora.
- Ayudante: cargado o llenado y limpieza de chipeadora.

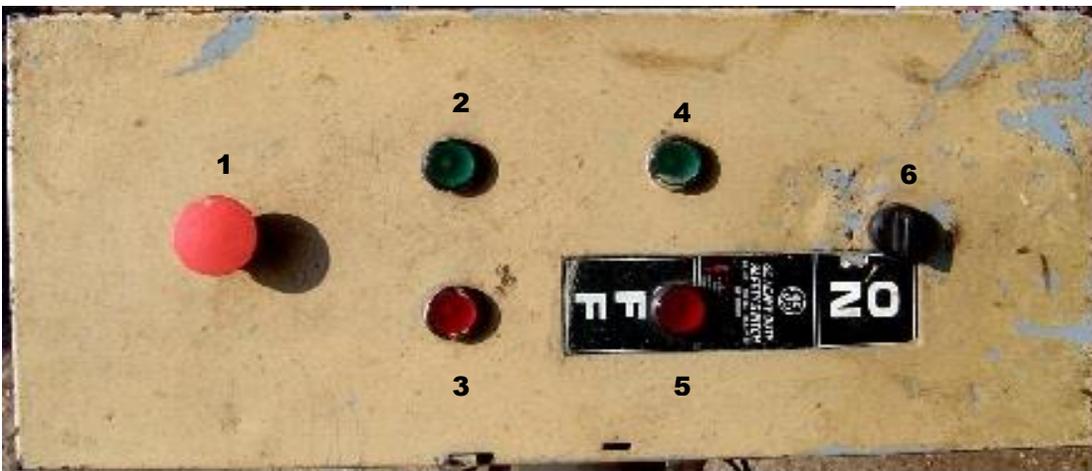
Personal

- 1 operador
- 3 ayudante

Operación y puesta en marcha de chipeadoras

Para la correcta utilización de la maquina es necesario conocer las partes que a continuación se presentan:

Figura 43. **Panel de control de la chipeadora grande**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Encendido banda transportadora
3. Apagado banda transportadora
4. Encendido motor
5. Apagado motor de chipeadora
6. Encendido y apagado banda interna de chipeadora

Figura 44. **Panel de control chipeadora pequeña**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Inserción de llave para abrir panel
2. Encendido y apagado de banda interna
3. Encendido y apagado motor

2.2.5.2.3. Molido

En la operación de molido de madera se busca afinar el producto que se encuentra en el patio de chipeado ya que el tamaño de las partículas de madera que se utilizan para el tablero deben oscilar una longitud de aproximadamente 1 centímetro. Más del 12% de las partículas que salen del molino deben ser finas y menos del 88% de partículas gruesas, se deben mantener un estricto control del tamaño y espesor de la partícula y para esto es necesario realizar pruebas de tamizado o zarandeo de virutas frecuentemente con el propósito de preveer posibles problemas mecánicos de la máquina además de pérdida de material en el proceso. A continuación se presenta en la figura el molino PZ14:

Figura 45. **Molino PZ14**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Especies

Para la operación de chipeado se utilizan los siguientes tipos de madera de las especies de costa y de pino:

- Bolillo
- Trocillo
- Lepa
- Chapa

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: manejo de maquinas y llenado de tornillo transportador.

Personal

- 1 operador

Transporte

La madera es trasladada por medio de una banda transportadora de carga que conecta las dos chipeadoras (primaria y secundaria) hasta el patio de chipeado, en el patio el montacarga traslada el chipeado hasta la fosa de cargas, el operador del molino se encarga de dar el aviso al montacarguista sobre el tipo de madera que necesita ya sea fina o gruesa para realizar la mezcla ideal para el proceso, el tornillo sin fin de la fosa se conecta a una banda que transporta la madera hasta la tolva del molino, después de ser procesada la madera en el molino se lleva hasta el silo de madera verde por medio de un extractor.

A continuación en las figuras se muestra la puesta en marcha y operación del molino PZK14:

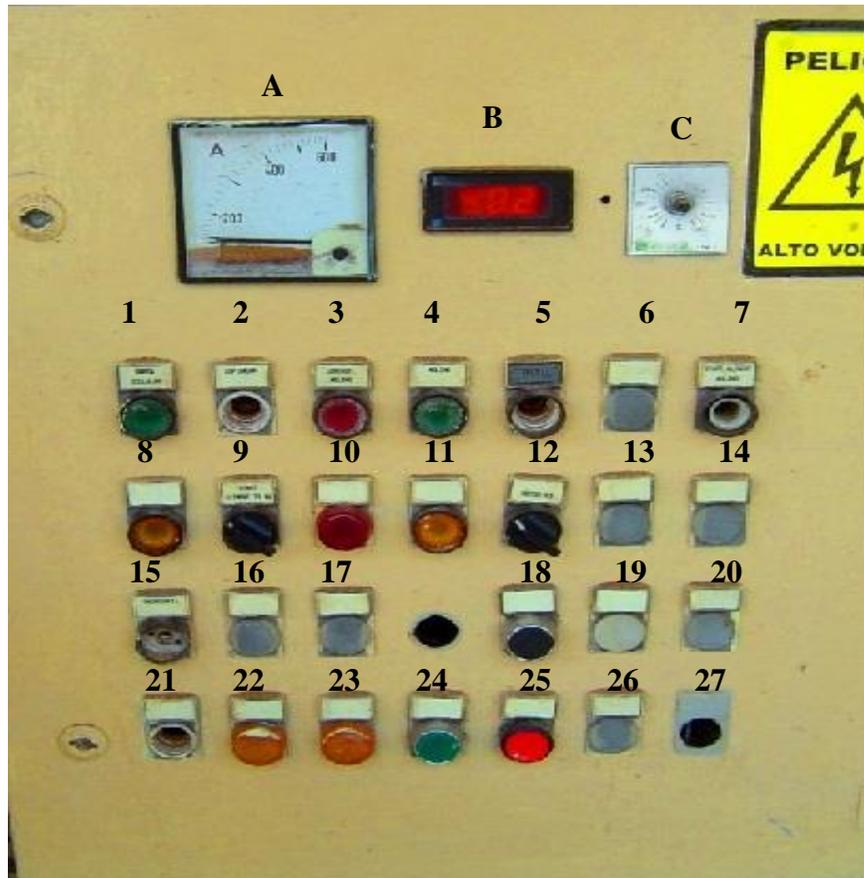
Figura 46. **Panel para movimiento de tornillo alimentador**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido-apagado de tornillo 1
2. Encendido-apagado de tornillo grande
3. Encendido-apagado de tornillo 2
4. Emergencia

Figura 47. Panel de control del molino PZ14



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

- A. Medidor de corriente del motor del molino
- B. Display para control de velocidad de llenado del vibrador
- C. Variador de velocidad de llenado de molino
- 1. Encendido del extractor
- 2. Anulado
- 3. Encendido corona
- 4. Encendido motor molino
- 5. Anulado

6. Anulado
7. Anulado
8. Apagado extractor
9. Encendido-apagado banda transportadora
10. Luz piloto
11. Apagado motor molino
12. Encendido-apagado tornillo
13. Anulado
14. Anulado
15. Anulado
16. Anulado
17. Anulado
18. Reset vibrador
19. Anulado
20. Anulado
21. Anulado
22. Luz piloto
23. Luz piloto
24. Reset molino
25. Anulado
26. Anulado
27. Anulado

Depósito (silo verde):

En el depósito de madera verde se almacena todo el producto que se procesa en el molino, el llenado del depósito es controlado por el operador de la línea de secado que se encarga de supervisar el nivel y la velocidad de

descarga desde el silo hasta la banda de transporte que lo lleva hasta el secadero.

El silo verde tiene una capacidad de almacenamiento de 67,35 metros cúbicos, el tiempo de abastecimiento de madera para la producción es de aproximadamente 2,78 horas. Que equivale a 2 horas y 45 minutos tomando como referencia el 100 % de la capacidad de almacenamiento del depósito. Si se toma como referencia el 67 % de la capacidad del silo se tiene un tiempo de abastecimiento de aproximadamente 1,84 horas tomando como base una producción de 90 metros cúbicos por día. A continuación se muestra en la figura el depósito de madera verde:

Figura 48. Depósito de madera verde



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Función

- Operario: controlar nivel de llenado y velocidad de descarga de madera.

Personal

- 1 operador

Transporte

El material es llevado por medio de un tornillo de transportación que lo traslada hasta el secadero.

2.2.5.2.4. Secado

El secado es el proceso mediante el cual se busca eliminar la humedad de la madera procesada ya que para que el producto no presente problemas en la etapa de prensado la madera debe contener un pequeño porcentaje de humedad, para optimizar dicho porcentaje de humedad de la madera en el proceso de secado esta debe ser tratada en el secadero donde la regulación de la temperatura se realiza desde el panel de control variando la cantidad de bunker que se ingresa al quemador.

La temperatura de trabajo varia dependiendo de las estaciones del año ya que en verano se trabajan con una temperatura promedio de aproximadamente 250 °C y en invierno de 360 °C esto debido a que en el invierno las partículas tienen un gran porcentaje de humedad.

La temperatura de salida del secadero de partículas se trabaja a temperaturas entre 120 y 130 °C. Desde el panel de control se puede variar la velocidad de la banda de transporte interna del silo de la cual depende también la velocidad de secado, la velocidad se ajusta regularmente al 40 % de la velocidad máxima. Es muy importante que el porcentaje de humedad de la viruta que sale del secadero deba mantenerse entre el rango de 1 y 3 % ya que de esto depende mucho la calidad del tablero.

Operación y puesta en marcha de la línea de secado

Para el correcto funcionamiento y operación de la maquinaria se deben conocer las siguientes partes:

Figura 49. **Control de velocidad de vaciado del depósito**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Anulado
2. Control de velocidad banda de silo verde
3. Anulado
4. Regulador de velocidad de vaciado silo verde

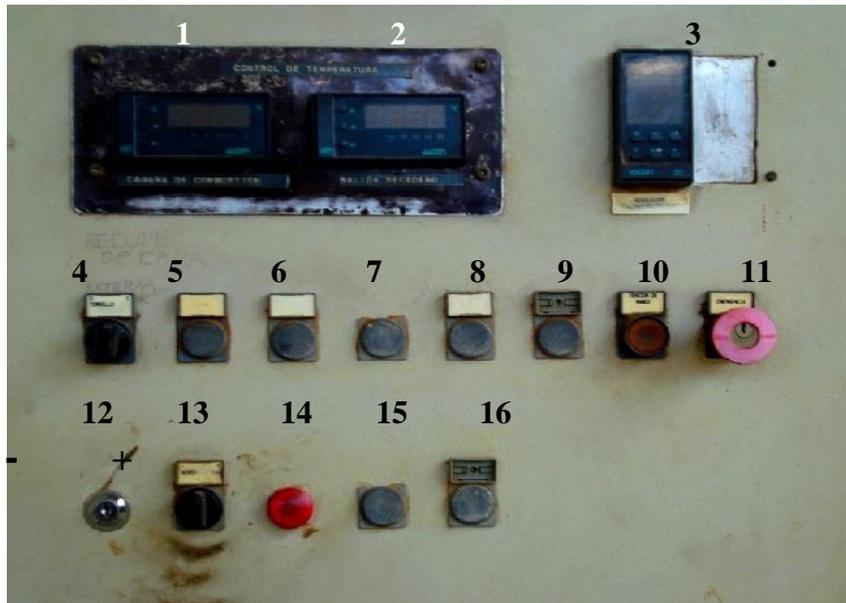
Figura 50. **Controles de corriente línea de secado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Anulado
2. Control de corriente motor molino refinador (PZK10)
3. Control de corriente motor del extractor

Figura 51. **Panel de control de la cámara de combustión**

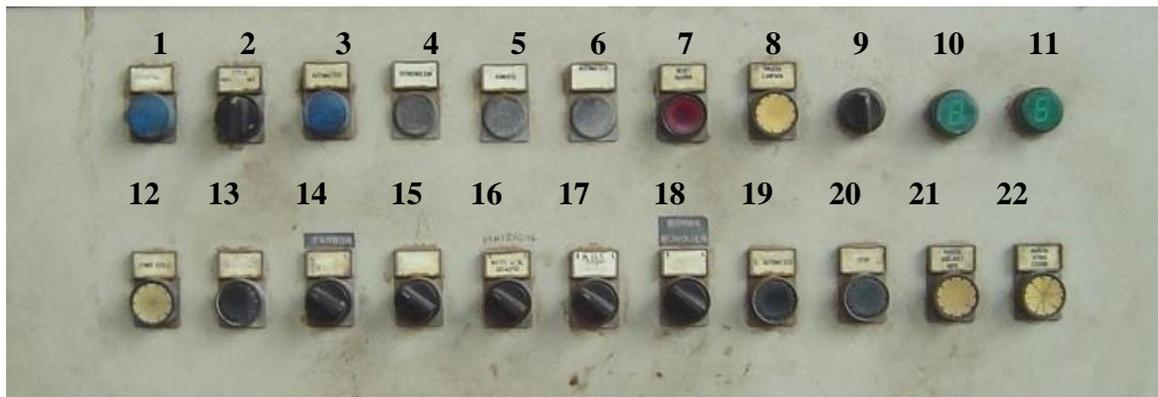


Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Control de temperatura cámara de combustión
2. Control de temperatura de salida
3. Control de temperatura de entrada
4. Encendido-apagado de control de recupero de madera externa
5. Anulado
6. Anulado
7. Anulado
8. Anulado
9. Anulado
10. Tensión de mando
11. Emergencia
12. Llave para encendido (anulado)
13. Regulación de llama cámara de combustión

- 14. Luz piloto
- 15. Anulado
- 16. Anulado

Figura 52. **Panel de control del tambor de secadero**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

- 1. Luz piloto control de ciclo manual
- 2. Control de ciclo manual y automático
- 3. Luz piloto control de ciclo automático
- 4. Anulado
- 5. Anulado
- 6. Anulado
- 7. Reset alarma
- 8. Prueba de lámparas
- 9. Anulado
- 10. Luz piloto
- 11. Luz piloto
- 12. Anulado
- 13. Anulado

14. Encendido-apagado del tambor
15. Encendido-apagado compresor polvillo
16. Encendido-apagado tornillo de entrada
17. Encendido-apagado bomba de bunker 2
18. Encendido-apagado bomba de bunker 1
19. Anulado
20. Anulado
21. Anulado
22. Anulado

Figura 53. **Máquina de secado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: manejo de panel de control, control de humedad a la salida del secadero, encendido de quemador de bunker y control de criba.

