

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS TABLEROS OSB (ORIENTED STRAND BOARD) Y  
SU REPERCUSION EN EL SECTOR FORESTAL CHILENO**

Monografía presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal.

**EDGAR RICHARD CARRASCO VENEGAS**

**TEMUCO – CHILE**

**2012**

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS TABLEROS OSB (ORIENTED STRAND BOARD) Y  
SU REPERCUSION EN EL SECTOR FORESTAL CHILENO**

Monografía presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal.

**EDGAR RICHARD CARRASCO VENEGAS**

**PROFESOR GUIA: CLAUDIA SUSANA BASSABER ESCARATE**

**TEMUCO – CHILE**

**2012**

**ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS TABLEROS OSB (ORIENTED STRAND BOARD) Y  
SU REPERCUSION EN EL SECTOR FORESTAL CHILENO**

**PROFESOR GUÍA**

---

**CLAUDIA SUSANA BASSABER ESCARATE  
INGENIERO FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**PROFESORES CONSEJEROS**

---

**GUILLERMO JAVIER JIMENEZ  
VON-BISCHOFFSHAUSEN  
INGENIERO CIVIL  
DEPTO. DE INGENIERIA EN OBRAS CIVILES  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS Y  
ADMINISTRACION  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

---

**VERONICA ANDREA CABALLERIA PEREZ  
INGENIERO EJECUCION EN MADERAS  
EXPERTO PROFESIONAL EN PREVENCION DE  
RIESGOS  
AREA DE PROCESOS INDUSTRIALES  
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE CHILE**

**CALIFICACION PROMEDIO TESIS :**

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar va mi gratitud a Dios, por su ayuda de principio a fin en toda mi trayectoria Académica Universitaria.*

*Mis más sinceros y afectuosos agradecimientos a mis padres Lisandro y Elisa, que gracias a su apoyo incondicional he alcanzado este logro en mi vida.*

*A Ricardo González Profesor guía en su momento, a Claudia Bassaber Profesora guía gracias por su asesoría en la finalización de esta Monografía. Además también agradezco a mis profesores consejeros Verónica Caballería y Guillermo Jimenez Von-Bischoffshausen.*

*Agradezco a la Empresa Louisiana Pacific S.A. Chile (LP), por su positiva disposición al concederme dos visitas a la Planta Lautaro, por la entrevistas, gracias por su colaboración.*

*Gracias a familiares, amigos y todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron con su ayuda en la concreción de esta meta.*

## INDICE DE MATERIAS

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>4</b>
2.1 Sector Tableros y Chapas en Chile.....	4
2.1.1 Consumo nacional y exportaciones.....	4
2.1.2 Capacidad instalada por regiones.....	4
2.1.3 Empresas del Rubro.....	5
2.2 Tableros.....	6
2.2.1 Definición de tableros.....	6
2.3 Tableros de Partículas.....	7
2.3.1 Antecedentes técnicos.....	7
2.3.2 Antecedentes históricos.....	8
<b>3 TABLEROS OSB.....</b>	<b>10</b>
3.1 Historia de los tableros OSB.....	12
3.2 Clasificación de los tableros OSB según grado.....	14
3.3 Tipos de tableros OSB.....	16
3.3.1 LP OSB Standard.....	16
3.3.2 LP OSB Plus.....	16
3.3.3 LP OSB Guard.....	17
3.3.4 Smartside.....	17
3.3.5 LP Moldajes.....	17
3.3.6 Tableros multipropósito.....	17
3.3.7 LP Terminaciones.....	17
3.4 Tipos de tableros OSB según propiedades mecánicas y resistencia a la humedad	18
3.5 Dimensiones de los tableros OSB.....	19
3.6 Usos de los tableros OSB.....	21
3.6.1 Techumbres.....	21

3.6.2	Muros.....	22
3.6.3	Pisos.....	23
3.6.4	Vigas Doble T (Con alma de OSB).....	24
3.7	Especies arbóreas utilizadas en la fabricación de los tableros OSB.....	25
3.8	Proceso de fabricación de los tableros OSB.....	25
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE MERCADO DE LOS TABLEROS OSB.....</b>	<b>32</b>
4.1	Ventajas comerciales de los tableros OSB.....	32
4.1.1	Características de los Tableros OSB: Construcción Energitérmica Asísmica....	32
4.2	Normas y estándares de Calidad. Certificación del producto.....	33
4.3	Ventajas con respecto a similares o sustitutos.....	34
4.4	Oferta.....	36
4.5	Precio del Tablero OSB en el mercado.....	39
4.6	Demanda.....	40
4.7	Productos sustitutos.....	43
4.8	Productos Complementarios.....	44
4.9	Estadísticas de evolución de los tableros OSB en el mercado.....	45
5.0	Proyección de mercado.....	48
<b>6</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>60</b>
<b>10</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>61</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Plantas Productoras de Tableros y Chapas.....	5
2	LP OSB Standard: El tablero estructural más usado del mercado (Canto sellado color naranja).....	19
3	LP OSB Plus: El único tablero estructural con protección contra termitas (Canto sellado color Amarillo).....	20
4	LP OSB Guard: El único tablero estructural OSB con protección contra termitas y pudrición por hongos (Canto sellado color Guinda).....	20
5	LP OSB Pisos: El tablero estructural OSB machihembrado, calibrado y con máxima protección (Canto sellado color Gris).....	20
6	Propiedades físicas, mecánicas y de adhesión de los tableros OSB (9,5 mm).....	35
7	Producción de Tableros OSB en m <sup>3</sup> , entre meses Enero-Mayo 2011 Planta LP Lautaro.....	38
8	Precio Tablero OSB por unidad en \$.....	39
9	Grandes distribuidores de tableros OSB.....	41
10	Consumo aparente de Tableros y Chapas según año (miles de toneladas).....	42

11	Consumo aparente de Tableros y Chapas según año (miles de m <sup>3</sup> ).....	42
12	Comparación Precios de Mercado Tableros OSB y Contrachapado.....	44
13	Monto de las exportaciones de tableros OSB por año (US\$ millones FOB).....	45
14	Volumen de las Exportaciones de Tableros OSB por año (en miles de toneladas)...	46
15	Volumen de Exportaciones de Tableros y Chapas, según año (en miles de toneladas).....	47
16	Participación en Volumen de Exportación Tableros OSB (Porcentaje).....	47
17	Volumen exportado de tableros de madera por país de destino (1), según año( miles de toneladas).....	48
18	Cantidad de Viviendas Construidas.....	54
19	Ocupación en Plantas de tableros OSB, Chile.....	55

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Tablero OSB, O-1.....	14
2	Tablero OSB, O-2.....	15
3	Tablero OSB, R-1.....	15
4	OSB Standard (naranja), OSB Plus (amarillo), OSB Guard (guinda).....	18
5	Tablero OSB en Techos.....	22
6	Tablero OSB en Muros.....	23
7	Tablero OSB en Pisos.....	24
8	Tablero OSB en Viga Doble T.....	25
9	Esquema general del Proceso de fabricación de los tableros OSB.....	26
10	Producción Tableros OSB (Miles de m3/año). Elaboración propia.....	37

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1	Planta Louisiana Pacific S.A. (LP) Lautaro..... 69
2	Otros Productos OSB, sus espesores, pesos para 1,22 m x 2,44 m y 4875 mm de largo.. 71
3	Participación del tipo de producto en la producción nacional de Tableros..... 71
4	Pesos por Espesor de OSB (1,22 m x 2.44 m), con Densidad de 825 Kg/m <sup>3</sup> ..... 72
5	Ciclo de Prensado de los Tableros OSB..... 72
6	Monto de las exportaciones de tableros OSB por año (US\$ millones FOB)..... 73
7	Sello APA (The Engineered Wood Association)..... 73
8	Viruteador y Terminación (Proceso de Producción)..... 74
9	Entrevista estructurada via correo electrónico a Don Héctor Lagos; Gerente de Producción Planta Louisiana Pacific S.A. Lautaro..... 75
10	Primera Planta en Chile de Tableros OSB (Panguipulli)..... 79
11	Ilustración inicios del Tablero OSB; de su inventor Armin Elmendorf..... 79
12	Evolución de la Producción Tableros OSB, meses y años en Planta LP Lautaro..... 80

## 1. INTRODUCCION

El sector forestal chileno en los últimos años ha visto desarrollar en gran medida uno de sus rubros, la Industria de los Tableros y Chapas. La producción nacional durante la última década ha experimentado un crecimiento rápido y sostenido; siguiendo la tendencia que se observa mundialmente con respecto a la industria de estos productos, también existen grandes avances en términos de tecnología, modernización, cantidad de plantas productoras, además de la significativa posición de sus productos en el mercado interno como en el comercio exterior.

Un tablero o panel es un producto forestal, es decir, un elemento que se obtiene de la madera mediante algún proceso industrial y se produce a partir de chapas, partículas, fibras y virutas. La industria de los tableros en el contexto nacional, agrupados en una serie de productos especializados, surgió como respuesta a la escasez de madera sólida y a su elevado precio. Los tableros han logrado insertarse de manera exitosa en el mercado mundial de productos forestales, gracias principalmente a los avances tecnológicos y a sus bajos costos de producción, llegando a producirse en Chile mas de 2 millones de metros cúbicos para abastecer en gran medida la demanda nacional y en menor pero no despreciable escala, al mercado internacional.

En Chile, los tableros producidos y comercializados corresponden a Tableros de Partículas, Tableros Contrachapados, Tableros MDF, Tableros de Fibra y Tableros OSB. Estos son producidos en plantas distribuidas entre las regiones VIII, IX, X, y XIV.

Los tableros estructurales son aquellos empleados como elementos estructurales en la industria de la construcción y del embalaje. Dentro de éstos se encuentran los tableros contrachapados estructurales y los tableros OSB.

Los tableros OSB son paneles formados a base de partículas llamadas “Strands” (Virutas u hojuelas), las cuales se orientan en forma mecánica o electrostática, formando capas delgadas del tablero. De esta manera, el producto puede estar formado por tres o cinco capas dispuestas perpendicularmente entre sí. Las hebras son encoladas y prensadas en caliente, empleándose una resina fenólica, dadas las características de uso estructural y exteriores de estos tableros.

Los tableros OSB en Chile no eran muy conocidos hasta aproximadamente una década atrás; con la llegada al país e instalación de una planta perteneciente a la empresa Louisiana

Pacific S.A., en el año 1999. Desde entonces se ha logrado producir y comercializar los tableros OSB en gran escala en nuestro país.

OSB es una sigla en inglés que significa Oriented Strand Board, la cual en español quiere decir Tablero de Virutas Orientadas. . Existe otro tipo de tablero muy similar al OSB que se denomina waferboard que tiene una menor utilización y que se diferencia por el tamaño de sus virutas y porque éstas no tienen ninguna orientación predeterminada dentro del tablero.