Personal

- 1 operador

Transporte

La madera que sale del secadero es transportada para la criba por medio de un ciclón que funciona como extractor hasta un tornillo transportador el cual lleva el producto hacia la criba.

2.2.5.2.5. Separación de partículas (Criba)

La criba se encarga de separar los granulados de madera dependiendo del tamaño de la malla, consta de 3 niveles o 3 mallas de separación el primer nivel es para separar la capa interna ya que son las partículas más grandes, el segundo nivel que es para un granulado más fino se utiliza para las capas externas del tablero y el último nivel que es la malla de separación más fina separa el polvillo que sirve para alimentar la caldera.

La madera que entra a la criba y queda sobre la primera malla y es demasiado grande como para ser capa interna o capa externa es llevada hacia un molino refinador donde se vuelve a procesar para darle las dimensiones para cualquiera de las dos capas.

Figura 54. **Máquina separadora de capas (Criba)**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: manejo de máquina, controlar la calidad del polvillo

Personal

- 1 operador

Transporte

Las partículas separadas son trasladadas hacia los depósitos respectivos de madera seca (silo de capa interna y silo de capa externa).

2.2.5.2.6. Silos de capa interna y externa

Después del proceso de separación de partículas el producto es clasificado por separado en los depósitos de madera seca de capa interna y capa externa, estos depósitos son los que abastecen la línea de producción para la fabricación de los tableros de aglomerado, la capacidad de almacenamiento del silo de capa interna es de 55,8 metros cúbicos y el tiempo de abastecimiento es de aproximadamente 3,34 horas que equivale a 3 horas y 20 minutos, la capacidad del silo de capa externa es de 36,27 metros cúbicos y el tiempo de abastecimiento es de aproximadamente 3,32 horas que equivale a 3 horas 19 minutos, tomando como referencia una producción de 90 metros cúbicos por día.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: mantener el nivel de los depósitos.

Personal

- 1 operador

Transporte

La materia prima es transportada hacia las balanzas por medio de una banda de transporte individual para cada uno de los silos ya que las capas llevan una dosificación distinta de resina (pegante) y no puede mezclarse antes de llegar a las encoladoras.

2.2.5.2.7. Dosificación y mezcla de partículas

Los principales adhesivos sintéticos (resinas) que se utilizan son la ureica-formaldehído y la melaminica-formaldehído. La dosificación se realiza tomando en cuenta la cantidad de cada uno de los químicos componentes de la mezcla que se le agrega a las partículas, es de obvio que mientras mayor sea la cantidad de resina mayor será la resistencia mecánica del tablero, pero una buena mezcla con el contenido ideal de cada uno de los componentes llevará a la fabricación de un tablero de excelente calidad. A continuación se presentan las figuras de los agitadores y tanques de dosificación:

Figura 55. **Agitadores de catalizador**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Figura 56. **Dosificadores de resina**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

La siguiente lista de componentes es para la dosificación de tablero MUF (melamínico, ureico, formaldehído) y estándar (ureico).

- Polímero 103 (resina melamínica AKZO NOBEL)
- Polímero 249 UF (resina ureica)
- Polímero 5164 (emulsión de parafina)
- Catalizador (cloruro de amonio)
- Colorante verde auxiprint G 4852
- Agua

En la siguiente tabla se muestra la preparación para 1 mezcla de tablero MUF:

Tabla XIV. **Preparación de mezcla para MUF**

Descripción del Producto	Capa interna (Lts)	Capa externa (Lts)
Resina Ureica	48	48
Resina Melamínica	32	32
Agua	5	24
Catalizador	25	5
Emulsión de parafina	9	9
Colorante	2	2
Dosificación	17 Lts/100 kg	19 Lts/100 kg

Fuente: Producción MEASA.

Para la preparación del catalizador se deben mezclar 700 litros de agua con 50 kilogramos de cloruro de amonio en polvo. Como se puede observar en la tabla anterior el contenido de la mezcla de las dos resinas debe ser de 60 % de resina ureica y 40 % de resina melamínica.

En la siguiente tabla se muestra la preparación de mezcla para pegante utilizado en el tablero de aglomerado estándar:

Tabla XV. **Mezcla para tablero aglomerado estándar**

Producto	Capa interna	Capa externa
Resina Ureica	80 Lts.	80 Lts.
Agua	5 Lts.	34 Lts.
Catalizador	5 Lts.	(-----)
Dosificación	11.5 Lts/100 kg	14.5 Lts/100 kg

Fuente: Producción MEASA.

Mezclado de partículas

El proceso de mezclado es el proceso mediante el cual se unen las capas de partículas de madera de capa interna y capa externa con la dosificación establecida para cada una de ellas de resina, catalizador y agua para la fabricación de tableros de aglomerado, hay que tomar muy en cuenta las proporciones indicadas en la pruebas de laboratorio para la elaboración de dicha mezcla ya que de esto dependerá mucho la calidad del tablero y sus propiedades físico-mecánicas.

Figura 57. **Balanzas de dosificación de madera**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operario dosificador: realizar la mezcla, mantener y controlar el nivel de dosificación.

Personal

- 1 operador dosificador

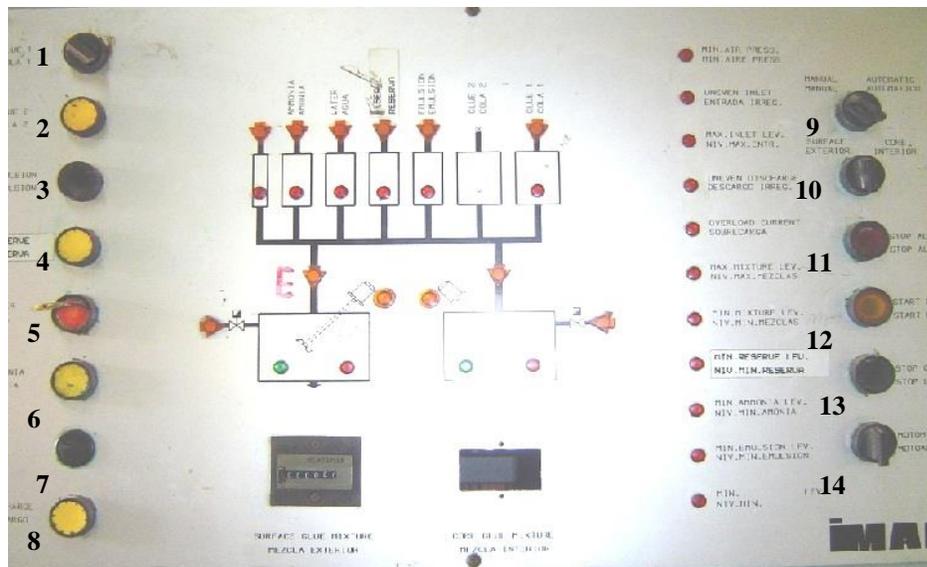
Transporte

Después de agregarle la mezcla al material en las encoladoras (capa interna y capa externa) se transporta por medio de una banda que va desde las encoladoras hasta la formadora del colchón.

Operación y puesta en marcha de preparado de resina y catalizador

Para el perfecto funcionamiento y operación de las maquinas se deben conocer los siguientes aspectos:

Figura 58. **Panel de control de dosificadores de resina**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido-apagado carga de resina
2. Reset resina
3. Reset resina
4. Reset resina
5. Carga de agua para 1 mezcla
6. Reset carga de agua
7. Anulado
8. Reset carga de agua
9. Resina automático y manual
10. Descarga de mezcla
11. Nivel máximo de mezcla
12. Nivel mínimo de mezcla
13. Stop para lavado de tanque
14. Encendido-apagado para batido de mezcla

2.2.5.2.8. Formadora y prensa

Formación de colchón

Antes del proceso de prensado de los tableros, las capas de partículas de madera cubiertas con gotas de pegamento se van colocando una sobre otra, de modo tal que se distribuyen en forma de colchón sobre una banda sin fin con un grosor lo más uniforme posible, por esta razón se realizan pruebas de densidad del tablero ya que con estas se determina si se deben subir o bajar la cantidad de madera en el colchón. En el cuarto de control se monitorea constantemente el espesor del colchón, se presenta una gráfica en la cual se muestran los tableros longitudinalmente y los niveles de espesor los cuales deben tener un grado de variación de $\pm 0,2$ milímetros del espesor requerido para fabricar un

calibre determinado. A continuación se muestra en la figura la máquina formadora de colchón:

Figura 59. **Máquina formadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operario: limpieza de formadora, manejo de máquina.

Personal

- 1 operario

Transporte

Después de que la máquina forma el colchón de 3 capas (dos capas externas y una interna) se procede a transportarlo por medio de una banda metálica sin fin hasta la prensa. La banda sin fin se debe ajustar a una velocidad determinada dependiendo del espesor del tablero que se este fabricando (las velocidades se detallan más adelante en tabla maestra).

Prensado

La operación de prensado se realiza para el cocimiento y pegado (curado) a altas temperaturas de los adhesivos y las partículas de maderas previamente procesadas. El tiempo de prensado debe ser suficiente para que el calor penetre hasta el centro del tablero permitiendo que fragüe el adhesivo. Algo muy importante es que al abrir la prensa las superficies de los tableros pierden humedad rápidamente debido a que las platinas permanecen calientes; esta pérdida de humedad puede propiciar el desarrollo de esfuerzos en los tableros (tablero soplado), de modo que el proceso de acabado resulte más complicado e ineficiente, para controlar este problema se debe aplicar al prensado una presión de desgasificación que varía dependiendo de varios factores como la temperatura de prensado o del espesor que se trabaje. La máquina de prensado se muestra en la siguiente figura:

Figura 60. **Prensa hidráulica**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

A continuación se detalla la tabla específica para formado y presado de un tablero de aglomerado:

Tabla XVI. **Tabla para formado y prensado de aglomerado**

Descripción	Dimensional	Espesor en mm						
		9	12	15	17	18	25	36
Calibre neto	mm	9	12	15	17	18	25	36
Calibre bruto	mm	9.8	12.8	16	18	19	26	37
Peso del tablero	kg	96	125	170	190	195	240	360
Densidad del tablero	kg/mt ³	700	690	670	650	640	630	610
Temperatura	°C	190/195	192/196	190/195	190/195	190/195	196/200	190/195
Temperatura ctrl calefacción	°C	180	180	180	180	180	180	180
Prensadas por turno (media)	#	305	250	200	190	175	125	90
Encendido de topes	seg							
T-1(Dilatación de cinta)	seg	1	1	1	1	1	1	2
T-2 (Tiempo de cocción)	seg	60	85	120	130	145	225	330
T-3 (Tiempo espesor teórico)	seg	8	8	8	8	6	8	8
T-4 (Tiempo descompresión)	seg	8	8	8	8	6	8	8
T-5 (Tiempo descomp. rap.)	seg	12	10	12	12	12	12	12
T-6 (Tiempo desgasificación)	seg	2	4	2	2	2	2	2
Tiempo de prensado	seg	91	116	151	161	172	256	362
Tiempo de abrir prensa	seg	20	20	20	20	20	20	20
Ciclo total	seg	111	136	171	181	192	276	382
Presión de prensado	Bar	225	225	225	225	225	225	225
Presión desgasificación ½	Bar							
Presión desgasificación ¾	seg							
Velocidad de formadora	cm/seg	200	170	145	135	120	85	60
Velocidad de cinta	mt/min	36	36	30	39	36	30	32
Proporción Cext/Cint	CE/CI	55/45	60/40	47/53	45/55	43/57	37/63	34/66
Altura del colchón	mm	27	36	45	51	54	75	108

Fuente: Departamento de Producción MEASA.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: control de ajustes del panel de cuarto de mando, limpieza de prensa.