Existe una tendencia predominante en muchos países de América Latina para fabricar y usar cada vez más los tableros a base de madera, ya que se pueden utilizar para fines estructurales o decorativos. Los países que registran una mayor demanda del tablero OSB son Chile, Brasil, Argentina y México. Particularmente, desde que Chile firmó el TLC con Estados Unidos han aumentado los proyectos inmobiliarios, ya que se ha promovido la construcción con tableros OSB, certificados internacionalmente por la A.P.A. (American Plywood Association), entidad que avala la calidad de la mayor cantidad de tableros estructurales en el mundo.

En Chile, la producción de tableros ha alcanzado unos 120 millones de dólares anuales. En el contexto latinoamericano, este sector industrial es el líder indiscutible, tanto en lo que se refiere a volúmenes de producción como a tecnología aplicada.

Los Tableros OSB se producen a partir de materias primas provenientes del bosque, en especial de bosques nativos (renovales), correspondientes a trozas pulpables de bajo diámetro. Las especies nativas utilizadas en la producción de los tableros OSB son Roble (*Nothofagus oblicua*), Raulí (*Nothofagus nervosa*), Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y Tineo (*Weinmannia trichosperma*) con un porcentaje de 18, 15, 12.01, 7.03 y 5.1 % respectivamente. Las especies exóticas utilizadas son Eucalipto nitens (*Eucalyptus nitens*), Eucalipto globulus (*Eucalyptus globulus*) y Pino radiata (*Pinus radiata*) con un porcentaje de 15.2, 14.35 y 13.31 % respectivamente. Constituye un gran aliado y la mejor alternativa en madera para el sector de la construcción, en la medida que ha demostrado ser un producto seguro, con buen desempeño, que cubre rápidamente grandes áreas y provee solidez y rigidez a la armazón durante el levantamiento. De hecho, el tablero ha sido aprobado por la gran mayoría de códigos de construcción en el mundo.

El ritmo de las innovaciones no se detiene y la demanda exige acelerar los procesos que den respuesta a éstas, donde se exploren las soluciones y alternativas con énfasis en la evolución tecnológica, con la cual se aproveche la utilización de los recursos en pro de

mitigar el impacto natural que este produce. Entre los recursos para el desarrollo de nuevas tecnologías, se encuentra la madera, siendo uno de los elementos mayormente explorados para la invención y aplicación de técnicas que incorpora productos de alta suficiencia, además de incorporar nuevas características en su fabricación.

En esta monografía se realizará un estudio descriptivo de los Tableros Oriented Strand Board (OSB), producto perteneciente a la industria de tableros y chapas del sector forestal chileno. El Tablero OSB es un producto innovador, forma parte de la amplia gama de productos de la industria de la madera con elevadas suficiencias en los cánones de producción y comercialización a nivel mundial.

### **1.1 Objetivo general**

Realizar un estudio descriptivo de los Tableros Oriented Strand Board (OSB) y conocer su repercusión en el sector Forestal Chileno.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Definir los Tableros OSB y caracterizarlos.
- b) Analizar el mercado de los Tableros OSB.
- c) Discutir sobre la situación de los Tableros OSB como producto.

## **2. ANTECEDENTES GENERALES**

### **2.1 Sector Tableros y Chapas en Chile**

El crecimiento de la industria de tableros en Chile está muy ligado a la optimización del uso del bosque. Dentro del sector forestal, los tableros son una de las áreas que resaltan, con un perfil menor que las mega plantas de celulosa. Sin embargo, esta industria es un importante complemento en la matriz de aplicaciones del bosque y es así que se proyecta un crecimiento de un 60 % en la capacidad instalada de producción de tableros en Chile para los próximos años, llegando a los 3.600.000 m<sup>3</sup> anuales. La inversión en este período estará en torno a los US\$ 400 millones. La producción total del sector sigue un crecimiento sostenido, lo cual refleja el mayor nivel de productividad alcanzado por el sector en virtud de los cambios tecnológicos y ampliaciones de capacidad productiva (Administración ATCP – Chile, 2006).

#### **2.1.1 Consumo nacional y exportaciones**

Según INFOR (2010), el consumo aparente de Tableros y Chapas en Chile es de 631,8 mil toneladas. La demanda se satisface principalmente a través de 27 plantas industriales concentradas entre la VIII y XI, además de la XIV región.

De acuerdo a las últimas estadísticas entregadas por INFOR al año 2009, el monto de las exportaciones totales sufrió a una baja; sin embargo, el consumo aparente total de tableros y Chapas al año 2009 aumentó en un 1,4 %.

#### **2.1.2 Capacidad instalada por regiones**

Respecto a la capacidad instalada (en m<sup>3</sup>) por regiones en función de las 27 principales plantas industriales, la VIII región lidera con un 70,74% del total, la IX con un 15,97%, la XIV con un 12,81%, la X con un 0,64% y la XI región con un 0,035%. (INFOR, 2010).

### 2.1.3 Empresas del Rubro

De acuerdo a la información indicada por CORMA (2005) e INFOR (2010), el sector de tableros está conformado por 19 empresas productoras, las cuales disponen de 27 Plantas industriales, ubicadas geográficamente entre la VIII y la XI regiones, además de la XIV región. De ellas, 14 plantas se ubican en la VIII Región. En el Cuadro 1 se indican las empresas productoras de tableros y la capacidad instalada de cada una de ellas, además de la comuna, producto primario, número de turnos y ocupación.

**Cuadro 1.** Plantas Productoras de Tableros y Chapas.

RAZON SOCIAL	COMUNA	PRODUCTO PRIMARIO	CAPACIDAD INSTALADA (m <sup>3</sup> )	Nº TURNOS	OCUPACION (personas)
<b>TOTAL</b>			<b>3.388.095</b>		<b>7.463</b>
<b>VIII REGION</b>			<b>2.389.955</b>		<b>5.455</b>
Colcura S.A.	Lota	Chapas foliadas	5.400	2	70
Ind. de Madera Borver Ltda.	Negrete	Chapas debobinadas	9.000	2	48
Industrias Río Itata II S.A.	Coelemu	Tablero partículas	36.000	3	107
		Tablero contrachapado	42.000	3	
Laminadora Los Ángeles Planta 1	Los Ángeles	Chapas debobinadas	10.000	2	24
Laminadora Los Ángeles Planta 2	Los Ángeles	Chapas debobinadas	8.000	2	93
		Tablero contrachapado	12.000	3	
For. y Mad. Villafranca Oliver Chile Ltda.	Los Ángeles	Chapas debobinadas	7.250	2	98
		Tablero contrachapado	12.000	3	
Masisa Planta Cabrero	Cabrero	Tablero MDF	340.000	3	300
Masisa Planta Chiguayante	Chiguayante	Tablero partículas	82.000	3	135
Masisa Planta Mapal	San P. de la Paz	Tablero MDF	145.000	3	369
		Tablero partículas	152.000	3	
Masonite Chile S.A.	Cabrero	Tablero fibra	40.000	3	94
Paneles Arauco S.A. Planta Arauco	Arauco	Tablero contrachapado	349.980	3	1.200
Paneles Arauco S.A. Planta Nueva Aldea	Ranquil	Tablero contrachapado	452.825	3	1.376
Paneles Arauco S.A. Planta Trupán	Yungay	Tablero MDF	513.500	3	1.206
		Tablero fibra	63.000	3	
Tulsa S.A.	Concepción	Tablero contrachapado	81.000	3	335
		Chapas debobinadas	29.000	3	
<b>IX REGION</b>			<b>540.940</b>		<b>935</b>
CMPC Maderas S.A.	Collipulli	Tablero contrachapado	240.000	3	344
Eagon Lautaro S.A.	Lautaro	Chapas debobinadas	20.000	3	536
		Tablero contrachapado	150.000	3	
Forestal Magasa Ltda.	Cunco	Chapas debobinadas	4.500	1	6
Louisiana Pacific Chile S.A.	Lautaro	Tablero OSB	125.000	3	
Maderas Foliadas S.A.	Pitrufquén	Chapas debobinadas	1.440	1	49

<b>XIV REGION</b>			<b>434.000</b>		<b>865</b>
Infodema S.A.	Valdivia	Tablero contrachapado	32.000	3	390
Louisiana Pacific Chile S.A.	Panguipulli	Tablero OSB	125.000	3	140
Masisa Planta Valdivia	Valdivia	Tablero partículas	83.000	3	147
Masisa Planta C. Puschmann	Valdivia	Tablero partículas	86.000	3	87
Polincay Export Ltda.	La Unión	Tablero MDF	108.000	2	101
<b>X REGION</b>			<b>22.000</b>		<b>173</b>
Shin Gwang Forestal Chile S.A.	Frutillar	Chapas debobinadas	5.000	2	116
Maderas Tantauco Ltda.	Castro	Tablero contrachapado	12.000	2	
		Tablero contrachapado	5.000	1	57
<b>XI REGION</b>			<b>1.200</b>		<b>35</b>
Laminadora Austral Ltda.	Coyhaique	Chapas foliadas	1.200	1	35

**Fuente:** INFOR, Empresas (Boletín Estadístico N° 128; Anuario Forestal 2010).

## 2.2 Tableros

### 2.2.1 Definición de tableros

Se denomina tablero al producto fabricado a partir de la degradación de madera y posterior agregación en piezas estandarizadas, agregando en forma optativa elementos químicos que mejoran sus propiedades. La clasificación de tableros se realiza de acuerdo al uso final que se le va a dar a éstos (Allen y Arcos, 2005). La fabricación de tableros es una de las áreas más promisorias y de las que más ha evolucionado en la industria forestal chilena, abarcando la producción de madera contrachapada, de partículas, prensada o hardboard, tableros de densidad media (MDF) y tableros OSB (MAMELL, 2009). Así se dividen en:

- **Tableros estructurales:** Aquellos empleados como elementos estructurales en la industria de la construcción y del embalaje. Dentro de éstos se encuentran los tableros contrachapados estructurales y OSB, estos son paneles a partir de virutas o hebras orientadas en forma perpendicular entre sí (Allen y Arcos, 2005).

- **Tableros no estructurales:** Son aquellos que se emplean en la industria de la mueblería. Dentro de esta clasificación encontramos los tableros de contrachapado decorativo, duros, de Fibra y MDF (Allen y Arcos, 2005).

## 2.3 Tableros de Partículas

### 2.3.1 Antecedentes técnicos

Existe una tendencia predominante en muchos países de América Latina para fabricar y usar cada vez más los tableros a base de madera, ya que se pueden utilizar para fines estructurales o decorativos (Chan *et al.*, 2004).

Estos tableros se fabrican con partículas de madera como son las hojuelas, astillas y viruta, las cuales se combinan con resinas sintéticas u otro tipo de adhesivo; la mezcla formada se coloca entre planchas (moldes) a altas temperaturas para prensarla y aumentar la densidad del producto. Las altas temperaturas en el prensado sirven para acelerar el endurecimiento (curado) de los adhesivos. Las partículas se pueden colocar de cierta manera con el fin de darle alguna orientación a las propiedades de resistencia de los tableros (Chan *et al.*, 2004).

Los tableros de partículas se fabrican sometiendo a presión y calor las partículas de madera previamente rociadas con una resina sintética. Las partículas que pueden usarse son residuos de otros procesos productivos como viruta de cepillos, recortes de chapa, astillas de aserraderos, así como productos preparados con maquinaria especial como filamentos, hojuelas o tiras de madera. A continuación se listan los principales tipos de partículas usadas para la fabricación de tableros (Echenique y Robles, 1993).

- a) Acepilladura (chaving):** Partícula pequeña de madera de dimensiones variables producida cuando se cepilla madera. Su grueso es variable y con frecuencia está retorcida.
- b) Hojuela (flake):** Partícula pequeña de madera de dimensiones predeterminadas fabricada con equipo especializado. Su grueso es uniforme y tiene la orientación de las fibras paralela a las caras de la hojuela.
- c) Oblea (wafer):** Similar a las hojuelas en forma, pero más grande. Por lo regular su largo es mayor de 2.25 cm y su grueso, mayor de 0.06 cm. Los extremos pueden estar ahusados.
- d) Astilla (chip):** Pieza astillada, de un fragmento de madera, mediante una cuchilla como las usadas para formar astillas para la producción de pulpa para papel.
- e) Aserrín (sawdust):** Pequeñas piezas de madera producidas al aserrar la madera.
- f) Hebra (strand):** Una acepilladura de gran longitud, pero plana con superficies paralelas.
- g) Tira (sliver):** Piezas de sección transversal casi cuadrada con una longitud de por lo menos cuatro veces su grueso.

**h) Lana de madera (wood wool):** Tiras delgadas y largas, con frecuencia retorcidas, que se usan también como relleno para empacar artículos frágiles. También se le conoce como "excélsior".

Los tableros pueden tener de 3 a 5 capas con partículas de distinto grueso, dispuestas de modo que las capas con las partículas de mayor grueso queden al centro y las que tienen las partículas más finas queden en las caras. De esta manera se mejora la resistencia mecánica y la apariencia de los tableros. También es posible controlar en cierta medida la orientación de las partículas en las diferentes capas, obteniendo de esta forma tableros de gran resistencia mecánica que pueden ser usados para fines estructurales. Se cuida mucho la calidad de las superficies de los tableros, cuando se usan para fabricar muebles o cuando se recubren con pintura, plástico o papel, ya que la superficie del tablero deberá contener en su mayoría partículas pequeñas para lograr un buen acabado. Las partículas para los tableros pueden producirse a partir de troncos enteros o de residuos. Son muchas las especies que se utilizan, pero suelen preferirse las que son de baja densidad. La partícula ideal en cuanto a resistencia mecánica y estabilidad dimensional, es una hojuela delgada de grueso uniforme con una alta relación largo a grueso. Sin embargo, este tipo de partículas es difícil de producir. En la práctica las partículas varían en tamaño de 1.25 a 2.25 cm de largo y de 0.025 a 0.038 cm de grueso. A veces su tamaño se reduce al de unas cuantas fibras unidas entre sí (Echenique y Robles, 1993).

### **2.3.2 Antecedentes históricos**

Las primeras patentes para la fabricación de tableros de partículas se registraron a fines del siglo XIX, pero no fue sino hasta 1941 cuando en Alemania y Suiza se instalaron las primeras fábricas, que produjeron tableros para muebles. Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, la fabricación de este tipo de tableros se incrementó notablemente y se extendió a diversos países. El principal factor que permitió el rápido desarrollo de esta industria fue la aparición de los adhesivos termofijos como el urea-formaldehído y el fenol-formaldehído (Echenique y Robles, 1993).

Actualmente en la fabricación de tableros de partículas se utiliza madera de primera calidad y a la vez, presenta un mejor aprovechamiento de materiales lignocelulósicos tales

como virutas, astillas y cortezas, que son clasificados como desechos en aserraderos y plantas de fabricación de muebles, brindando un mayor valor agregado a estos materiales (MASISA, 2010).

Según Chan *et al.*, (2004), en lo que se refiere a la clasificación de los tableros de partículas, ésta se ha hecho complicada debido a la diversidad del tipo de industria y al rápido desarrollo de la misma. Entre las principales formas de clasificación, pueden citarse las siguientes:

- Por geometría y tamaño de las partículas.
- Por el tamaño de las partículas en las superficies y el centro.
- Por la densidad del tablero.
- Por el tipo de adhesivo.
- Por el método de fabricación.

Cada país ha formulado normas y especificaciones para estos tableros, que pueden diferir considerablemente entre sí. Existe una clasificación que de cierta manera involucra a las formas antes citadas y en la que se definen cuatro grupos básicos: tableros de una sola capa, de tres capas, multicapas y los de densidad graduada (Echenique y Robles, 1993).

Los Tableros son hechos en base a partículas de madera aglomeradas con un aglutinante orgánico más la unión de uno o más de los siguientes agentes: calor, humedad, catalizador, y presión (Rademacher, 2006).

Chile tiene una capacidad productiva de 0,55 MM de m<sup>3</sup> en tableros de partículas, equivalente al 0,6% de la capacidad de producción mundial (Raga, 2010).

### 3. TABLEROS OSB

Las siglas OSB se corresponden con las palabras inglesas Oriented Strand Board, que en español significa Tablero de virutas orientadas. (AITIM, 2003b). El tablero de virutas orientadas OSB, es un producto elaborado a partir de virutas de madera, las cuales son unidas mediante una cola sintética; las virutas son posteriormente prensadas sometiénolas a presiones y temperaturas determinadas. Las virutas que conforman el tablero van dispuestas en capas perfectamente diferenciadas y orientadas; las capas exteriores son orientadas generalmente en dirección longitudinal mientras que las virutas de las capas internas son orientadas en dirección perpendicular a la longitud del tablero (OSB-INFO, 2006).

El Tablero OSB es una categoría específica de panel estructural de madera, técnicamente elaborado, compuesto de virutas de maderas colocadas en capas en forma de ángulos rectos unas con otras; el producto puede estar formado de tres o cinco capas, las que son unidas con una resina fenólica. Los rendimientos de producción que pueden alcanzar las plantas que lo fabriquen fluctúan entre un 70% y 80%, no necesitan de grandes trozos, lo cual tiene directa relación con los costos del producto. Por lo tanto, tal como ocurre con el tablero contrachapado, el OSB tiene las características de resistencia y rigidez que resulta de la laminación cruzada de las capas (American Plywood Association, 1991).

Según AITIM (2003a), la composición de los tableros OSB es la siguiente:

- **Virutas:** Tienen una longitud de entre 80 mm y 150 mm y un grueso inferior a 1 mm. Suelen provenir de especies de crecimiento rápido. En Chile provienen de especies latifoliadas.
- **Adhesivos:** Dependiendo de las características y de las propiedades requeridas, se pueden utilizar resinas adhesivas tales como Urea - formol, Urea - melamina - formol y Fenol - formaldehído.
- **Aditivos:** Se incorporan durante su fabricación para mejorar algunas de sus propiedades (productos ignífugos, productos insecticidas, productos fungicidas).

Por otro lado, para entregar al tablero mejor estabilidad dimensional ante las condiciones finales de exposición, es decir, para disminuir su capacidad de absorber agua, se adiciona emulsión de cera (Espinoza y Campos, 2006).

Las virutas son elaboradas en forma específica para el tablero, de manera que el proceso está enfocado a obtener el mayor rendimiento en la producción, para lo cual se predetermina la dimensión de las hojuelas, que deben tener un espesor uniforme. En general se requiere que las virutas de madera cumplan con dimensiones normadas para establecer un producto estándar, la combinación de hojuelas deben ser entre 80 mm y 150 mm de largo, 25 mm de ancho y entre 0.5 mm y 0.7 mm de espesor (Miniño, 2004).

Los aglomerantes más empleados son las resinas fenólicas, las resinas de poliuretano, y distintos adhesivos basados en urea, formol o melamina. La función de la resina es garantizar que las placas no se despeguen con la acción del agua. Los adhesivos a prueba de agua son los más utilizados en la fabricación del tablero OSB porque pueden ser extremadamente resistentes a la intemperie y no degradados en presencia de humedad. Los adhesivos utilizados en la fabricación de tableros OSB, corresponden generalmente a Urea- formaldehído y Fenol-formaldehído; esta última es una resina fenólica la cual constituye un tipo de polímero sintético termoestable con una amplia variedad de aplicaciones. El fenol pertenece a la familia de los compuestos aromáticos con un grupo hidroxilo unido directamente al anillo aromático. El formaldehído es el único compuesto carbonilo que se emplea para la síntesis de resinas fenólicas. El formaldehído es un líquido incoloro, porque se presenta en fase acuosa estabilizado con metanol formando hemiformales; en fase gaseosa es altamente irritante. Las resinas son agentes aglutinantes impermeables y termoendurecibles que, combinados con las virutas de los tableros, ofrecen fuerza interna, rigidez y resistencia a la humedad (Alonso, 2002).

El único aditivo usado para mejorar la calidad del tablero es el Borato de Zinc, el cual es natural y sus funciones son protección contra termitas, protección contra hongos y retardador del fuego (LP BUILDING PRODUCTS, 2010a).

### 3.1 Historia de los tableros OSB

Su origen parece localizarse en 1954, en Estados Unidos. Un tejano llamado Armin Elmendorf, hijo de emigrantes alemanes, diseñó un tablero de partículas largas, denominado Embedded WallBoard (Panel integrado), a base de virutas de madera dispuestas con la fibra cruzada y encoladas con cemento o yeso (la patente se registró el 21 de diciembre de 1954). Posteriormente, Elmendorf patentó en junio de 1965, lo que denominó Oriented Strand Board, OSB, un tablero de virutas similares encoladas con cemento portland (Hormigón) y ampliaba su campo a las resinas sintéticas. El objetivo era conseguir un tablero de propiedades parecidas a las del tablero contrachapado, pero utilizando elementos de menor dimensión. La idea que se llevó a la práctica no tuvo mucha aceptación, hasta que la compañía canadiense MacMillan Bloedel la retomó y mejoró en 1966 (AITIM, 2003a).

En 1963, Macmillan Bloedel, ya era un importante fabricante canadiense de tableros contrachapados, que había introducido con moderado éxito el Waferboard, un tablero elaborado con virutas de madera que fue fabricado en su planta de Hudson's Bay, Saskatchewan. El tipo de tablero dictaba el tamaño de la partícula; en los Tableros OSB debían ser lo más grande posible para maximizar el solape de las partículas y por tanto su resistencia (AITIM, 2003a).

Elmendorf Manufacturing, de Clairmont, New Hampshire, fue el primer fabricante de los tableros OSB en EE.UU. (Jaimes, 2006).

La empresa era de Anne Elmendorf, hija de Armin. Durante los años Sesenta desarrolló toda la tecnología, pero no tuvo demasiado éxito comparado con los Tableros Waferboard, si bien su nombre OSB, fue el que se impuso en el mercado (AITIM, 2003a).

Según AITIM (2003) el éxito de los tableros Waferboard y Oriented Strand Board, frente a los tableros contrachapados se basó simplemente en que eran una alternativa más barata, al requerir menos cantidad de adhesivo. El OSB se empezó a extender a todo el mundo.