Personal

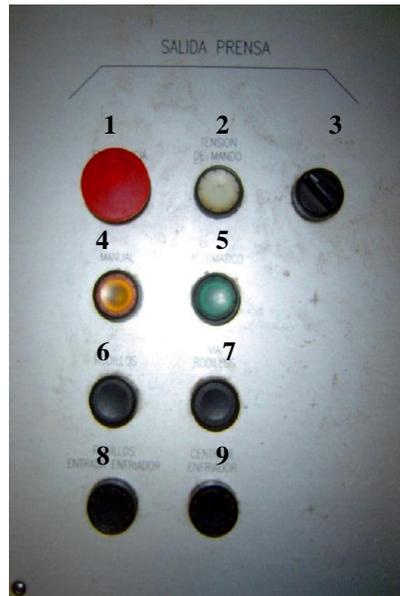
- 1 operador

Transporte

Después de finalizado el proceso de prensado se procede a transportar el tablero hacia una balanza de medición de peso a través de una mesa de rodos giratorios, seguidamente de la medición del peso del tablero se traslada hacia una rueda giratoria de enfriamiento.

Para el correcto funcionamiento y operación de la máquina es importante conocer los siguientes paneles:

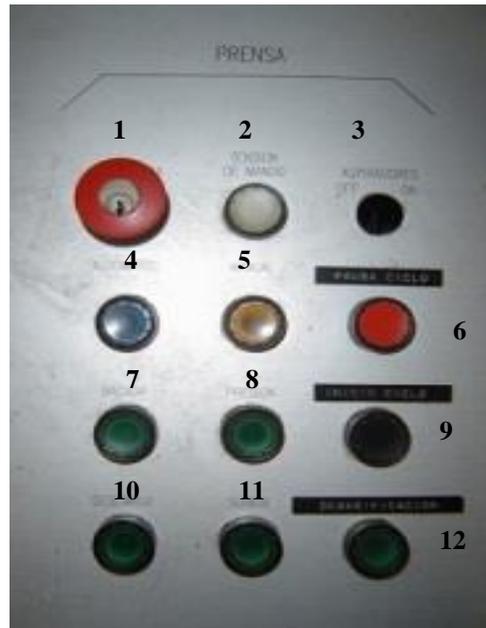
Figura 61. Panel de salida de la prensa



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Tensión de mando
3. Con ó sin el enfriador
4. Control Manual
5. Control Automático
6. Rodillos
7. Vía rodillos
8. Rodillos entrada enfriado
9. Enfriado

Figura 62. **Control de prensado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Tensión de mando
3. Anulado
4. Automático
5. Manual
6. Pausar ciclo
7. Bajar prensa
8. Presión
9. Inicio ciclo
10. Descarga
11. Subir
12. Desgasificación

Figura 63. **Panel de banda formadora**

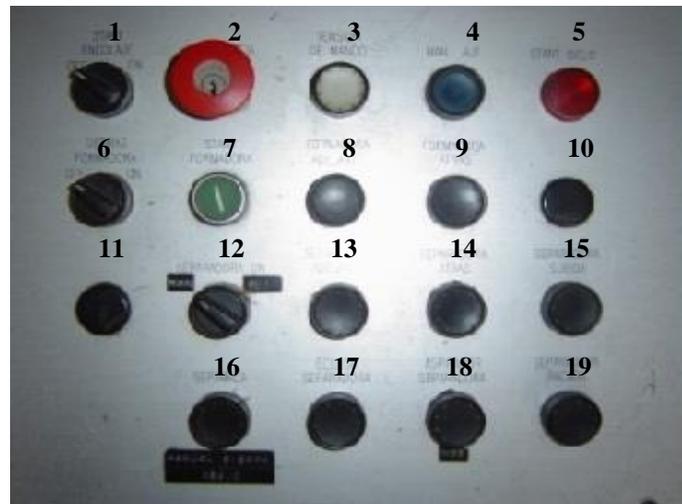


Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia general
2. Cinta automática y manual
3. Cinta hacia delante
4. Cinta hacia atrás
5. Voltaje 220
6. Apagado aspirador
7. Regulación de cinta (hacia adelante)
8. Pulverizador de agua (anulado)
9. Reset alarma
10. Encendido aspirador
11. Regulación de cinta anterior
12. Cepillos para limpieza de cinta
13. Prueba de lámparas
14. Encendido-apagado sin fin recupero

15. Indicador de nivel de formadora

Figura 64. **Panel de formadora y encoladora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Encendido-apagado encoladoras
2. Emergencia
3. Tensión de mando
4. Manual y automático
5. Iniciar ciclo
6. Encendido-apagado sierras de formadora
7. Inicio formadora
8. Formadora hacia delante
9. Formadora hacia atrás
10. Anulado
11. Anulado
12. Separadora manual y automático
13. Separadora hacia delante

14. Separadora hacia atrás
15. Subir separadora
16. En estado manual sierra hacia abajo
17. Anulado
18. Encendido aspirador separadora
19. En estado manual bajar separadora

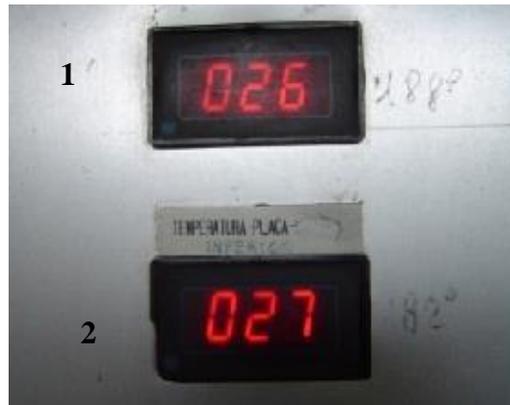
Figura 65. **Ajustes de banda y prensado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Display de ajuste de cinta
2. Tiempo de dilatación de la cinta (T1)
3. Tiempo de cocción (T2)
4. Tiempo de espesor teórico (T3)
5. Tiempo de descompresión (T4)
6. Tiempo de descompresión rápida (T5)
7. Tiempo de desgasificación (T6)

Figura 66. Control de temperatura de platos



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Temperatura plato superior
2. Temperatura plato inferior

Figura 67. Panel de control para capa interna



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Display indicador de R.P.M. bomba C.I.
2. Display indicador de dosificación de resina (L/min)
3. Display indicador de madera (Kg/min)
4. Display indicador de dosificación de resina por cada 100 kg de madera (L/100 kg).
5. Reset bomba C.I.
6. Pulsador para verificación de factor de encolado
7. Ajuste (set) de madera
8. Ajuste de dosificación de resina
9. Anulado
10. Regulador de madera (kg/min)
11. Contador de consumo de litro de resina
12. Contador de consumo de madera (kg)

Figura 68. **Panel de control para capa externa**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Display indicador de R.P.M. bomba C.E.
2. Display indicador de dosificación de resina (L/min)
3. Display indicador de madera (Kg/min)
4. Display indicador de dosificación de resina por cada 100 kg de madera (L/100 kg)
5. Reset bomba C.E.
6. Pulsador para verificación de factor de encolado
7. Ajuste (set) de madera
8. Ajuste de dosificación de resina
9. Anulado
10. Regulador de madera (kg/min)
11. Contador de consumo de litro de resina
12. Contador de consumo de madera (kg)

Enfriamiento

Los tableros, al ser retirados de la prensa, son almacenados en una especie de rueda giratoria durante varios minutos para que se enfríen y se adapten a las condiciones ambientales que los rodean. Esta es una etapa importante en el proceso de fabricación de los tableros ya que al enfriarse gradualmente, el contenido de humedad se distribuye uniformemente en todo su interior, lo cual permite la máxima eficiencia de los adhesivos, al mismo tiempo que se evita que éstos se degraden por exposición prolongada a altas temperaturas. A continuación se observa en la figura la rueda de enfriamiento.

Figura 69. **Rueda de enfriamiento**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operario: manejo de panel control para rotación de rueda de enfriado.

Personal

- 1 operario

Transporte

Los tableros se mantienen un tiempo en el enfriado luego son transportados por medio de una mesa de rodos hasta las sierras de corte transversal y longitudinal.

2.2.5.2.9. Escuadrado y lijado

Cuando los tableros se han enfriado y su humedad interior es uniforme y está en equilibrio con los valores de humedad ambientales de la planta de fabricación, se recortan con sierras para obtener las dimensiones que se desean. Los espesores y dimensiones que se producen son:

Tabla XVII. **Tabla de espesores y dimensiones**

Espesores (mm)	Dimensiones
9	6'x8'
12	4'x8'
15	4.5'x8'
17	5'x8'
18	4.5'x12'
25	
36	

Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Máquina de escuadrado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operario: persona encargada de controlar la calidad de corte en el tablero, resolver cualquier problema de transporte entre la mesa de rodos y el tablero.

Personal

- 1 operario

Manejo de desperdicios

Los cortes que se producen en el escuadrado ya sea transversales o longitudinales son utilizados como polines para el acomodamiento de los tableros en tarimas, el sistema de escuadrado posee un extractor de polvillo el cual succiona toda la materia que se produce por el corte y se traslada directamente al patio de chipeado.

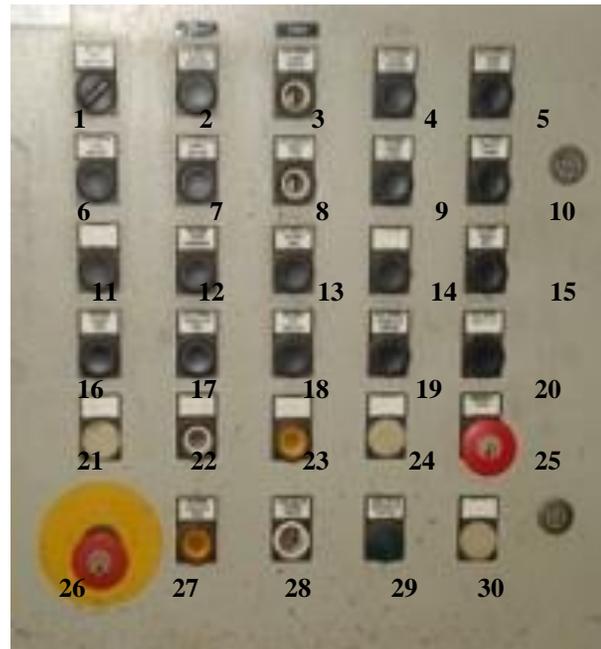
Transporte

Después de pasar el tablero por el proceso de escuadrado transversal y longitudinal se transporta en paquetes por medio del montacargas, es llevado hacia una bodega donde se deja que enfríe totalmente y enseguida espera su turno para ser lijado.

Operación y puesta en marcha de enfriadora y escuadradora

Para el correcto funcionamiento y operación de la maquinaria es necesario conocer los siguientes paneles de control:

Figura 71. **Panel de control de enfriado y escuadrado**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Selector ciclo enfriador
2. Rodillos de salida de enfriador
3. Sierra lateral derecha
4. Sierra lateral izquierda
5. Sierra central hacia atrás
6. Sierra central hacia delante
7. Recupero prensa hacia delante
8. Recupero prensa hacia atrás
9. Subir sierra
10. bajada parcial sierra
11. Anulado
12. Sierra transversal

13. Rodillos de entrada de mesa
14. Anulado
15. Rodillos salida de la mesa
16. Bajar mesa
17. Mesa central hidráulica
18. Pulsador vía rodillos
19. Pulsador central hidráulica Gabbiani
20. Hidráulica enfriador
21. Anulado
22. Anulado
23. Anulado
24. Anulado
25. Emergencia escuadradora
26. Emergencia general
27. Anulado
28. Anulado
29. Anulado
30. Anulado

Lijado

La operación de lijado busca alisar la superficie del tablero y eliminar algunos de los posibles defectos de prensado o escuadrado, la máquina lijadora cuenta con 4 lijas (dos inferiores y dos superiores), en la parte de la entrada cuenta con dos lijas de grano grueso #60-80 y en la salida posee dos lijas de grano fino #100-120, las cuales se usan en la entrada para lijar o desgastar y en la salida para afinar o para dar un buen acabado al tablero.

La duración de la lija es algo que se debe tomar muy en cuenta ya que de esto depende el acabado que se le de al tablero y por ende la calidad. Para una lija de grano 80 se deben lijar entre 20 000 y 30 000 tableros y para una lija de grano 100 se deben lijar de 15 000 a 25 000 tableros ya que se estima que ese es el tiempo útil de una lija de buena calidad.