En 1978, los Tableros OSB en EE.UU., fueron rápidamente aceptados en el mercado, substituyendo los demás paneles en el segmento de construcción residencial. Los países que más utilizan estas placas son Estados Unidos y Canadá, principalmente para el uso en la construcción civil, debido a sus características físicas y mecánicas que posibilitan su empleo para fines estructurales (Arauco, 2006).

La primera fábrica europea se instaló el año 1979 en Bevern (Alemania). En solo 15 años el tablero OSB empezó a superar al tablero contrachapado en el mercado de la construcción de EE.UU. y Canadá (55% frente al 45%). Actualmente es el tablero que tiene un mayor crecimiento, tanto en el número de fábricas instaladas como en sus aplicaciones estructurales, ya sea como cerramientos, como en vigas doble T con alma de OSB. El proceso de fabricación es similar al de los tableros de partículas, con las particularidades del tamaño de la viruta y la alineación de las mismas a la hora de formar las capas, tal y como se ha mencionado anteriormente (AITIM, 2003a).

En 1981 Macmillan registró pérdidas netas de 26,7 millones de dólares lo que la colocó en una desesperada situación de supervivencia. La compañía tardó bastante tiempo en comprender que el éxito no estaba en aserrar troncos de grandes diámetros, a la mayor velocidad posible y con bajos costos ya que otras empresas en Norteamérica, Asia y Europa estaban aserrando troncos de menores diámetros mucho más eficazmente que ellos. Sus directivos decidieron entonces buscar nuevos mercados y productos especializados que aportaran mayor valor agregado (AITIM, 2003a).

En la década de los noventas, en Estados Unidos y Canadá, los tableros OSB pasaron a competir en gran escala con las placas de aglomerado. El gran boom en el mercado mundial se dio recién en la década de los noventas, aunque no hubo ninguna gran revolución en la apariencia o en las tecnologías empleadas para su fabricación. Se debe más al desarrollo constante del mercado por las empresas fabricantes y a la mayor aceptación del producto por los usuarios (MASISA, 2008).

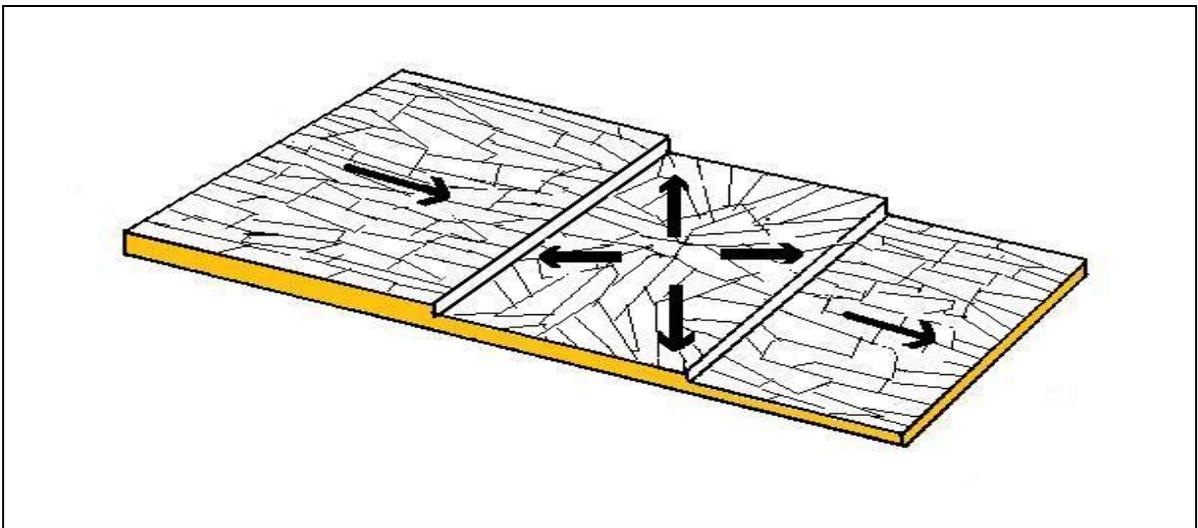
Los tableros OSB irrumpieron en el mercado chileno a través de las importaciones de Estados Unidos y Canadá, por empresas como Louisiana Pacific, Masisa, Arauco, entre otras. Hasta entonces los tableros de contrachapado se utilizaban como paneles de calidad y eran líderes en su categoría (Rademacher, 2006).

En el año 2001, se instauró en nuestro país la primera planta de tableros estructurales OSB, de la norteamericana Louisiana Pacific Corporación (LP BUILDING PRODUCTS, 2005a).

### 3.2 Clasificación de los tableros OSB según grado

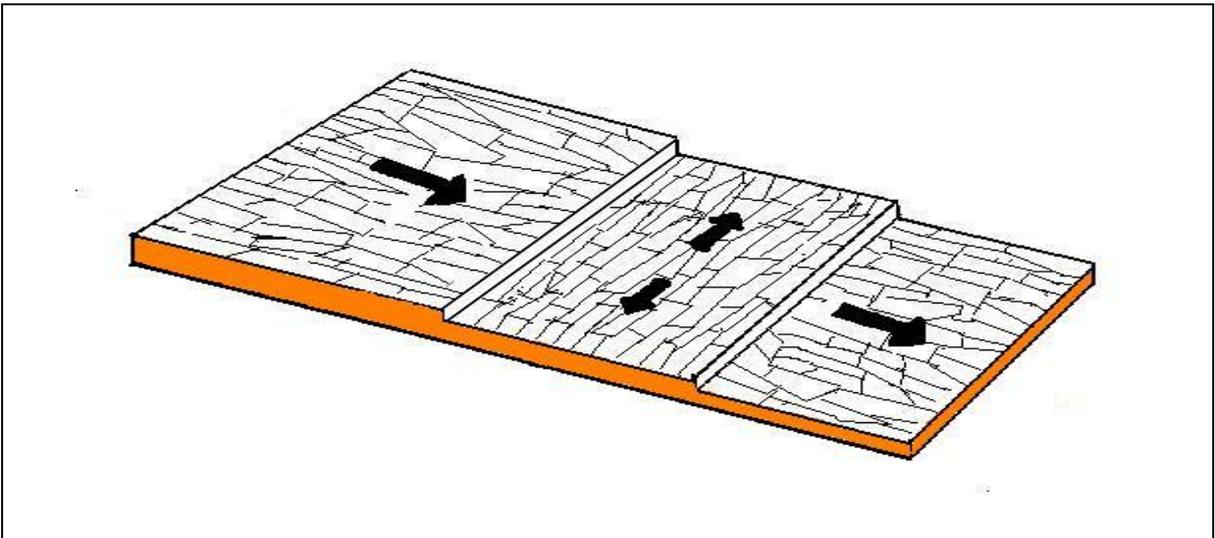
Según la Structural Board Association (1995) existen dos grados de Tableros OSB: el O-1 y O-2 y un tercer grado al azar R-1(Waferboard). En Chile, los fabricantes de estos productos han mantenido la misma clasificación de estos tableros:

**Grado O-1** “Caras alineadas y centro al azar”: En el exterior, las capas de la superficie consisten en virutas alineadas paralelas a la mayor dirección del tablero; en la parte central o interiores, las capas se encuentran orientadas perpendicularmente o al azar.



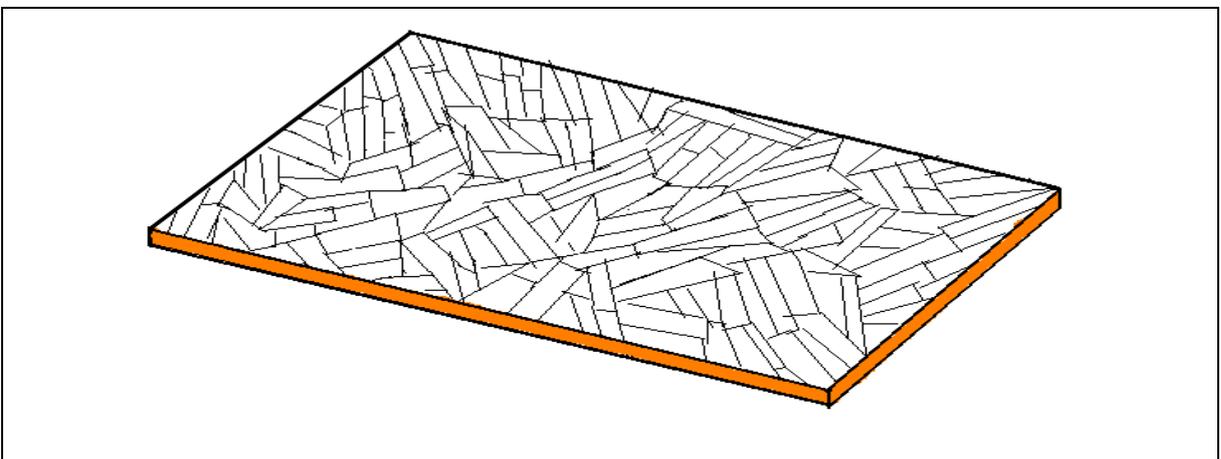
**Figura 1.** Tablero OSB, O-1 (Elaboración propia).

**Grado O-2** “ Caras alineadas y centro orientado”: Las capas exteriores están orientadas paralelas a la mayor dirección del tablero y las capas interiores se disponen en forma normal a la anterior, es decir, en la dirección paralela a la menor dimensión del tablero.



**Figura 2.** Tablero OSB, O-2 (Elaboración propia).

**Grado R-1** “Virutas al azar”: Esta clasificación estaría fuera de lo que es el tablero OSB propiamente tal y corresponde al tablero del cual evolucionó el tablero OSB, el llamado “Waferboard”, que tiene una menor utilización y que se diferencia porque sus virutas no tienen ninguna orientación predeterminedada dentro del tablero (Infomadera, 2011).



**Figura 3.** Tablero OSB, R-1 (Elaboración propia).

La resistencia del tablero OSB viene dada principalmente por las virutas constantes de madera, el entrecruzado de las hojuelas largas y el grado de orientación de ellas en las capas de la superficie. La impermeabilización y las resinas utilizadas para unir las capas y las virutas proporcionan fuerza interior, rigidez y resistencia ante la humedad.

### **3.3 Tipos de tableros OSB**

En esta monografía, en lo que respecta a las características de los tableros OSB, específicamente tipos y detalles técnicos, cualitativos y cuantitativos, la base de información corresponderá mayoritariamente de la empresa Louisiana Pacific (LP) S.A., como productor en el mercado nacional.

La empresa Louisiana Pacific S.A. (LP) es una Corporación Americana, que fabrica productos para la construcción de viviendas (7 millones de m<sup>3</sup> en 16 plantas) con 37 plantas productivas en USA y Canadá. (LP BUILDING PRODUCTS, 2010b). En Chile está presente con dos plantas de tableros OSB, una ubicada en Panquipulli, región de los Lagos y otra ubicada en Lautaro, región de la Araucanía. En el año 2001, entró en operaciones la planta Panquipulli con una producción de 120.000 m<sup>3</sup> anuales. La planta Lautaro entró en operaciones en febrero del año 2008, con una producción de 120.000 m<sup>3</sup> adicionales. (ProAraucania, 2010). Actualmente ambas plantas producen 125.000 m<sup>3</sup> cada una (INFOR, 2010).

Según Espinoza y Campos (2006) la familia de tableros OSB cuenta con distintos tipos de productos, destinados a diferentes aplicaciones en el ámbito de la construcción en general. Es así que los tableros OSB se pueden clasificar en 7 grupos. En esta monografía se describirá más detalladamente sólo el grupo más importante, el cual es LP OSB. Según LP BUILDING PRODUCTS (2010a) los tableros son los siguientes:

#### **3.3.1 LP OSB Standard**

Es el tablero estructural para la vivienda y construcción en general; LP identifica este tablero con el color naranja en su canto.

#### **3.3.2 LP OSB Plus**

Es el único tablero estructural para la vivienda con protección contra termitas; LP identifica este tablero con el color amarillo en su canto.

### **3.3.3 LP OSB Guard**

Es el único tablero estructural para la vivienda, con protección contra termitas, pudrición por hongos y retardador del fuego. LP identifica este tablero con el color guinda en su canto.

### **3.3.4 Smartside**

Estos tableros son fabricados para el revestimiento exterior de las viviendas. Dentro de este grupo encontramos los tableros SmartPanel, Lap y Trim.

### **3.3.5 LP Moldajes**

Son tableros fabricados con el objetivo de ser utilizados por empresas constructoras. Dentro de este grupo encontramos los tableros TopForm, EcoForm.

### **3.3.6 Tableros multipropósito**

Aplicaciones temporales (estructural general, cierre perimetral, no apto para la vivienda). Dentro de esta categoría encontramos el tablero Multiplac.

### **3.3.7 LP Terminaciones**

LP HouseWrap; éste es utilizado como escudo protector contra el viento, calor y vapor de agua en las construcciones habitacionales y comerciales. LP DecoWall; su uso es decorativo para ser utilizado al interior de la vivienda, como revestimiento de muros y cielos. Estos son productos de mayor valor agregado que utilizan como base los tableros OSB y a los que se les incorpora en la superficie un papel especial con adhesivo para usos exteriores. Estos tableros se usan en revestimientos exteriores (Nannig, 2001).



**Figura 4.** OSB Standard (naranja), OSB Plus (amarillo), OSB Guard (guinda).

### **3.4 Tipos de tableros OSB según propiedades mecánicas y resistencia a la humedad**

Según la Norma EN 300 (Norma internacional de especificaciones del tablero OSB), citada por OSB-INFO (2006) y EPF (2011) existen los siguientes tableros OSB:

- OSB/1: Tableros para uso general y aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario), utilizados en ambiente seco.
- OSB/2: Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.
- OSB/3: Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- OSB/4: Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo.

### 3.5 Dimensiones de los tableros OSB

Esta información es específica de tableros OSB fabricados por Louisiana Pacific S.A. El formato standard de fabricación es de 1220 mm. de ancho, 2440 mm. de largo, con espesores desde 7.9 mm hasta 28.5 mm., siendo los más comunes: 9.5 mm., 11.1 mm., 15.1 mm., y 18.3 mm., para LP OSB. La densidad del tablero (y consecuentemente su peso) varía dependiendo de cada producto, concretamente de la especie de madera utilizada en su producción y de las condiciones de fabricación (OSB-INFO, 2006). A continuación en los siguientes cuadros se dan a conocer las dimensiones de los tableros OSB más usados.

**Cuadro 2.** LP OSB Standard: El tablero estructural más usado del mercado (Canto sellado color Naranja).

<b>Descripción</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Formato (mt)</b>	<b>Planchas x Pallet</b>	<b>Peso x Plancha (kg)</b>
<b>LP OSB Standard</b>	9,5	1.22 x 2.44	84	20,4
<b>LP OSB Standard</b>	11,1	1.22 x 2.44	72	22,8
<b>LP OSB Standard</b>	15,1	1.22 x 2.44	53	30,5
<b>LP OSB Standard</b>	18,3	1.22 x 2.44	45	39,2
<b>LP OSB 4.88</b>	11,1	1.22 x 4.87	36	44,4

El tablero OSB en su espesor 9,5 mm es el más común y usado, se utiliza en aplicación estructural para construcción de muros, base de cubierta de techo, forros de cielos, revestimiento de tabiques, forros de aleros, muebles, parlantes y embalajes. Los de 11,1 mm se utilizan en base de cubierta de techo, pisos falsos, muebles de todo tipo, parlantes, construcción en muros y embalajes. Los de 15,1 mm se ocupan en construcción de escalas estructurales, construcción de muros, base para pisos, base de cubierta para techos. Las Constructoras los usan también en moldajes y bases estructurales en general de obra gruesa.

**Cuadro 3.** LP OSB Plus: El único tablero estructural con protección contra termitas (Canto sellado color Amarillo).

<b>Descripción</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Formato (mt)</b>	<b>Planchas x Pallet</b>	<b>Peso x Plancha (kg)</b>
<b>LP OSB Plus</b>	9,5	1.22 x 2.44	84	20,4
<b>LP OSB Plus</b>	11,1	1.22 x 2.44	72	22,8
<b>LP OSB Plus</b>	15,1	1.22 x 2.44	53	30,5
<b>LP OSB Plus</b>	18,3	1.22 x 2.44	45	39,2
<b>LP OSB- 2 Plus</b>	11,1	1.22 x 4.87	36	44,4

**Cuadro 4.** LP OSB Guard: El único tablero estructural OSB con protección contra termitas y pudrición por hongos (Canto sellado color Guinda).

<b>Descripción</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Formato (mt)</b>	<b>Planchas x Pallet</b>	<b>Peso x Plancha (kg)</b>
<b>LP OSB Guard</b>	9,5	1.22 x 2.44	84	20,4
<b>LP OSB Guard</b>	11,1	1.22 x 2.44	72	22,8
<b>LP OSB Guard</b>	15,1	1.22 x 2.44	53	30,5
<b>LP OSB Guard</b>	18,3	1.22 x 2.44	45	39,2

**Cuadro 5.** LP OSB Pisos: El tablero estructural OSB machihembrado, calibrado y con máxima protección (Canto sellado color Gris).

<b>Descripción</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Formato (mt)</b>	<b>Planchas x Pallet</b>	<b>Peso x Plancha (kg)</b>
<b>LP OSB Guard</b>	15,1	1.22 x 2.44	53	30,5

### 3.6 Usos de los tableros OSB

El uso de los tableros OSB destaca principalmente por las diversas aplicaciones en la industria de la construcción, sobresaliendo ampliamente su utilización en la construcción de techumbres, muros y pisos, tanto en construcciones habitacionales y comerciales de hasta 4 pisos. Las notables características de este material lo han hecho además el más escogido en ampliaciones y remodelaciones de viviendas. (Registro Técnico de Materiales, 2006). Entre otros usos están:

- Vigas doble T con alma de OSB
- Embalajes
- Bins
- Tote bins
- Pallets
- Partes y piezas de muebles
- Estanterías
- Cierres perimetrales
- Instalaciones de faenas

#### 3.6.1 Techumbres

Según LP BUILDING PRODUCTS (2010a) la aplicación de tableros LP OSB en techumbres permite reducir considerablemente los tiempos de instalación de cubiertas, generando superficies uniformes y estables, capaces de recibir revestimientos como tejas asfálticas u otros.

Se ha desarrollado para la seguridad del trabajador, tableros con una cara rugosa que logran reducir las posibilidades de accidentes por deslizamiento durante la instalación, siendo el único en el mercado que posee esta importante característica (Edwards, 1996).



**Figura 5.** Tablero OSB en Techos.

Los tableros OSB utilizados para techos tienen gran ventaja sobre otros materiales debido a su maniobrabilidad, rigidez, resistencia y durabilidad para las condiciones de servicio a las que se exponen. En general, el diseño de techumbres en base a OSB deben resistir las solicitaciones propias que se consideran, como son cargas de nieve, sobrecargas de uso, vientos y actividad sísmica. Para estos elementos se deben considerar espesores más gruesos y uniformes de manera de resistir las cargas. La ventilación es un tema primordial en el diseño de una techumbre para evitar problemas de acumulación de humedad, por lo que se debe proponer un buen sistema de ventilación en la instalación. El techo debe estar completamente seco en el momento de cubrir la superficie existente y debe ser cubierto lo antes posible (Miniño, 2004).

### 3.6.2 Muros

El uso de tableros LP OSB en estructuración de muros permite eliminar cadenas y diagonales generando importantes ahorros de hasta 50% en materiales y mano de obra. Esta excelente posición de costos ha permitido ir reemplazando a los muros de hormigón y albañilería. La cara rugosa da una adherencia ideal, para recibir diferentes tipos de revestimientos, sean estos cementicios, poliméricos, elastoméricos, enchapes de piedra y/o ladrillo, vinílicos, entre otros que le otorgan la protección y belleza exterior requerida en las viviendas (LP BUILDING PRODUCTS, 2010a).



**Figura 6.** Tablero OSB en Muros.

Los paneles OSB son una alternativa poderosa para realizar sistemas de muros o marcos de madera, debido principalmente a que conforman un sistema rígido como diafragma, con capacidad de resistir solicitaciones comunes como cargas estáticas, vientos fuertes y deformaciones. Además proporcionan gran resistencia térmica y un adecuado control acústico. Existen estudios que han probado la resistencia sísmica y fuerzas de vientos de los tableros OSB. Debido principalmente a su peso y densidad, los elementos en madera tienen un mejor comportamiento que otras estructuras de construcción frente a este tipo de solicitaciones. Pueden ser utilizados para construir muros tanto exteriores como interiores (Miniño, 2004).

### **3.6.3 Pisos**

Los pisos construidos con LP OSB, son una alternativa más rápida y económica que la tradicional solución de hormigón, otorgando una excelente superficie con cara rugosa dando mejor adherencia para losetas, alfombras u otras terminaciones, y un excelente comportamiento estructural y acústico.

Los tableros LP OSB machihembrados, permiten evitar el uso de cadenas, logrando una mejor superficie para el caso de instalación de alfombras u otra terminación que la tecnología permita (LP BUILDING PRODUCTS, 2010a).



**Figura 7.** Tablero OSB en Pisos.

En aplicaciones como piso, presenta varias ventajas debido a su resistencia, rigidez, facilidad de armar y versatilidad en la construcción. Los tableros OSB para pisos se conforman con separaciones uniformes, lo que permite dar resistencia a las cargas de uso sobre el piso. Con esto se evita el alabeo y deformaciones que presentan otros tipos de pisos como tablas largas u otros sistemas. Los tableros generalmente se montan sobre un envigado para proporcionar una plataforma como base de trabajo para el panel, de manera de formar un diafragma horizontal resistente a las cargas. La terminación sobre el tablero puede ser alfombra, capa de vinilo, mosaicos e incluso tablas de madera (Miniño, 2004).