La máquina lijadora se puede ajustar a diferentes velocidades, dependiendo de la necesidad que se tenga de producción pero hay que tomar en cuenta que a mayor velocidad de lijado, menor será la calidad del tablero. A continuación se presenta en la figura la máquina lijadora:

Figura 72. **Máquina lijadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Para la clasificación de la calidad del tablero, dos operarios se encargan de inspeccionar el tablero por la dos caras mientras es transportado por medio de una mesa de rodos que sale de la lijadora, se ordenan en una mesa hidráulica según sea la calidad:

- Primera calidad (que se utiliza para melamina)
- Segunda (que se sanea)
- Deposito (que se vende desnudo como primera calidad)
- Tapadera

Cantidad de operarios y funciones

Funciones

- Operador: calibrar la maquina al espesor adecuado, ingresar los tableros, manejo panel de control de maquina, inspección de calidad.
- Ayudante: ordenar los tableros, manejo de mesa hidráulica, inspección de calidad.

Personal

- 1 operador
- 2 ayudantes

Transporte

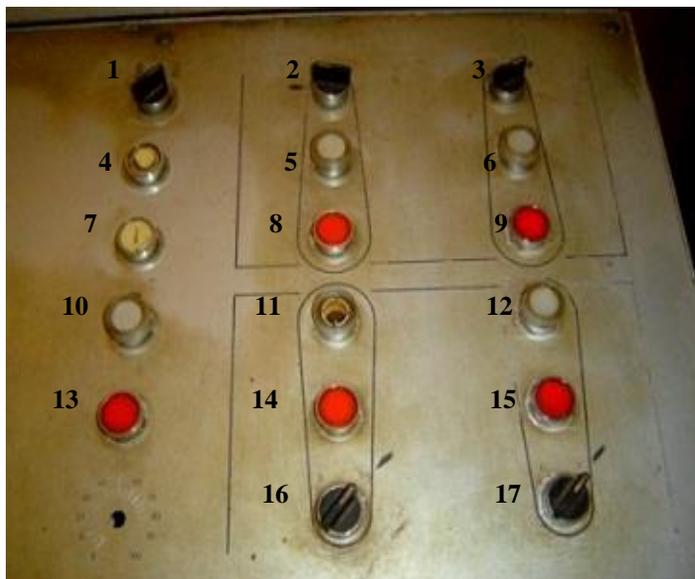
Después de ser lijadas y ordenados los tableros en paquetes, son clasificados como primera calidad que es utilizada para melamina, la segunda calidad para ser transportados hacia la bodega de aglomerado desnudo que se

encuentra a un lado de la prensa de la melamina esperando el turno para ser procesado o para ser vendidos como aglomerado desnudo.

Operación y puesta en marcha de lijadora

Para el correcto funcionamiento y operación de la máquina es necesario conocer los siguientes aspectos:

Figura 73. **Panel de control de la lijadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Selección para movimiento de mesa (lento y rápido)
2. Encendido-apagado motor superior izquierdo
3. Encendido-apagado motor superior derecho
4. Subir mesa
5. Inicio motor superior izquierdo
6. Inicio motor superior derecho

7. Bajar mesa
8. Detener motor superior izquierdo
9. Detener motor superior derecho
10. Inicio movimiento de rodos
11. Inicio motor inferior izquierdo
12. Inicio motor inferior derecho
13. Detener rodos
14. Detener motor inferior izquierdo
15. Detener motor inferior derecho
16. Encendido-apagado motor inferior izquierdo
17. Encendido-apagado motor inferior derecho

Figura 74. **Control de corriente de la lijadora**

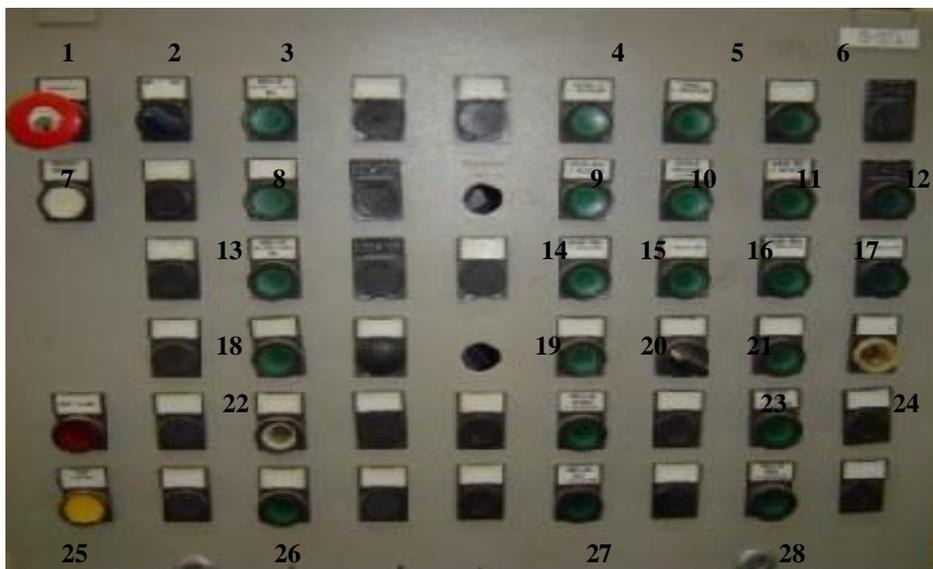


Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Calibración de espesor teórico
2. Control de corriente motor superior izquierdo
3. Control de corriente motor superior derecho

4. Llave para activación de calibración de espesor teórico
5. Control de velocidad de lijado
6. Control de corriente motor inferior izquierdo
7. Control de corriente motor inferior derecho

Figura 75. **Control de mesa de salida de la lijadora**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Selección manual y automático
3. Rodillos de salida lijadora
4. Encender bomba hidráulica
5. Encender banda transportadora
6. Anulado
7. Reset
8. Anulado
9. Subir mesa 1

10. Centraje posterior y lateral de lámina
11. Subir mesa 2
12. Anulado
13. Anulado
14. Bajar mesa 1
15. Selección mesa 1
16. Bajar mesa 2
17. Selección mesa 2
18. Anulado
19. Anulado
20. Anulado
21. Anulado
22. Reset alarma
23. Rodillos de entrada selección 1
24. Rodillos de entrada selección 2
25. Prueba de lámparas
26. Anulado
27. Rodillos de salida mesa 1
28. Rodillos de salida mesa 2

Figura 76. Control de mesa de entrada de la lijadora



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Emergencia
2. Anulado
3. Rodillos de entrada a lijadora
4. Brazo empujador
5. Compresor de polvo
6. Encender extractor de polvillo
7. Reset
8. Anulado
9. Mover rodillos de mesa de entrada hacia delante
10. Mover rodillos de mesa de entrada hacia atrás
11. Encender válvula estelar
12. Parar extractor de polvillo

13. Reset
14. Anulado
15. Encender bomba hidráulica de mesa
16. Anulado
17. Tornillo sin fin válvula estelar
18. Anulado
19. Prueba de lámparas
20. Anulado
21. Anulado
22. Subir mesa
23. Anulado
24. Anulado
25. Selección manual y automático
26. Anulado
27. Anulado
28. Bajar mesa
29. Anulado
30. Anulado

Pruebas de Laboratorio

Una parte muy importante en el proceso de fabricación de aglomerado es la verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros, ya que de estas propiedades depende la calidad del material que se produce, estas propiedades se pueden analizar a través de pruebas de laboratorio. Entre las pruebas de laboratorio que se realizan están:

- Prueba de flexión
- Prueba de tracción
- Prueba de tamizado
- Prueba de densidad
- Prueba de tornillo cara
- Prueba de tornillo canto
- Prueba de viscosidad
- Prueba de gelificación
- Prueba de humedad

Prueba de flexión:

La resistencia a la flexión, en particular, se determina por las calidades de las capas superficiales (capa externa) y especialmente por:

- Densidad de la materia prima
- Densidad del tablero (la resistencia a la flexión es proporcional a la densidad).
- Tamaño de las partículas de capa externa
- La cantidad de resina utilizada
- Calidad de las partículas
- Contenido de humedad del tablero (la flexión es inversamente proporcional a la humedad).
- Presión de prensado

Para realizar la prueba de resistencia a la flexión de un tablero se deben seguir los siguientes pasos:

- A. Cortar una muestra del material a una medida de 300x50 mm
- B. Colocar la muestra de tablero sujetándola por los extremos longitudinales.
- C. Presionar el botón con flecha hacia abajo para iniciar la aplicación de la fuerza perpendicular sobre el centro de la muestra.
- D. Cuando la muestra rompa automáticamente aparecerá la lectura de la medición en el monitor de la computadora, las dimensionales se muestran en kg/cm².

Se deben realizar 3 ensayos por cada una de las pruebas que se realicen para determinar una media de la flexión. Para que sea aceptada la prueba de flexión de aglomerado debe comprender una media mayor a 100 kg/ cm².

Prueba de tracción

La resistencia a la tracción es la capacidad del tablero de resistir la aplicación de dos fuerzas simultáneas en sentido contrario y perpendicular a él. Dicha resistencia está influenciada especialmente por los siguientes factores:

- Cantidad de resina utilizada para la capa interna del tablero
- La distribución homogénea de la resina sobre la parte interna del tablero
- Densidad del tablero
- Espesor y calidad de las partículas
- El contenido de humedad de la capa interna
- La tracción es proporcional a la densidad de capa interna del tablero
- Presión de prensado

- Velocidad de cierre de la prensa (debe cerrarse lentamente para mejores resultados)

Para realizar la prueba de tracción de tablero de aglomerado se deben seguir los siguientes pasos:

- A. Cortar una muestra de tablero con medidas de 50x50 mm
- B. Se le pegan en las dos caras pedazos de plywood para que se puedan colocar en la máquina de ensayos.
- C. Colocar la muestra sobre la máquina de ensayo
- D. Presionar el botón con la flecha hacia abajo para que la máquina inicie la aplicación de las fuerzas perpendiculares al tablero y contrarias.
- E. Cuando la muestra rompa automáticamente aparecerá la lectura de la medición en el monitor de la computadora, las dimensionales se muestran en kg/cm².

Se deben realizar 4 ensayos por cada una de las pruebas que se realicen para determinar una media de la tracción. Para que sea aceptada la prueba de tracción de aglomerado debe comprender una media mayor a 4,0 kilogramos sobre centímetros cuadrados para melamina y 3,5 kilogramos sobre centímetros cuadrados para aglomerado desnudo.

Prueba de tamizado

La prueba de tamizado o zarandeo se realiza para llevar un control de granulometría de la madera, esto se realiza con el propósito de optimizar la consistencia, las propiedades físicas y mecánicas del tablero.

El ensayo se realiza por medio de una máquina simuladora que produce un movimiento similar al de la criba, esta posee unas mallas en las cuales se filtran las partículas de madera de diferente medida dependiendo del tamaño de la abertura de esta. Las medidas de las mallas son las siguientes

- 4 mm (para molino refinador)
- 3 mm (para capa interna)
- 1,98 mm (para capa interna)
- 1,24 mm (para capa externa)
- 0,514 mm (para capa externa)
- 0,217 mm (para polvillo)
- 0,131 mm (para polvillo)
- 0,089 mm (para polvillo)
- Lattice (polvillo)

Los parámetros para la prueba de tamizado son los siguientes:

Clasificación Material	Parámetros
(Polvillo)	$0 \leq X \leq 0.25$
(Capa Externa)	$0.25 \leq X \leq 2$
(Capa Interna)	$2 \leq X \leq 4$
(Refinador)	$X \geq 4$

El peso de la muestra que se toma deberá ser > de 50 gramos; el objetivo de la prueba es mostrar el porcentaje de partículas que se toman de un determinado lugar, las pruebas deben ser tomadas de:

- Silo verde
- Silo capa interna

- Silo capa externa
- Silo de polvillo
- Molino refinador

Prueba de densidad (formadora)

La prueba de densidad se realiza para verificar la masa del tablero por unidad de volumen (en este caso el sistema internacional de medidas kilogramos sobre metros cúbicos), esta prueba es muy importante ya que de esta depende la uniformidad y simetría en el peso del tablero, el espesor y otros factores muy importantes que definen la calidad de este.

Para realizar la prueba de densidad del colchón se deben seguir los siguientes pasos:

- Se realiza un corte transversal en la parte inicial del tablero del cual se toma la muestra.
- Se cortan 18 muestras de 100x100 mm.
- Se coloca una numeración sobre cada una de las muestras para tener una referencia de la ubicación de cada una sobre la formación del tablero.
- Se coloca cada una de las muestras sobre la balanza de precisión
- Se presiona el botón de marcaje de peso
- Automáticamente aparece en el monitor de la computadora el peso de cada una de las muestras
- Se mide cada una de las muestras con el calibrador de espesores
- Se ingresa la medición de cada uno de los espesores de las muestras
- Al terminar de ingresar cada espesor de la muestra se presenta una gráfica de barras de la densidad del tablero

- En el gráfico de barras se presenta una media la cual se debe tomar como referencia para el ajuste de los peines de la formadora del colchón, ya que si la barra esta por debajo de la media significa que el peine debe subirse y viceversa.