En general el tablero OSB reduce considerablemente los tiempos de construcción en determinadas obras y por ende el costo; incluso pueden ser revestidos con losetas cerámicas ya que poseen una capa rugosa ideal para la adherencia del pegamento (RM., 2009).

#### **3.6.4 Vigas Doble T (Con alma de OSB)**

Con los tableros OSB se pueden construir vigas dobles como piezas estructurales principales, desplazando así al hormigón, al acero y a otros productos. Con esto se disminuye el peso a las estructuras mejorando su comportamiento sísmico, disminuye el costo de los materiales y aporta mayor facilidad de transporte y maniobrabilidad de los elementos. Otra contribución importante es la facilidad de concretar uniones entre los elementos estructurales de madera y otros materiales, lo que permite mezclar alternativas en la construcción de estructuras (Miniño, 2004).



**Figura 8.** Tablero OSB en Viga Doble T.

### 3.7 Especies arbóreas utilizadas en la fabricación de los tableros OSB

En Chile, se utilizan maderas provenientes de raleos en bosques nativos (Renovales) del tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe potencialmente productivos, efectuados en la zona sur del país, generalmente ubicados en terrenos privados; los propietarios de dichos terrenos venden sus maderas como materia prima a la empresa Louisiana Pacific S.A. para la fabricación de los tableros OSB. Las especies más utilizadas son precisamente: Roble (*Nothofagus oblicua*), Raulí (*Nothofagus nervosa*) y Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), además Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), Tineo (*Weinmannia trichosperma*). A estas se agregan Eucalipto nitens (*Eucalyptus nitens*) y Pino radiata (*Pinus radiata*) (LP BUILDING PRODUCTS, 2010c).

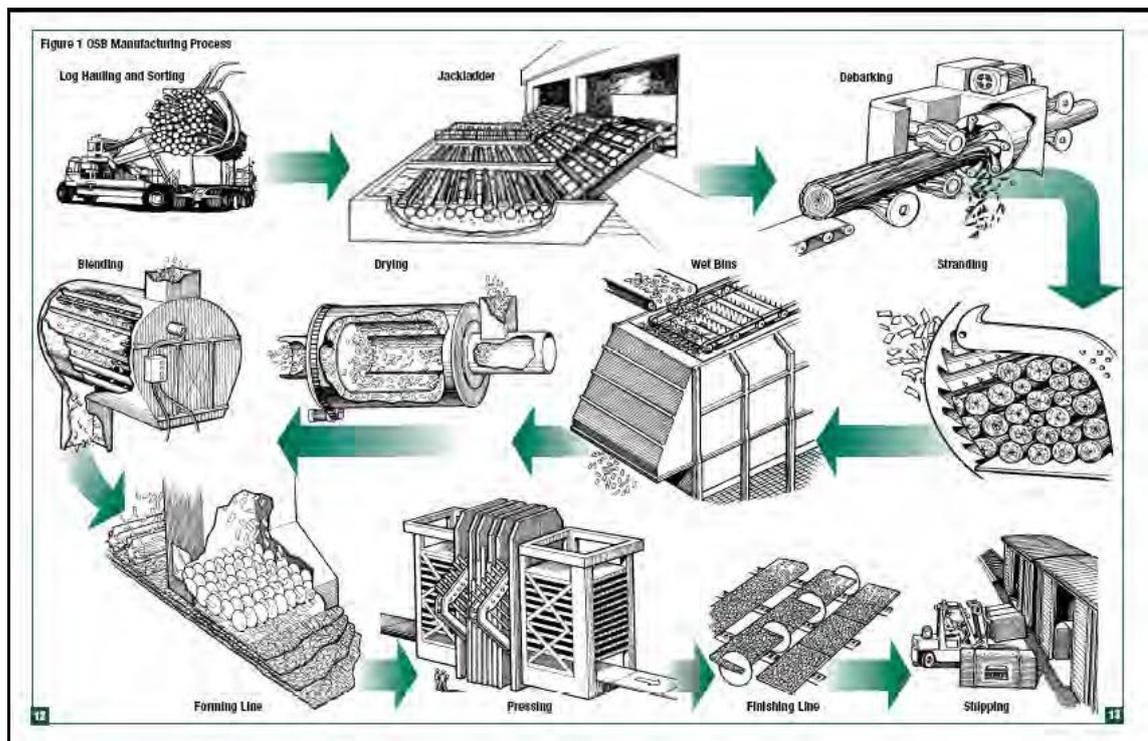
El porcentaje de especies nativas versus el de especies exóticas utilizadas como materia prima es de 57,14% y 42,86% respectivamente (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental 2006).

### 3.8 Proceso de fabricación de los tableros OSB

La fabricación de tableros OSB es un proceso específico que requiere de una gran tecnología en infraestructura para obtener un producto de calidad (Miniño, 2004). El proceso de producción de los tableros OSB comprende 13 etapas, las cuales abarcan desde el acopio de materia prima hasta la entrega del producto terminado (Espinoza y Campos, 2006).

Las etapas son las siguientes:

- a) Recepción y almacenamiento de la madera.
- b) Limpieza y transporte de troncos.
- c) Descortezador (*debarking*).
- d) Viruteador (*stranding*).
- e) Almacenamiento de viruta verde (*wet bin*).
- f) Secado de virutas (*drying*).
- g) Ciclón de separación.
- h) Mallas Tamizado rotatorio (*rotary screen*).
- i) Mezclador rotatorio y encolado (*blending*).
- j) Maquina Formadora (*forming line*).
- k) Prensado (*pressing*).
- l) Escuadrado (*Finishing line*).
- m) Terminación y Embalaje (*shipping*).



**Figura 9.** Esquema general del Proceso de fabricación de los tableros OSB.

La descripción de cada etapa del proceso es la siguiente:

- a) **Recepción y Almacenamiento de la Madera.** Corresponde a la etapa de compra, recepción, almacenamiento y entrega de la materia prima principal para el proceso. La recepción de las trozas es en la unidad volumétrica “metros ruma”. Los criterios de

clasificación son amplios; se excluyen las maderas excesivamente maltratadas, así como las maderas con pudrición, además de aquellas que poseen incrustaciones de metales, entre otras.

- b) Limpieza y transporte de troncos.** Se riegan las trozas, se limpian y se prepara la madera. Así se dejan listos para ser transportados e iniciar el proceso de descortezamiento.
- c) Descortezado.** Los troncos provenientes de la cancha de almacenamiento son pasados a un descortezador de tipo tambor rotatorio, el cual al girar provoca el roce de los trozos y como consecuencia de esto la pérdida de la corteza. La corteza de residuo que sale de este proceso es aprovechada como combustible para la caldera en el calentamiento de aceite térmico para el proceso de prensado de los tableros. El proceso de eliminación de corteza se realiza debido a que produce una disminución de las propiedades físico- mecánicas en los tableros, lo que se manifiesta en una reducción de la calidad y el costo final del producto; sin embargo, su utilización como combustible permite compensar el costo del descortezador.
- d) Viruteador.** La máquina viruteadora, compuesta por un disco rotatorio y de cuchilleros, avanza girando a alta velocidad sobre la madera, la que dispuesta de manera perpendicular al avance del carro permite la producción de hojuelas tangenciales, que darán al producto final excelentes propiedades de resistencia interna y flexión. Especial importancia tiene en esta etapa del proceso la mantención del equipo, como el correcto afilado de los cuchillos y disposición de éstos.
- e) Almacenamiento de Viruta verde.** Una vez producida la hojuela existen dos recipientes para almacenarlas en su estado húmedo, uno para virutas de interior y otro para las virutas que serán dispuestas en la superficie. La capacidad de estos silos son de aproximadamente 70 m<sup>3</sup>, y su operación es en línea, es decir, lo primero en entrar es lo primero en salir.

- f) Secado de Virutas.** El secado de las virutas se realiza en dos secadores tipo tambor, en donde ingresan las virutas con un estado de humedad entre el 80% a un 150% y son arrastradas por un flujo de aire caliente a través de un triple paso interior. Mediante este movimiento las hojuelas entregan gradualmente su contenido de humedad hasta llegar a un rango entre el 3% a un 7%, referido al agua contenida en base a su contenido de fibra seca. Este rango final asegura una óptima reacción de la resina en el proceso de prensado. Cada uno de estos secadores funciona con dos tipos de quemadores: uno funciona con gas y otro con desechos de hojuelas secas provenientes de procesos posteriores, de esta manera hay un ahorro en la energía que necesitan estos equipos.
- g) Ciclón de separación.** Una vez producido el proceso de secado, la corriente de aire húmedo y virutas secas de cada secador, pasan a través de los ciclones primarios; aquí la diferencia de presión interior en el ciclón, sumado al peso específico de las virutas hacen decantar éstas para posteriormente ser enviadas a la fase siguiente de Tamizado. Por otra parte, el aire húmedo es rescatado siendo enviado a un precipitador hidrostático que se encarga de separar las impurezas para poder retornarlo a la atmósfera.
- h) Mallas Tamizado Rotatorio.** En esta etapa se produce la separación de las virutas, las que se utilizarán en el tablero y las de menor dimensión, llamadas finos; estas últimas son enviadas a un sistema de molienda llamado molino martillo, luego son depositadas en un silo para ser utilizadas como combustible. Las virutas provenientes de las mallas de tamizado rotatorio, son almacenadas en dos silos de virutas secas.
- i) Mezclador Rotatorio y Encolado.** Es un mecanismo de tambor rotatorio en cuyo interior se dispone de un eje longitudinal equipado con cabezales de aspersion. Existen cabezales para la entrega automatizada de resina, así también como para la cera; además, es posible adicionar aquí (dependiendo del tipo de producto) borato de zinc, el que entrega al producto final mejor resistencia al ataque biodegradante de bacterias, hongos e insectos (Miniño, 2004). El encolado comprende desde la dosificación de hojuelas secas en los silos secos hasta el llenado de las formadoras, se encarga básicamente de impregnar el adhesivo a las hojuelas secas. La proporción de adhesivo-aditivos y hojuelas secas debe estar muy bien controlada, ya que una falta de adhesivo

repercute en la calidad o resistencia del Tablero OSB, y un exceso implica un aumento en los costos de producción (Espinoza y Campos, 2006).