Prueba de Humedad

Esta prueba se realiza con el propósito determinar el porcentaje de humedad relativa que poseen las partículas de madera que se utilizan para la producción de tableros de aglomerado.

La determinación del contenido de humedad se efectúa en un equipo de contenido de humedad el cual es una combinación de una balanza y una lámpara Infra-roja para secar partículas de madera.

El contenido de humedad de las fibras se expresa siempre en porcentaje basado en peso seco (oven dry).

El equipo Infra-rojo para contenido de humedad de normalmente una lectura directa en una base seca.

Para calcular el contenido de humedad relativa se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\%H = ((p_0 - p)/p_0)*100$$

Donde

P0: Peso inicial

P: Peso final

%H: Porcentaje de humedad relativa

Para calcular el porcentaje de humedad absoluta se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\%H = (p \times 100)/p_0$$

El contenido de humedad recomendable de las virutas durante los diferentes pesos de producción es:

$$\%H \text{ Después del secadero} = \%H \text{ antes del encolado: } 2\% \pm 1\%$$

Madera seca:

Capa interna: 3%

Capa externa: 1%

Después del encolado:

Capa interna: 8-9%

Capa externa: 12-13%

Para realizar la prueba de humedad se deben seguir los siguientes procedimientos:

- Calibrar la máquina de medición de humedad colocando una muestra de 500 g sobre la balanza.
- Después de calibrada la balanza se procede a colocar una muestra de 10 g dentro de la máquina de medición.
- Se procede a programar la maquina en medición de diferencial de peso y se pulsa el botón enter.

- Automáticamente la máquina realiza la medición de acuerdo al peso y el tiempo programado al inicio de la prueba.
- El resultado de la prueba es el porcentaje de humedad relativa.

Prueba de viscosidad

La prueba de viscosidad se realiza para determinar la consistencia de la resina, de esta prueba dependerá la cantidad de algunos factores que influyen y que pueden afectar la calidad del tablero como lo son: cantidad de agua, catalizador, tiempo de prensado entre otros.

La viscosidad de la cola se mide por medio del viscosímetro de acuerdo a los estándares industriales alemanes (D.I.N.).

Procedimiento para ensayo de viscosidad:

- Se llena el viscosímetro hasta que la resina fluya por encima
- Durante la operación de llenado el orificio de la parte de abajo deberá estar bien tapado
- En el momento en el que se quita la tapa del orificio se inicia a tomar el tiempo con un cronómetro el cual se detiene cuando se vacía totalmente el recipiente.
- La viscosidad debe medirse en centi-stokes
- El viscosímetro debe vaciarse totalmente entre 80-130 segundos que estaría en el rango de 300-500 centi-stokes.

Se debe tomar muy en cuenta que para esta prueba la temperatura de la resina debe estar a temperatura ambiente normal de 20° C.

Por cuestiones del clima de la región para esta prueba debe darse un rango de aceptación mayor a los 130 segundos.

La prueba debe realizarse cada vez que ingrese producto a la planta para verificar los resultados y no tener variaciones debido al clima y la permanencia en los tanques de resina.

Prueba de gelificación

Esta prueba se realiza con el objetivo de determinar el tiempo de curado de la mezcla de catalizador, resina y agua, ya que en la operación de prensado se debe tener una mezcla ideal de catalizador para que el tablero posea propiedades físicas y mecánicas adecuadas.

El control mismo es dado por la observación de una pequeña cantidad de la mezcla de la cola preparada la cual se ha puesto aparte en un baño de agua a una temperatura de 100 °C. Por medio de este ensayo, es posible determinar después de cuanto tiempo ocurrirá el endurecimiento total de la mezcla en el tablero.

Procedimientos de trabajo:

- Se toma un recipiente de vidrio en el cual se colocan 102.4 grs. de resina, 7 grs. de agua y 7 de catalizador con una solución al 6,67 %.
- Se mueve durante algunos minutos la mezcla
- Cuando la mezcla se encuentre homogénea se procede a colocar en un recipiente de vidrio
- El recipiente de vidrio se introduce en el recipiente que contiene agua a la temperatura indicada anteriormente (100 °C).

- Se mueve la mezcla durante algunos segundos hasta que endurezca totalmente.

Para que el ensayo sea aceptado, el tiempo de curado o gelificación tiene que estar entre 45-65 segundos.

Prueba de tornillo

La prueba de tornillo se realiza con el propósito de evaluar la resistencia de los tableros debido a esfuerzos perpendiculares de tensión que se aplican desde la superficie ya sea de la cara o del canto.

Existen 2 tipos de ensayo de tornillo que se realizan:

- Ensayo de tornillo cara
- Ensayo de tornillo canto

Procedimientos de trabajo:

- Introducir un tornillo en la parte del tipo de ensayo a trabajar (en el canto o en la cara de la muestra).
- Pegar en los extremos un pedazo de plywood para que la máquina de medición pueda aplicar el esfuerzo de tensión uniformemente sobre la muestra.
- Presionar el botón con la flecha hacia arriba para que la máquina inicie la aplicación de la fuerza.
- Automáticamente la máquina dejará de aplicar la fuerza hasta que el tornillo se desprenda totalmente.

- En el monitor de la computadora aparecerán los valores de la fuerza de necesaria para arrancar el tornillo.

Los valores mínimos de aceptación entre los que debe oscilar esta prueba son:

Prueba de tornillo cara >180 lbf = 800 N

Prueba de tornillo canto >155 lbf = 700 N

2.2.5.3. Formatos

Los formatos deben comprender información real, ya que de estos datos dependen la eficiencia y veracidad de los reportes que van directamente a influir en el costo de producción del proceso.

Se diseñaron los formatos para la línea de producción de aglomerado que ayudaran a mantener un control mas estricto sobre el manejo de los insumos que se utilizan en el proceso, estos formatos son de los puntos más vitales de la línea y deberán ser llenados por cada uno de los turnos.

Estos formatos son los siguientes:

- Formato de dosificación
- Formato de producción
- Formato de lijado

A continuación se presenta la figura de cada uno de los formatos:

Figura 77. Formato de dosificación

Reporte de dosificación

Nombre: _____		Turno: _____	
Fecha: _____			

Capa Interna				Capa Externa			
# mezcla	Hora	Componentes de la mezcla en (Lts)		# mezcla	Hora	Componentes de la mezcla en (Lts)	
		Resina	Catalizador			Resina	Cloruro de amonio
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			
11				11			
12				12			
13				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			
22				22			
23				23			
24				24			
25				25			
26				26			
27				27			
28				28			

Fuente: Departamento de Producción MEASA.

Figura 78. Formato para control de producción

REPORTE DE PRODUCCION

Fecha: _____	Supervisor: _____	Turno: _____
Operario: _____		

Producción

Medida	Espesor	No. Tableros	No. Laminas	Metraje (m ²)	Madera C.I.	Madera C.E.

Consumo de Resina

	Litros	Kgs.
Capa Interna		
Capa Externa		

Consumo de Catalizador

	Litros	Kgs.
Capa Interna		
Capa Externa		

Consumo de Energía Eléctrica

Lectura Inicial:	KW
Lectura Final:	KW
Consumo total turno:	KW

Consumo Total/Producción

Resina	Kgs/m ²
Madera	Kgs/m ²
Catalizador	Kgs/m ²
Energía Eléctrica	KW/m ²

Paros

Hora	Motivos	Hora de reinicio

Fuente: elaboración propia.

- Gerente de producción
- Coordinador de producción
- Encargado de control de calidad
- Supervisores de la línea de aglomerado
- Junta directiva (para su aprobación)

El manual debe ser revisado por lo menos cada 6 meses para realizar las modificaciones u actualizaciones que sean necesarias, estas deberán contener el número de revisión y la fecha correspondientes.

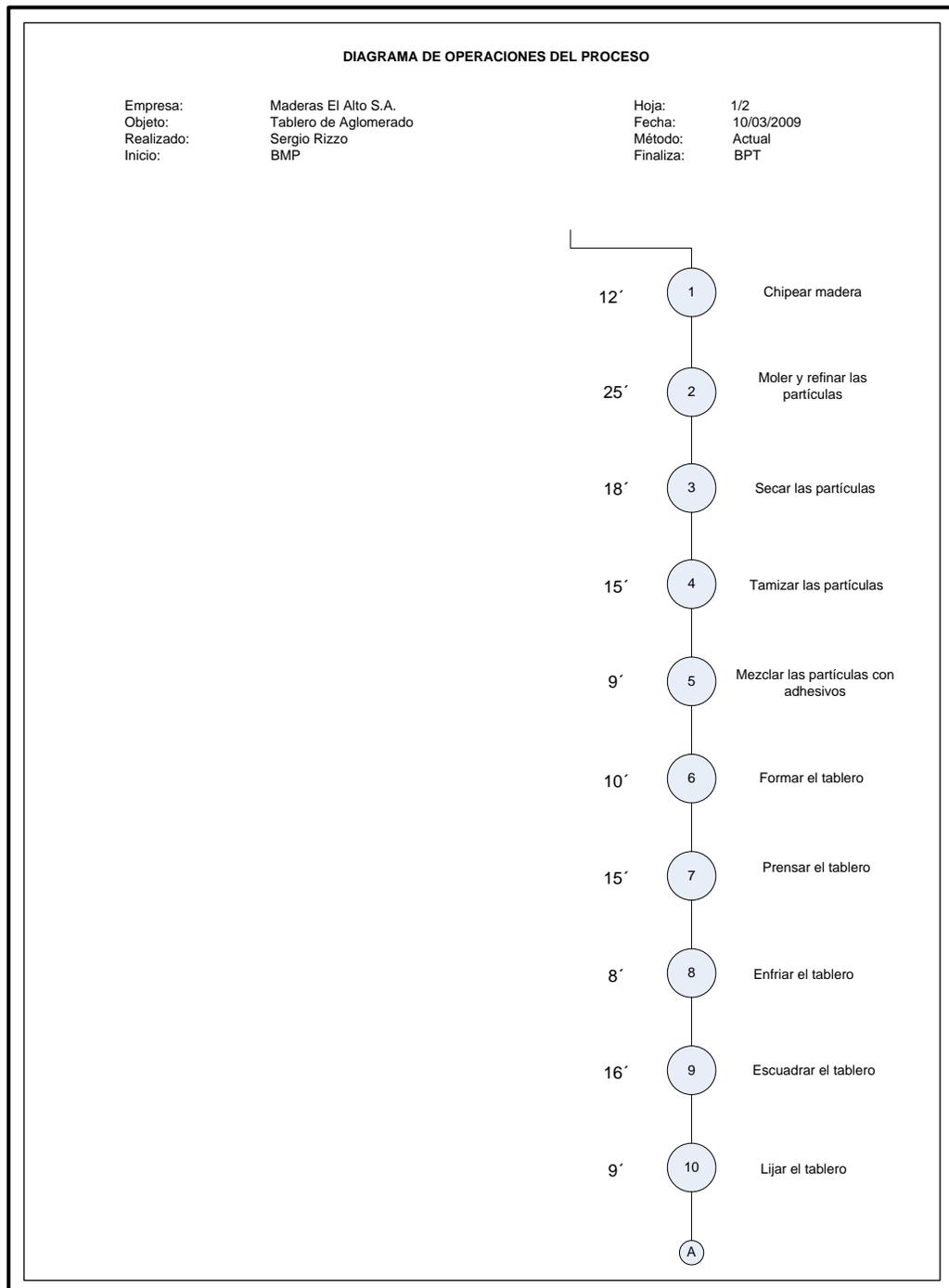
2.2.6. Línea de melamina

Básicamente los tableros de melamina se realizan en 2 fases, la primera es la fase de fabricación de la lámina de aglomerado, que para que esta se pueda clasificar como lámina para producción de melamina debe cumplir con los requisitos para primera calidad especificados en el capítulo de fabricación de aglomerado, y la segunda fase es en si la adhesión del papel melamínico que es el tema de interés.

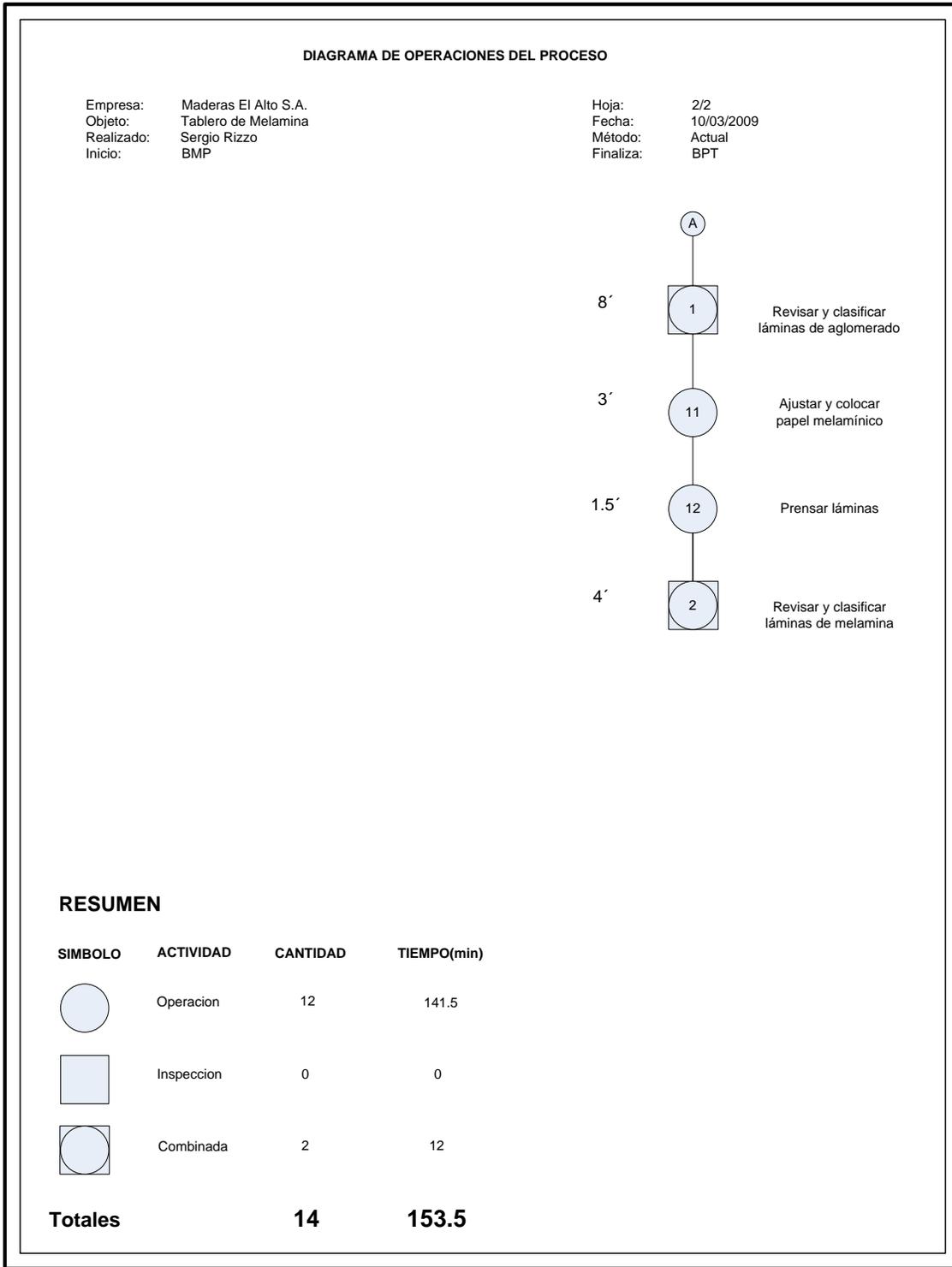
2.2.6.1. Diagrama de operación

A continuación se muestra el diagrama de operaciones de la línea de melamina.

Figura 80. Diagrama de operaciones de melanina



Continuación de la figura 80.



Fuente: elaboración propia.

Como se dijo anteriormente para una mejor y completa explicación se introdujo en el diagrama de operaciones de la melamina, el diagrama de operaciones del aglomerado, ya que en si el proceso comienza desde el patio de madera de aglomerado y finaliza con la inspección operación del tablero en la línea de melamina.

Al igual que en la fabricación del tablero de aglomerado, en el diagrama de operaciones de la línea de melamina se tienen los tiempos de operación de 141,5 minutos, y las dos inspecciones operaciones se tiene un tiempo estimado de 12 minutos, para un tiempo total de operaciones de 153,5 minutos por metro cúbico de producción de melamina.

2.2.6.2. Procesos

En el proceso de fabricación de la melamina se deben tomar en cuenta solamente 2 operaciones y una inspección operación más todas las que conlleva el proceso de fabricación del aglomerado. A continuación se presentan dichas operaciones:

- Colocar el papel melaminico sobre el tablero de aglomerado.
- Prensar el papel adhesivo melaminico con el tablero de aglomerado.
- Inspeccionar y clasificar según la calidad del tablero.

Seguidamente se presentan detalladamente cada uno de los procesos que deben realizarse para cada una de las operaciones antes mencionadas.

2.2.6.2.1. Prensado

Para el proceso de producción de melamina se agrega un papel especial con el cual se prensa a alta temperatura y presión para que se adhiera totalmente al tablero de aglomerado desnudo que debe ser de primera calidad, si el papel no pega bien o presenta otra anomalía como manchas u otros defectos se considera como segunda calidad.

Se coloca un paquete de láminas de aglomerado desnudo sobre una mesa hidráulica que posee rodos giratorios que llevan la lamina hasta el lugar donde se ubica una operadora la cual se encarga de colocar el papel en las dos caras de la lámina, seguidamente se traslada hacia la prensa hidráulica la cual ejerce una presión de 300 bar a una temperatura de 190 °C por un tiempo de 35 segundos, la capacidad instalada de la prensa es de aproximadamente 60 láminas por hora. A continuación se muestra la prensa utilizada para la fabricación de melamina:

Figura 81. Prensa para melamina



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

Cada paquete lleva un determinado número de láminas dependiendo del espesor y medida y se detalla a continuación:

Tabla XVIII. Cantidad de láminas por paquete

Espesor (mm)	6'x8'	4'x8'
9	55	-----
12	41	52
15	30	40
17	26	34
18	26	34
25	20	25
36	-----	-----

Fuente: elaboración propia

Los colores que se producen son:

- Almendra
- Blanco
- Negro
- Maple
- Black forest
- Gris
- Aluminio
- Haya
- Vino tinto
- Nogal austria
- Pera
- Cherry
- Wenche
- Grey
- Caoba
- Sapelli

Para la operación y puesta en marcha de prensa de melamina se deben conocer las siguientes funciones:

Figura 82. **Panel de control de la prensa para melamina**



Fuente: Maderas El Alto, S.A.

1. Control de temperatura plato superior
2. Anulado
3. Parar bomba 1
4. Arranque bomba 1
5. Prueba de lámparas
6. Reset fallo
7. Luz piloto
8. Parar bomba 2
9. Arranque bomba 2
10. Anulado
11. Luz piloto
12. Conectar panel
13. Detector fallo calefacción arriba-abajo
14. Control de temperatura plato inferior
15. Parar bomba 3
16. Arranque bomba 3
17. Anulado

18. Desconectar panel

Cantidad de operarios y funciones

Personal

- 1 supervisor
- 2 operadoras

Funciones

- Supervisor: encargado del control de calidad de las láminas, controlar el buen funcionamiento de la máquina.
- Operarios: controlar posibles defectos de prensado o mal alineamiento de papel, alinear y colocar el papel.

Transporte

Después de pasar por el proceso de prensado, clasificado y ordenado de las láminas en paquetes se trasladan hacia la bodega de melamina en donde se flejan y empacan los paquetes listos para su despacho.

2.2.6.3. Formatos

A continuación se muestra el formato de control de producción para la línea de melamina:

Figura 83. Formato de producción de melamina

REPORTE DE PRODUCCIÓN

Fecha: _____	Supervisor: _____	Turno: _____
Operario: _____		

Producción

Medida	Espesor	Color	No. Laminas	No. Paquetes	Metraje (m ²)

Consumo de Papel

Color	Medida	Cantidad

Consumo de Energía Eléctrica

Lectura Inicial:	_____	KW
Lectura Final:	_____	KW
Consumo total turno:	_____	KW

Paros

Hora	Motivo	Hora de reinicio

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.4. Responsables

Las personas que participan activamente en el proceso de fabricación del plywood deberán colaborar responsablemente de la realización, desarrollo implementación y actualización del manual de la línea, siendo estos los principales responsables:

- Gerente de producción
- Coordinador de producción
- Encargado de control de calidad
- Supervisor de la línea de melamina
- Junta directiva (para su aprobación)

El manual debe ser revisado por lo menos cada 6 meses para realizar las modificaciones u actualizaciones que sean necesarias, estas deberán contener el número de revisión y la fecha correspondiente.

3. PLAN DE CONTINGENCIA

3.1. Análisis y evaluación de riesgos de incendio

El análisis y la evaluación de los riesgos de incendio en una empresa que emplea materiales inflamables como la madera y los adhesivos es fundamental para el diseño de un plan de contingencia, es por esa razón que los riesgos que se evalúan en la empresa Maderas El Alto S.A., son puntos críticos de peligro esencialmente para el Departamento de Producción.

Una vez identificados los factores de riesgo a través del procedimiento de diagnóstico detallado, se resumen los resultados de las observaciones en el área analizada y se describen las recomendaciones pertinentes por cada factor de riesgo encontrado.

El análisis y la evaluación arrojan los siguientes resultados:

Tabla XIX. Análisis de riesgos y recomendaciones

FACTOR DE RIESGO	RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none">➤ Falta de efectividad de los extintores al momento de ser utilizados en una emergencia de incendio debido al poco control de actualización de los mismos.➤ Mala ubicación de los extintores.➤ Falta de capacitación al personal en el uso de extintores➤ Falta de señalización de rutas de evacuación en toda la planta	<ul style="list-style-type: none">➤ Recargar inmediatamente el contenido de todos los extintores de la planta que se encuentren vencidos.➤ Implementar un plan de revisión mensual y recarga anual que garantice el buen funcionamiento de los mismos en todo momento.➤ Colocar rotulación a todos los extintores del área.

Continuación de la tabla XIX.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalar un extintor adicional junto a cada una de las máquinas de las líneas.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atrapamientos asfixias o lesiones al momento de una evacuación o un siniestro, especialmente incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar en el suelo la ruta de evacuación y tránsito de montacargas con pintura de alto contraste de color con el piso y remarcar. ➤ Supervisar constantemente que las rutas de evacuación, extintores, y tableros eléctricos no sean bloqueados con ningún tipo de material para asegurar su fácil acceso al momento de una emergencia. ➤ Publicar al menos un mapa de evacuación en la entrada a cada área.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemas derivados de la falta de protección visual debido a las partículas de madera que se liberan en el ambiente de la línea de aglomerado y lesiones oculares. ➤ Falta de señalización de tránsito de montacargas y exceso de velocidad por parte de los mismos. ➤ Eliminación de los sistemas de alarma en algunas de las máquinas de la línea de producción de aglomerado, en la línea de plywood las máquinas de secado que son más propensas a incendios no poseen ningún sistema de alarma. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar la intensidad, calidad y tiempo de vida de las lámparas (implementación de un programa de mantenimiento correctivo de sustitución de los tubos degradados, titilantes y quemados). ➤ Asegurar que todo el sistema de las máquinas y paneles de control eléctrico reciban el control preventivo y correctivo a su tiempo. ➤ Colocar algún tipo de sistema de alarma y detección contra incendios en las máquinas de secado de láminas de plywood.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Actos y condiciones inseguras**

Línea de producción	Actos Inseguros	Condiciones Inseguras
Aglomerado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Velocidad excesiva de montacargas ➤ Correr en área de trabajo ➤ Falta de equipo de protección 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tomas de corriente sin cobertor ➤ Falta de extintores o no están en lugares visibles ➤ Extintores vencidos ➤ Máquinas y sierras sin cobertores de protección
Plywood	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Velocidad excesiva de montacargas ➤ Falta de equipo de protección ➤ Correr en área de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tubos de enrollado de madera con esquinas filosas ➤ Máquinas no tienen protectores ➤ Tomas de corriente sin cobertor ➤ Falta de extintores o no están en lugares visibles ➤ Extintores vencidos
Melamina	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Operadores no utilizan guantes para manipular el papel y láminas con bordes cortantes 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Extintores vencidos ➤ Poca señalización ➤ Falta de extintores o no están en lugares visibles

Fuente: elaboración propia.

3.2. Formación del Comité de Seguridad

El comité de seguridad es el organismo responsable del plan de contingencias. Sus funciones básicas son: programar, dirigir, ejecutar y evaluar el desarrollo del plan, organizando así mismo las brigadas.

El comité de seguridad está constituido por:

- Director de la emergencia
- Jefe de mantenimiento
- Jefe de seguridad

Al accionarse la alarma de emergencia los miembros del comité de seguridad que se encuentren en el establecimiento, se dirigirán al punto de reunión preestablecido, donde permanecerán hasta que todo el personal haya sido evacuado.