- j) Máquina Formadora.** Una de las principales características del tablero OSB es la disposición alternada de tres capas orientadas de virutas. Esta etapa de Formado del tablero consiste en una línea de formación que está compuesta por tres formadoras: dos formadoras de superficie y una de centro. Cada una de estas unidades tiene como objetivo entregar y orientar la cantidad de material necesario para la formación de tableros. En el interior de éstas máquinas funciona un mecanismo de discos distribuidores, los que, a medida que reciben las virutas las orientan sobre la malla de formación. Dependiendo de las características y espesor de los tableros a producir, la estructura de la orientación longitudinal y transversal varía entre 40% - 80 % y 20 - 60%, respectivamente.
- k) Prensado.** A medida que el proceso de formación continuo se va generando, un sistema automático de corte y carguío permite preparar la carga de los ocho pisos de la prensa. Aquí, y dependiendo del tipo de producto a fabricar, se aplica o no la lámina del papel Siding, que será adherida por termofusión al tablero. Luego, mediante una torre de ocho pisos, se realiza de forma simultánea el carguío de la prensa, al mismo tiempo que una torre de descarga retira igual cantidad de unidades de producto prensado. De esta forma, una vez concluido el proceso de prensado, ocho formatos de 2,5 m. \* 5,0 m. son transportados a las sierras dimensionadoras para su posterior corte. El prensado de productos se realiza bajo las siguientes condiciones: el tiempo varía entre 120 a 480 segundos, con una temperatura de 200 a 230 °C y una presión específica de 35 a 40 Kg. / cm<sup>2</sup>. (Espinoza y Campos, 2006). Posteriormente se separan las planchas y son transportadas a una balanza donde se aplica un control de peso y calidad, el cual queda registrado (Miniño, 2004).
- l) Escuadrado.** Los tableros de 2,5 m. \* 5,0 m. son seccionados por sierras de corte longitudinal y transversal para obtener planchas de secciones comerciales de 1220 mm. \* 2440 mm., es decir, de cada tablero inicial se sacan 4 tableros comerciales, lo que hace un total de 32 tableros por cada proceso de prensado.

**m) Terminación y embalaje.** Los tableros escuadrados son almacenados en dos plataformas, según sea su calidad, para después realizar un control del producto final, pintar los bordes con pintura anti-humedad y timbrarlos y embalarlos de acuerdo a la especificación de cada producto. En esta etapa se puede tener una nueva incorporación a la línea de machihembrado para productos que corresponda; esto consiste en realizar rebajes en bordes y/o ranuras en superficie. Los tableros son generalmente pintados en sus ranuras o rebajes y apilados según su calidad. Posteriormente son almacenados en bodegas para ser despachados (Miniño, 2004). Como resultado se obtienen tableros libres de nudos y grietas, estables y uniformes, que son fáciles de cortar, clavar o atornillar, utilizando herramientas de uso común (LP BUILDING PRODUCTS, 2010c).

En la Planta de LP Lautaro el volumen de madera que entra en proceso en una jornada normal de trabajo diario es de 470 m.r., el diámetro promedio y largo de las trozas es de 20 cm y 2.44 metros respectivamente. La corteza de las trozas se utiliza como biomasa, el porcentaje de humedad de la madera cuando entra en proceso es variable dependiendo de la época del año, esto es 80% hasta 150% base seca. El volumen de tableros producidos en una faena diaria es 400 m<sup>3</sup>, el volumen promedio de tableros que se despacha es 600 m<sup>3</sup> diarios.<sup>1</sup>

La densidad típica del tablero OSB se sitúa entre 600 y 680 kg/m<sup>3</sup> aunque puede ser mayor. Así, por ejemplo, un tablero de dimensiones 2.400 mm x 1.200 mm x 11,1 mm pesará aproximadamente 22 kg (OSB-INFO, 2006).

Para la confección del tablero deben considerarse el tipo de especie a utilizar (por la densidad de ésta), la formulación del adhesivo (razón de encolado, porcentaje de sólidos del adhesivo), el contenido de humedad objetivo, densidad objetivo del tablero, dimensiones, y contenido de humedad de las hojuelas secas. Bajo estos criterios, considerando un tablero comercial de dimensiones 1,22 m x 2,44 m x 11 mm, con uso de adhesivo fenol formaldehído a un contenido de humedad final de 8%, densidad objetivo de 650 kg/m<sup>3</sup>, se estima que se necesitan 22.621 gramos de hojuelas secas al 4% de humedad, asumiendo una pérdida en el proceso de secado, encolado y formado del colchón del 5%. Si se utiliza como materia prima Roble (*Nothofagus obliqua*), cuya densidad es de 613 kg/m<sup>3</sup>, tenemos para este tablero un volumen de 0,037 m<sup>3</sup> (Emanuelli y Milla, 2006).

---

<sup>1</sup> Entrevista personal al Gerente de Producción Don Héctor Lagos de LP Lautaro, 11 de Mayo de 2012.

El volumen de madera utilizable por trozo para este tipo de proceso de acuerdo a la regla JAS (Japanese Agricultural Standard; Norma empleada en cubicación de trozas), considerando un diámetro promedio de 8 cm y un largo de 4 m es de alrededor 0,0256 m<sup>3</sup>. Con un rendimiento por proceso de fabricación del 80%, se tiene que por cada trozo se obtiene el 55% de un tablero comercial (Emanuelli y Milla, 2006).

## **4. ANALISIS DE MERCADO DE LOS TABLEROS OSB**

### **4.1 Ventajas comerciales de los Tableros OSB**

Según Rademacher (2006) las ventajas comerciales de los tableros OSB son las siguientes:

- a) Versatilidad en la construcción, pudiendo optimizarse su ensamble, manejo y armado en terreno.
- b) Propiedades de ser aislante térmico, lo que permite disminuir los costos de calefacción.
- c) Capacidad de reemplazar muros o estructuras masivas por espesores menores ampliando espacios interiores de viviendas.
- d) Además, establece ambientes confortables y estéticos a partir de la calidez del material.
- e) Posee un excelente comportamiento sísmico, debido a la baja densidad que presenta el material, lo que hace que sea más liviano que otros materiales típicos.
- f) Posee un buen comportamiento frente al fuego, debido a la baja velocidad de carbonización, lo que permite mantener sus propiedades frente a altas temperaturas y a medida que se inflama.

#### **4.1.1 Características de los Tableros OSB: Construcción Energitérmica Asísmica**

Según LP BUILDING PRODUCTS (2005a) el uso de tableros estructurales para la vivienda LP OSB ha permitido implementar en Chile el sistema constructivo C.E.A. (Construcción Energitérmica Asísmica) mediante el cual se construye el 95% de las viviendas en países desarrollados como Estados Unidos y Canadá.

El sistema consiste en entramados de vigas y pies derechos de madera o metal, estructurados con tableros LP OSB tanto en techumbres, muros y pisos, generando paneles que cuentan con un aislante adecuado y son revestidos exterior e interiormente con la terminación escogida (LP BUILDING PRODUCTS, 2005a). Este sistema tiene innumerables beneficios por sobre los métodos tradicionales de construcción:

- Mayor velocidad de construcción
- Menor costo en materiales y mano de obra
- Ahorro en mantención futura
- Ahorro de costos en calefacción
- Sobresalientes características Asísmicas
- Mejor calidad de vida
- Mayor eficiencia, economía, durabilidad y menores costos para construir
- Mas confort por estabilidad térmica interior
- Mayor espacialidad en m<sup>3</sup> habitables

#### **4.2 Normas y estándares de Calidad. Certificación del producto**

La APA (American Plywood Association), actualmente APAWOOD (Engineered Wood Association) es una entidad que certifica la mayor cantidad de tableros estructurales para viviendas en USA y Canadá y también los tableros OSB fabricados en nuestro país. Los tableros que llevan impreso el sello APA, están certificados por esta agencia de control externo en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas, para ser utilizados en la construcción de viviendas, de acuerdo a la exigente normativa de construcción de USA y Canadá. Esta agencia pretende que los productos cumplan con el estándar exigido y sólo aparece en los productos fabricados por las plantas miembros de esta asociación. Los tableros OSB fabricados en Chile por LP S.A., están certificados por esta entidad internacional (LP BUILDING PRODUCTS, 2010d). Adicionalmente, los tableros OSB cuentan con certificación de los más prestigiosos laboratorios del país como lo son el Instituto de investigación y ensayos de materiales de la Universidad de Chile (IDIEM), Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), Laboratorio de investigación de materiales de la Universidad de Santiago (LIMUS) y el Museo Nacional de Historia Natural (LP BUILDING PRODUCTS, 2005b).

### 4.3 Ventajas con respecto a similares o sustitutos

- Tablero estructural de bajo costo
- Fabricado con maderas nativas y exóticas
- Posee una cara antideslizante y mayor adherencia
- Tableros libres de nudos, grietas e irregularidades
- Resistentes a los impactos
- Resistente a la humedad (cantos sellados)
- No se requieren herramientas especiales
- Permiten industrializar la vivienda
- Resistente a las termitas (LP Plus, LP Guard)
- Resistente a los hongos (LP Guard)

Un aspecto más interesante de los tableros OSB, es que se pueda fabricar con cualquier especie de madera y las partículas mezcladas con aditivos y adhesivos especiales hacen al tablero OSB especial para el uso en ambientes húmedos (Arquigráfico, 2011a).

Es el único en su género por su alta resistencia mecánica, uniformidad, versatilidad, resistencia y buen precio lo que le ha permitido ganar terreno frente a otros productos de su género (M&M, 2011).

Según Rademacher (2006) y Garay (2009) las propiedades físicas, mecánicas y de adhesión de los tableros OSB son las siguientes:

- Propiedades físicas
  - Contenido de humedad
  - Densidad o peso específico
  - Dureza
  - Hinchamiento del espesor
  - Expansión lineal
- Propiedades mecánicas
  - Tracción
  - Compresión.
  - Flexión estática
  - Cizalle a través del espesor

- Propiedades de adhesión

- Unión interna
- Durabilidad de la unión

A continuación en el cuadro 6 se dan a conocer los valores promedios de dichas propiedades para tablero OSB de 9,5 mm.

**Cuadro 6.** Propiedades físicas, mecánicas y de adhesión de los tableros OSB (9,5 mm).

		<b>Estadísticos</b>	<b>Valor</b>
<b>Propiedades Físicas</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	Promedio (%)	7,3
		Desv. Estand. (%)	0,4
		Coef. Variac. (%)	5,5
	DENSIDAD	Promedio (Kg./m <sup>3</sup> )	734
		Desv. Estand. (Kg./m <sup>3</sup> )	102,5
Coef. Variac. (%)		12,3	
DUREZA	Promedio (Kg.)	757,2	
	Desv. Estand. (Kg.)	100,8	
	Coef. Variac. (%)	13,3	
HINCHAMIENTO DEL ESPESOR	Promedio (%)	26,3	
	Desv. Estand. (%)	2,1	
	Coef. Variac. (%)	8	
EXPANSION LINEAL	Promedio (%)	0,53	
	Desv. Estand. (%)	0,05	
	Coef. Variac. (%)	9,4	
<b>Propiedades Mecánicas</b>	TRACCION	Promedio (MPa)	7,9
		Desv. Estand. (MPa)	1,1
		Coef. Variac. (%)	13,9
	COMPRESION	Promedio (MPa)	10
Desv. Estand. (MPa)		0,9	
Coef. Variac. (%)		9	
FLEXION ESTATICA	Promedio (MPa)	3286,8	
	Desv. Estand. (MPa)	671,4	
	Coef. Variac. (%)	20,4	
CIZALLE A TRAVES DEL ESPESOR	Promedio (MPa)	6,9	
	Desv. Estand. (MPa)	1,1	
	Coef. Variac. (%)	15,9	
<b>Propiedades de Adhesión</b>	UNION INTERNA	Promedio (MPa)	0,387
		Desv. Estand. (MPa)	0,096
Coef. Variac. (%)		24,8	
DURABILIDAD DE LA UNION	Promedio (MPa)	8,2	
	Desv. Estand. (MPa)	0,7	
	Coef. Variac. (%)	20,8	

**Fuente:** Área de Madera del laboratorio LIMUS de la Universidad de Santiago de Chile.

Al analizar las propiedades mecánicas la resistencia se divide en dos, una a tracción y otra a flexión. La primera se refiere a las buenas características cuando trabaja a tracción debido a su especial estructura direccional; la resistencia será máxima cuando el esfuerzo sea paralelo a las virutas, y mínimo cuando sea perpendicular. La resistencia a la flexión implica un esfuerzo de tracción y de compresión en las virutas, por lo que la resistencia será máxima cuando la fuerza actuante sea perpendicular a estas (Escuela universitaria de Ingeniería técnica industrial, 2008).