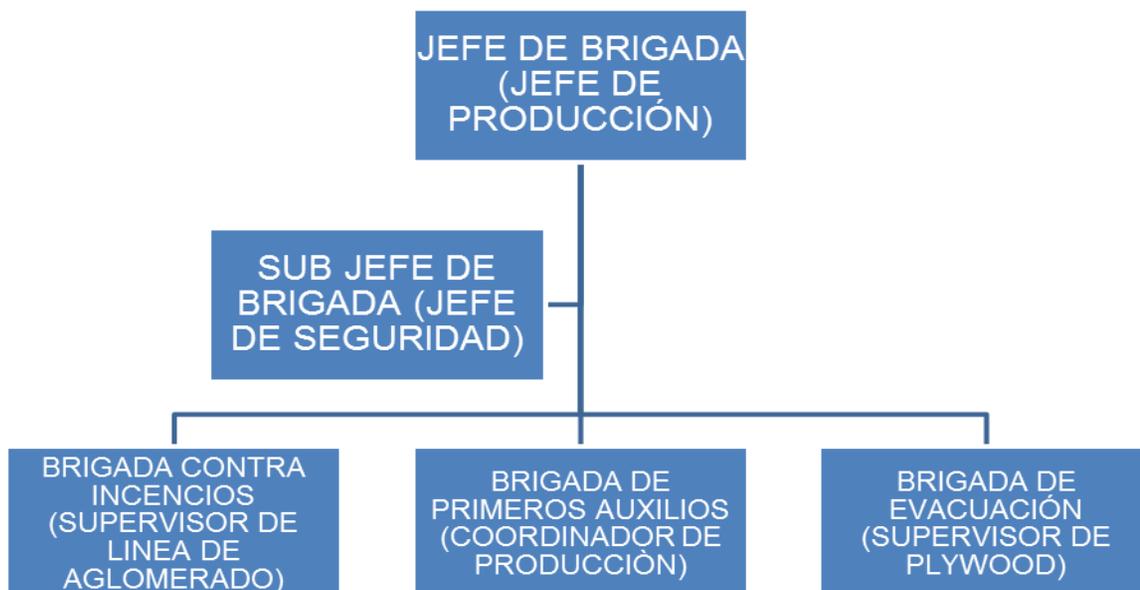
3.3 Brigadas de emergencia

El aspecto más importante de la organización de emergencias es la creación y entrenamiento de las brigadas.

3.3.1. Estructura de la brigada

A continuación se muestra el organigrama de la brigada de emergencia, la cual actuará en caso de que se presente algún evento imprevisto.

Figura 84. **Organigrama de la Brigada**



Fuente: elaboración propia.

3.3.2. **Funciones de las brigadas**

A continuación se describe cada una de las funciones de los puestos de la brigada de emergencia de la empresa Maderas El Alto, S.A.

Jefe de brigada

- Comunicar de manera inmediata a la alta dirección de la ocurrencia de una emergencia.
- Verificar si los integrantes de las brigadas están suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.
- Estar al mando de las operaciones para enfrentar la emergencia cumpliendo con las directivas encomendadas por el comité.

Subjefe de brigada:

- Reemplazar al jefe de brigada en caso de ausencia y asumir las mismas funciones establecidas.

Brigada contra incendio

- Comunicar de manera inmediata al jefe de brigada de la ocurrencia de un incendio.
- Actuar de inmediato haciendo uso de los equipos contra incendio (extintores portátiles).
- Estar lo suficientemente capacitados y entrenados para actuar en caso de incendio.
- Activar e instruir la activación de las alarmas contra incendio colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.
- Recibida la alarma, el personal de la citada brigada se constituirá con urgencia en el lugar siniestrado.
- Iniciado el fuego se evaluará la situación, la cual si es crítica informará a la consola de comando para que se tomen las acciones de evacuación del establecimiento.
- Adoptará las medidas de ataque que considere conveniente para combatir el incendio.
- Se tomarán las acciones sobre la utilización de los equipos de protección personal para los integrantes que realicen las tareas de extinción.
- Al arribo de la compañía de bomberos informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.

Brigada de primeros auxilios

- Conocer la ubicación de los botiquines en la instalación y estar pendiente del buen abastecimiento con medicamento de los mismos.
- Brindar los primeros auxilios a los heridos leves en las zonas seguras.
- Evacuar a los heridos de gravedad a los establecimientos de salud más cercanos a las instalaciones.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

Brigada de evacuación

- Comunicar de manera inmediata al jefe de brigada del inicio del proceso de evacuación.
- Reconocer las zonas seguras, zonas de riesgo y las rutas de evacuación de las instalaciones a la perfección.
- Abrir las puertas de evacuación del local de inmediatamente si ésta se encuentra cerrada.
- Dirigir al personal y visitantes en la evacuación de las instalaciones.
- Verificar que todo el personal y visitantes hayan evacuado las instalaciones.
- Conocer la ubicación de los tableros eléctricos, llaves de suministro de agua y tanques de combustibles.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

Brigada contra fugas/derrames

- Comunicar de manera inmediata al jefe de brigada de la ocurrencia de una fuga o derrame.
- Actuar de inmediato haciendo uso de los cilindros con arena, paños absorbentes y tierra.
- Estar lo suficientemente capacitados y entrenados para actuar en caso de fuga y derrame.
- Activar e instruir en el manejo de las alarmas de fuga y derrame colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.
- Recibida la alarma, el personal de la citada brigada se constituirá con urgencia en la zona de ocurrencia.
- Producida la fuga o derrame se evaluará la situación, la cual si es crítica informará al comité de seguridad reunido para que se tomen las acciones de evacuación del establecimiento.
- Adoptará las medidas de ataque que considere conveniente para combatir la fuga o derrame.
- Se utilizará de manera adecuada los equipos de protección personal para los integrantes que realicen las tareas de control de la fuga o derrame.
- Al arribo de la compañía de bomberos informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.

3.3.3. Pautas para la brigada

- En caso de siniestro, informará de inmediato comité de seguridad por medio de telefonía de emergencia o alarmas de incendio. Si la situación lo permite, intentará dominar el incendio con los elementos disponibles

en el área (extintores) con el apoyo de la brigada de emergencias, sin poner en peligro la vida de las personas.

- Si el siniestro no puede ser controlado deberá evacuar al personal conforme lo establecido, disponiendo que todo el personal forme frente al punto de reunión del piso.
- Mantendrá informado en todo momento al director de la emergencia de lo que acontece en el piso.
- Revisarán los compartimentos de baños y lugares cerrados, a fin de establecer la desocupación del lugar.
- Se cerrarán puertas y ventanas.
- Mantendrá el orden de evacuación evitando actos que puedan generar pánico, expresándose en forma enérgica, pero prescindiendo de gritar a fin de mantener la calma.
- La evacuación será siempre hacia las rutas de escape, siempre que sea posible.
- El responsable del establecimiento informará al director de la emergencia cuando todo el personal haya evacuado.
- Los responsables de las áreas no afectadas, al ser informados de una situación de emergencia (ALERTA), deberán disponer que todo el personal forme frente al punto de reunión.
- Posteriormente aguardarán las indicaciones del director de la emergencia a efecto de poder evacuar a los visitantes y empleados del lugar.

3.3.4. Pautas para el personal de la planta

- Todo el personal estable del establecimiento debe conocer las directivas generales del plan de evacuación.

- El personal que observe una situación anómala en donde desarrolla sus tareas, deberá dar aviso en forma urgente de la siguiente manera:
 - Avisar al jefe inmediato.
 - Accionar el pulsador de alarma.
 - Utilizar el teléfono de emergencia.

- Se aconseja al personal que guarde los valores y documentos, así como también desconectar los artefactos eléctricos a su cargo, cerrando puertas y ventanas a su paso.
- Seguidamente, siguiendo indicaciones del encargado del establecimiento, procederá a abandonar el lugar respetando las normas establecidas para el descenso.
- Seguir las instrucciones del responsable del establecimiento.
- No perder tiempo recogiendo otros objetos personales.
- Caminar hacia la salida asignada.
- Bajar las escaleras caminando, sin hablar, sin gritar ni correr, respirando por la nariz.
- Una vez efectuado el descenso a la parte baja, se retirará en orden a la vía pública donde se dirigirá hacia el punto de reunión preestablecido.
 - Se efectuará una descripción detallada de los medios técnicos necesarios

.4 Equipamiento

En caso de que se presente algún evento en el cual sea necesaria la utilización de equipo tanto de seguridad como para controlar la emergencia, se debe contar con los elementos necesarios para combatir dicha catástrofe.

3.4.1. Métodos de protección

La unidad operativa cuenta con los siguientes equipos e implementos de seguridad para combatir emergencias:

- 02 extintores portátiles de 12 kilogramos de PQS, con cartucho externo, tipo ABC, con carga vigente.
- Cilindros con arena.
- Botiquín de primeros auxilios.

Adicionalmente se cuenta con:

- Alarma
- Sirena
- Silbatos
- Luces de emergencia
- Uniformes aluminizados, anti ignífugos.
- Máscaras.
- Balones de oxígeno
- Explosímetros
- Palas de material antichispa
- Señalización de rutas de evacuación
- Sogas
- Linternas antiexplosivas
- Barreras Absorbentes
- Paños oleofílicos
- Camillas o equipos de rescate de lesionados

3.4.2. Listado de elementos básicos de dotación para el botiquín de primeros auxilios

A continuación se listan, a modo referencial, los elementos básicos de dotación para el botiquín de primeros auxilios, teniendo en consideración que en ellos existen medicamentos, pues estos solo se deben suministrar con la autorización del médico:

Aplicadores, depósitos de diferentes tamaños, baja lenguas, bolsas de plástico, esparadrapo de papel, esparadrapo de tela, férulas para el cuello, gasa en paquetes independientes, juegos de inmovilizadores para extremidades, pinza para cortar anillos, solución salina o suero fisiológico en bolsa (únicamente para curaciones), tijeras de material, vendas adhesivas, vendas de rollos de diferentes tamaños, vendas triangulares, linterna de uso médico, elementos de protección personal del auxiliador, guantes quirúrgicos, monogafas, tapabocas, etc.

3.5. Sistema de comunicación de emergencia

Se han definido los tipos de señal de alerta y de alarma a utilizar en cada caso según los medios disponibles:

- Si oyen sirenas, timbres o silbatos de duración continua y prolongada indica que se trata de señal de alerta y si oyen sirenas, timbres o silbatos de duración breve e intermitente indica que se trata de señal de alarma.
- Cuando se usa la megafonía, se propalarán mensajes claros y concisos a emitirse sin provocar pánico en los ocupantes.
- Para las señales de origen eléctrico, se ha tenido en cuenta alternativas para el caso de apagón (uso de baterías, silbatos, etc.).

- Para evitar el pánico, se ha planificado la evacuación para que la salida se realice de la misma forma que se hace habitualmente para las actividades comunes.

3.6. Acciones de respuesta

En caso que se presente una emergencia se tiene que tener previstas acciones que nos ayuden a combatir cual desastre que afecte la infraestructura o la maquinaria de la empresa, por lo cual se pueden tomar las siguientes medidas de precaución:

3.6.1. Plan de evacuación

Es un plan de actuación que exige a los trabajadores dirigirse, de forma ordenada y controlada, hacia lugares seguros interiores o exteriores al centro de trabajo. Puede darse una evacuación total o parcial. Este plan trata de proteger a las personas.

La comisión de emergencia deberá establecer un plan de evacuación en caso de emergencia general, este plan deberá ser dado a conocer en cursos de capacitación a todo el personal, además deberán considerarse los conatos de incendio o simulacros para tener un mejor control de la situación.

3.6.2. Incendios

En caso de incendio en el departamento de producción y en particular en el área de aglomerado deberán tomarse en cuenta las siguientes indicaciones:

- Verificar extintores y ubicar cada uno de ellos según los materiales de combustión que puedan afectar a las instalaciones.
- Hacer verificar las instalaciones por el personal especializado del departamento de bomberos.
- Crear rutas de salida en caso de emergencia.
- Hacer simulacros dos veces por año para verificar que cada persona conoce sus responsabilidades.
- Instalar detectores de humo en áreas de alto riesgo o muy cerradas.
- Colocar sistemas automáticos de roció en áreas con mucho personal.
- Revisar las baterías de los detectores de humo como mínimo una vez al año.
- Evitar sobrecargar los tomacorrientes.
- Evitar sobrecargar los cables con extensiones o equipos de alto consumo.
- Cambiar cables eléctricos siempre que este perforados o con peladuras.

Durante el incendio

En caso de que el incendio se produzca se debe evitar que el fuego se extienda rápida y libremente, es decir solamente deberá causar el menor daño posible.

En caso de incendios, estas son las indicaciones mínimas que se deben considerar:

- Todas las personas que detecten fuego intentarán extinguirlo, o contener las llamas para que no se expandan, con los medios disponibles (extintores, arena, agua, etc.).

- El personal que se encuentre en el área de ocurrencia del incendio, notificará de inmediato al comité de emergencia, para coordinar las acciones a seguir en la extinción del fuego.
- Se solicitará la presencia de bomberos en áreas próximas a centros urbanos, para ello se dispondrá en lugares visibles los números telefónicos de emergencias, a efectos de obtener una pronta respuesta al acontecimiento.
- La supervisión del área deberá evacuar a todo el personal ajeno a la emergencia, destinándolo a lugares seguros preestablecidos (puntos de reunión).
- La brigada de emergencia realizará, instruirá e implementará el plan de respuestas ante emergencias de fuego acorde a las características del área comprometida.

Después del incendio

- Mantener la calma y cerciorarse que se haya sofocado todo tipo de llamas asegurándose que no existan focos de reinicio de llamas o fuego.
- Realizar labores de rescate de personas si las hubiese brindándoles los primeros auxilios de ser el caso o transportándolas al centro médico más cercano.
- Acordonar o restringir el acceso de personas no autorizadas al establecimiento.
- Realizar los trabajos de remoción o retiro de escombros y limpieza.
- Evaluar los daños ocasionados al entorno, vecindad y medio ambiente así como evaluar las pérdidas sufridas a nivel humano, de infraestructuras y patrimonial.
- La disposición final de materiales contaminados o impregnados de combustibles deberá ser realizada a través de empresas autorizadas

para dicho fin, para lo cual serán contratadas por el propietario u operador del establecimiento.

- Informar a otras autoridades locales o centrales según corresponda.

3.7. Capacitación de las brigadas

Se ha considerado la realización periódica de programas de capacitación de las brigadas y formación continua a los integrantes de los grupos de acción, para lo cual se debe contemplar lo siguiente:

Se efectuará un simulacro al menos una vez al año. Los objetivos principales de los simulacros son:

- Detectar errores u omisión tanto en el contenido del plan de contingencias como en las actuaciones a realizar para su puesta en práctica.
- Habituarse al personal a evacuar el establecimiento.
- Prueba de idoneidad y suficiencia de equipos y medios de comunicación, alarma, señalización, luces de emergencia.
- Estimación de tiempos de evacuación, de intervención de equipos propios y de intervención de ayudas externas.

Los simulacros deberán realizarse con el conocimiento y con la colaboración del cuerpo general de bomberos y ayudas externas que tengan que intervenir en caso de emergencia.

4. FASE DE DOCENCIA-APRENDIZAJE

4.1. Capacitación al personal

Un plan de contingencia es una presentación para tomar acciones específicas cuando surjan problemas o una condición que no esté considerada en el proceso de planeación y ejecución normal.

En caso de incendio en el departamento de producción y en particular en el área de aglomerado deberán tomarse en cuenta las siguientes indicaciones:

- Verificar extintores y ubicar cada uno de ellos según los materiales de combustión que puedan afectar a las instalaciones.
- Hacer verificar las instalaciones por el personal especializado del departamento de bomberos.
- Crear rutas de salida en caso de emergencia.
- Hacer simulacros dos veces por año para verificar que cada persona conoce sus responsabilidades.
- Instalar detectores de humo en áreas de alto riesgo o muy cerradas.
- Colocar sistemas automáticos de roció en áreas con mucho personal.
- Revisar las baterías de los detectores de humo como mínimo una vez al año.
- Evitar sobrecargar los tomacorrientes.
- Evitar sobrecargar los cables con extensiones o equipos de alto consumo.
- Cambiar cables eléctricos siempre que este perforados o con peladuras.

Inmediatamente después del siniestro se deben tomar las precauciones que a continuación se enumeran:

- No encender las máquinas hasta estar seguro que no hay riesgo.
- Verificar que no haya heridos.
- Hacer un inventario de los equipos afectados.

Para la capacitación se implementan dos fases, en la primera se deberán dar a conocer las normas y reglamentos internos de la empresa a los trabajadores de nuevo ingreso, esto con el objetivo de fortalecer e implementar los conocimientos básicos en los aspectos de manipulación de químicos y manejo de las maquinaria, para disminuir los riesgos a los que estos están expuestos.

Sin la aprobación de estos elementos y conceptos fundamentales, el trabajador no estará apto para ocupar la responsabilidad que se le desea asignar.

De la misma forma pero con un carácter periódico, los trabajadores deben recibir una capacitación sobre métodos y técnicas de avanzada en materia de Seguridad e Higiene Ocupacional y de forma particular en de químicos que les permita mantener y profundizar sus conocimientos relacionados con su área y puesto y con los procedimientos seguros de trabajo. La periodicidad de esta capacitación fue establecida por lo directivos de acuerdo a las características y complejidad de los procesos y al estado de calificación del personal pero deberán ser programadas e impartida como mínimo 2 veces al año.

No obstante lo anterior, en caso de que sea necesario debido a cambios de procesos, de equipamiento, de los procedimientos establecidos por Maderas El Alto S.A., de nuevas disposiciones y reglamentaciones establecidas por los directivos se deberá realizar una capacitación extraordinaria si no fuera posible esperar por la que con carácter periódico se imparte.

4.1.1. Capacitación inicial

Deberá ser recibida por todos los trabajadores de nuevo ingreso quienes al concluir la misma, deberán ser examinados, como vía de comprobación de que poseen los conocimientos necesarios para poder realizar correctamente sus funciones de trabajo.

4.1.2. Capacitación periódica

Por lo menos cada 6 meses se deberá capacitar y actualizar al personal en los aspectos que fueran necesarios, comprobar si la aplicación de los conocimientos que adquirió durante la capacitación inicial son o no satisfactorios.

4.1.3. Capacitación extraordinaria

Se recomienda para todos los trabajadores en los casos en que ocurran situaciones no previstas que indiquen la necesidad de ejecutarla (cambio de proceso, equipamiento, materiales, sustancias, inclusión de nuevas normas, regulaciones, recomendaciones tanto de carácter nacional como internacional, etc.).

Por otra parte se sugiere un plan de superación que al igual que la capacitación antes expuesta, sea obligatoria para todos los trabajadores de la empresa si se desea escalar nuevos peldaños en el desarrollo científico productivo, la cual permite profundizar en temáticas de interés para el trabajo que realizan los trabajadores y por ende ampliar sus conocimientos.

4.2. Programación de actividades

Se ha elaborado un programa anual de actividades que comprende las siguientes actividades:

- Cursos periódicos de formación y adiestramiento del personal para mantenimiento.
- Mantenimiento de las instalaciones y extinción.
- Inspección de seguridad y BPM.

Tabla XXII. **Programa de capacitaciones anuales**

Fecha	Tema	Impartida por	Dirigida a /Departamento	Duración total
1 al 5 de enero	Mantenimiento de calderas	Jefe de mantenimiento	Mantenimiento	5 Hrs.
1 al 5 de enero	Seguridad industrial	Jefe de seguridad	Brigada de emergencia	5 Hrs.
1 al 5 de abril	Mantenimiento de máquinas	Jefe de mantenimiento	Mantenimiento	5 Hrs.
1 al 5 de abril	Uso de equipo de protección	Jefe de seguridad	Toda la planta	5 Hrs.
1 al 5 de agosto	Limpieza de tanques de resina	Encargado de laboratorio	Mantenimiento	5 Hrs.
1 al 5 de agosto	Uso de extinguidores	Jefe de seguridad	Brigada de emergencia	5 Hrs.
1 al 5 de diciembre	Calidad de los procesos	Jefe de producción	Producción	5 Hrs.
1 al 5 de diciembre	Buenas prácticas de manufactura	Jefe de producción	Producción	5 Hrs.

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Técnicas de evaluación**

Hoy en día podemos decir que una técnica de evaluación es aquella estrategia que mide el nivel de conocimientos, aptitudes, habilidades de los participantes, también que es una de las capacidades físicas determinadas ya sean en pruebas orales, pruebas escritas, pruebas objetivas, pruebas prácticas o pruebas mixtas. Todas estas se usan como herramientas para determinar la idoneidad de alguien para un puesto o la realización de una actividad.

Para tener conocimiento de la efectividad de los cursos de capacitación que fueron impartidos, se utilizó la técnica de evaluación más común, como lo es la prueba escrita de selección múltiple, esto con el objeto evaluar y medir los conocimientos obtenidos posteriormente a las capacitaciones.

4.4. Resultados

Los resultados de las pruebas que se realizaron al finalizar las capacitaciones, indican que se obtuvo éxito en ellas, ya que se puede observar en la tabla que se encuentra a continuación.

Tabla XXIII. **Resultados de pruebas de aprendizaje**

Fecha	Tema	Departamento	Aprobados	Reprobados	% aprobados
30-oct-08	Brigadas de emergencia	Toda la planta	122	31	79.74
30-nov-08	Uso de extintores	Toda la planta	133	20	86.93
30-dic-08	Buenas prácticas de manufactura	Producción	92	6	93.88
30-ene-09	Uso de equipo de protección	Toda la planta	136	17	88.89
28-feb-09	Procedimientos de operación	Producción	93	5	94.90

Fuente: elaboración propia.

Se puede decir que las capacitaciones tuvieron un porcentaje de comprensión exitoso, ya que según las técnicas de aceptación de evaluación, se toma como éxito si aprueba más del 73 % del alumnado. Hay que considerar que algunas de las pruebas fueron repetidas para las personas que no lograron aprobar, ya que según el reglamento de evaluación, todo el personal de la empresa debe obtener un resultado satisfactorio.

CONCLUSIONES

1. Las técnicas de ingeniería industrial son utilizadas en muchos campos de la industria para dar solución a problemas que se presentan en la integración de los equipos trabajo, mantenimiento, operación de la maquinaria, control de calidad etc. Se creó un manual de los procesos de fabricación de plywood, aglomerado y melamina se establecieron nuevos procedimientos estándar de operación para garantizar la productividad y optimización en los procesos de fabricación de los tableros de madera.
2. Con la implementación de los nuevos procedimientos mejorados de cada unos de los procesos de las tres líneas de producción, se logró incrementar la producción de tableros de mejor calidad, disminuyó el costo de producción, ya que se utilizaron las cantidades y parámetros físicos adecuados para su fabricación, además de disminuir los desperdicios en las cantidades de materiales utilizados.
3. Al diseñar un manual de procedimientos para laboratorio, se estandarizó el uso de los recursos materiales, en dicho manual se describen detalladamente cada una de las pruebas que deben realizarse para determinar tanto la calidad del material que se utiliza para la producción, como también la calidad de los tableros terminados.
4. El análisis y descripción de puestos es fundamental en el diseño de un manual de procesos, es por ello que se realizó dicho análisis con el objeto de contribuir a establecer la cantidad de colaboradores y funciones idóneas para cada uno de ellos.

5. Al realizar un análisis de causas y efectos para cada una de las líneas de producción, con el objeto de establecer las soluciones para los principales problemas que se presentaron en cada línea, disminuyendo así el porcentaje de frecuencia de dichos problemas, que básicamente eran problemas de desorganización por falta de fijación de procedimientos estándar en la fabricación.
6. El enfoque de la seguridad industrial comprende el análisis y evaluaciones de riesgos laborales, actos y condiciones inseguras, por lo que se realizó un estudio con el objetivo de elaborar un plan de contingencia en el cual se implementaron planes de emergencia y formación de un comité, con el fin de lograr disminuir los accidentes laborales y los siniestros.
7. El diseño y planificación de capacitaciones para el personal, es transcendental para la formación del personal en la utilización de los nuevos procedimientos de trabajo, además de informarlos sobre el plan de contingencia y sus respectivas capacitaciones.

RECOMENDACIONES

1. Para que se lleve un correcto control y aplicación de los procedimientos, es recomendable actualizar los formatos que se utilizan en cada una de las líneas de producción por lo menos 1 vez al año.
2. Es necesaria la implementación de un plan de seguridad industrial para la empresa, ya que no se cuenta actualmente con ella.
3. Es necesario implementar un plan de capacitaciones anualmente para mantener informado al personal en los temas de seguridad industrial e higiene ocupacional.
4. Capacitar a los operarios de calderas y técnicos en mecánica o electricidad para que puedan realizar un buen mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.
5. Es recomendable que principalmente el coordinador y supervisores de las líneas de aglomerado, plywood y melamina sean capacitados por lo menos una vez al mes en la mejora continua y actualización de los procedimientos de los procesos de fabricación.
6. Es recomendable la adquisición de equipo de protección personal para cada uno de los trabajadores que participa en el proceso, y capacitar a los trabajadores en el uso adecuado de la maquinaria y el equipo.

7. Es necesario cambiar algunos de las herramientas de trabajo y maquinaria que se encuentran en mal estado, para evitar posibles accidentes laborales.
8. Se recomienda que las nuevas contrataciones, sean en su mayoría hombres, ya que por las condiciones de trabajo se requieren que se realicen fuerzas y esfuerzos.
9. Es aconsejable que existan y se implementen programas de señalización industrial dentro de la planta, ya que no existe ni la más mínima expresión de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAUYMEISLER, Theodore, et al. *Manual del ingeniero mecánico*. 9a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1997. 590 p.
2. DRESSLER, Gary. *Administración de personal*. 6a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1996. 246 p.
3. KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz. *Administración una perspectiva global*. 6a. ed. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2008. 57 p.
4. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*. 9a ed. España: Alfaomega, 1996. 880 p.
5. RAMIREZ, Hector J. *Manual de funciones e instrucciones del proceso de aglomerado*. Colombia: Tablemac, 2007. 189 p.
6. STEINEMAN, Nova. *Manual de operaciones de maquinaria para aglomerado RSA 190/4 KF-MCg*. Alemania: Steineman, 1995. 162 p.
7. WERTHER, William. *Administración de personal y recursos humanos*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1997. 153 p.