La rigidez del tablero se refiere a la capacidad para resistir deflexión o doblado. La medida de la rigidez del tablero se denomina Modulo de elasticidad (MOE) y corresponde a la relación del esfuerzo a la deformación. A mayor MOE más rígido será éste (Escuela universitaria de Ingeniería técnica industrial, 2008). Las propiedades mecánicas permiten su aplicación en la fabricación de entramados estructurales (Lomagno y Gotelli, 2003).

#### **4.4 Oferta**

Según LIGNUM (1996) a nivel internacional EE.UU. es el mayor productor de tableros OSB en el mundo, seguido de Canadá y Europa. A fines de 1995, un total de 46 plantas se encontraban en actividad en Norteamérica, localizándose 32 de estas en EE.UU. y 14 en Canadá. Según LIGNUM (1998) a mediados de los años noventa la producción de tableros OSB en Norteamérica llegó a 8.2 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales un 69.5% se originó en EE.UU. y un 30.5% en Canadá. La evolución registrada por la producción total de tableros OSB es notable. En los últimos 15 años se ha incrementado en una tasa promedio anual superior a un 20%, destacando la industria estadounidense cuya producción ha aumentado más de 50 veces en dicho periodo (Miniño, 2004).

En el año 2000 el 10% de las construcciones en Chile eran de madera; para el 2012 se espera que las construcciones en madera aumenten a un 30%, en comparación con EE.UU. y Canadá, donde el 90% de las construcciones son de madera. Cabe destacar que en 1997 la empresa estadounidense Louisiana Pacific S.A., con 13 plantas, tuvo una capacidad de producción de 3.664.000 m<sup>3</sup>/año, siendo la compañía más importante en la producción de tableros OSB en el mercado Norteamericano y del mundo. Desde entonces el tablero OSB se utiliza mayoritariamente en aplicaciones estructurales, donde han desplazado en forma

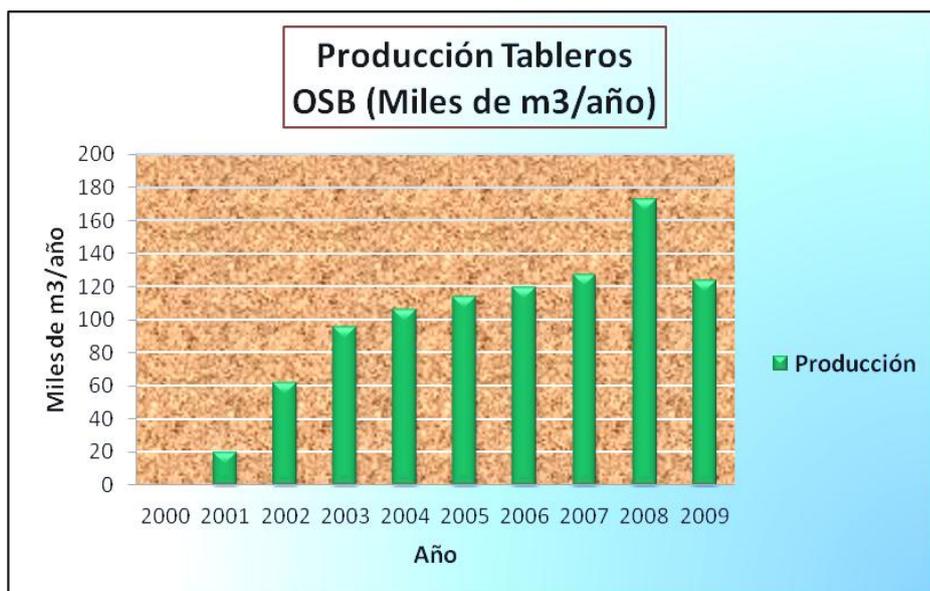
significativa a los tableros contrachapados. Es así como en EE.UU se calcula que ha abarcado más del 60% del mercado de materiales estructurales para la construcción residencial.

La expansión de la capacidad instalada en OSB ha continuado. En consecuencia, la capacidad total en paneles estructurales en Norteamérica creció cerca de 1.5 millones de m<sup>3</sup> en el año 2004 (LIGNUM, 2010).

El salto de la oferta se vio reforzado por aumentos en las importaciones de tableros, llegando a 1,5 millones de m<sup>3</sup>, todo un récord para ese año en EE.UU., aunque esta sobre oferta ha forzado el precio a la baja, llegando a 151 US\$/m<sup>3</sup> en planta para 2005 y esperando fuertes alzas producto de los desastres naturales. Los paneles de OSB tienen la ventaja de ser más económicos en relación a las alternativas constructivas tradicionales. En Chile se emplea en la construcción desde hace 10 años y alrededor del 10% de las casas se fabrican con esta tecnología.

En Chile, la empresa que produce tableros OSB es la estadounidense Louisiana Pacific S.A. (LP), con sus dos plantas de tableros estructurales OSB, destacándose la primera ubicada en Panguipulli; ésta inició su producción con un volumen anual de 130 mil m<sup>3</sup> en el año 2001 y sumando la producción de la planta Lautaro se pretende llegar a más de 350 mil m<sup>3</sup> en los próximos años . Esta empresa constituye el principal oferente del producto tableros OSB en nuestro país, transformándose en los principales productores a la vez.

La siguiente figura da a conocer Producción por año de tableros OSB:



**Figura 10.** Producción Tableros OSB (Miles de m<sup>3</sup>/año). Elaboración propia.

Cabe hacer notar que a partir de 2001 comienza la producción industrial de Tableros de Virutas Orientadas (OSB). La tabla anterior muestra las cantidades producidas en el país desde el año 2001 al 2009, viéndose un notorio aumento en la producción durante este lapso, tendiendo a una caída en la producción en el año 2009, esto debido a la crisis económica producida entre los años 2008-2009. Se debe destacar que en esta tabla no está incluida la producción de la segunda planta de tableros OSB de LP en Lautaro, región de la Araucanía, la cual comenzó a operar en el año 2008, pero a finales de este mismo año vino la crisis económica mundial, por lo cual esta planta se cerró temporalmente, reanudando su producción en el año 2010.

**Cuadro 7.** Producción de Tableros OSB en m<sup>3</sup>, entre meses Enero-Mayo año 2011 Planta LP Lautaro.

<b>Año 2011</b>	<b>Unidad</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>
<b>Produccion</b>	m <sup>3</sup>	9.008,6	9.081,7	10.073,1	10.803,5	
<b>Produccion/ Turno</b>	m <sup>3</sup>	101,22	113,52	113,18	125,62	
<b>Productividad</b>	m <sup>3</sup> /Hra				17,28	
<b>Productividad/ Espesor 9,5 mm</b>	m <sup>3</sup> /Hra	16,38	16,98	17,16	16,52	16,76
11,1 mm	m <sup>3</sup> /Hra	17,70	17,70	19,14	18,09	17,69
15,1 mm	m <sup>3</sup> /Hra	17,98	17,98	17,98	17,91	17,98
<b>Indices</b>		1,34	1,34	1,28	1,23	1,19
<b>Disponibilidad</b>	%	75,64	80,30	81,34	86,85	
<b>Tiempo Muerto</b>	Hrs	166	98	126	62	
<b>Consumos (mix) Pino</b>	%	49,7	46,1	39,6	38,5	38,5
Nativo	%	10,4	6,7			
Euca (*)	%	39,9	47,2	60,4	61,5	61,5
<b>Consumo solo Pino</b>	m <sup>3</sup>	5.983,32	5.606,08	5.094,44	5.116,10	
Euca (*)	m <sup>3</sup>	4.808,74	5.733,57	7.770,79	8.172,09	
Nativo	m <sup>3</sup>	1.251,97	819,92			
<b>Activaciones FLY</b>	CEN	59	52	26	26	15
	SUP	62	64	32	35	30
<b>Pérdidas Hojuelas</b>	m <sup>3</sup>	76,50	279,10	209,20	254,90	
Hojuelas	%	8,41	6,80	3,17	2,36	
<b>Finos</b>	m <sup>3</sup>	94,30	191,10	42,80	70,20	
<b>Despunte</b>	m <sup>3</sup>	10,31	95,95	66,47	91,60	

**Fuente:** Área Control de Producción Louisiana Pacific S.A. Planta Lautaro.

(\*) *Eucalyptus nitens*

En la tabla anterior podemos ver que la producción de tableros OSB está en un promedio mensual de 9.741,7 m<sup>3</sup> dentro de los primeros cuatro meses del año; este promedio tendría que ir en alza con el transcurrir de los meses, teniendo en cuenta que la producción anual de la planta normalmente corresponde a 125.000 m<sup>3</sup>, lo cual implicaría un promedio de producción mensual de 10.416,6 m<sup>3</sup>. Según INFOR (2010) en su Boletín Estadístico N° 128, las capacidades instaladas en m<sup>3</sup> para la plantas tanto de Panguipulli y Lautaro es la misma, es decir, de 125.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto la producción total anual para el país sería de 250.000 m<sup>3</sup>. Se pueden interpretar algunos datos de Producción por turno, donde se ve una tendencia al alza llegando a 125,62 m<sup>3</sup> en el mes de abril; en cuanto a productividad por espesor en m<sup>3</sup>/hora, los valores mensuales son más o menos similares para los tres espesores de tableros producidos en la planta.

#### 4.5 Precio del Tablero OSB en el mercado

El precio es regulado por el mercado día a día en el mundo (LP BUILDING PRODUCTS, 2010b). Es un área donde el tablero OSB saca una gran ventaja, el panel es económico y también juega un papel importante en su aceptación (Maynard, 2005).

Los precios en el mercado Chileno de los tableros OSB por unidad para sus tres espesores (en mm), más comunes se resumen en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Precio Tablero OSB por unidad en \$.

<b>Tablero OSB</b>	<b>Precio (\$) SODIMAC</b>	<b>Precio (\$) EASY</b>
9,5 mm	<b>6.430</b>	<b>6.430</b>
11,1 mm	<b>7.069</b>	<b>7.069</b>
15,1 mm	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>

**Fuente:** [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl) , [www.easy.cl](http://www.easy.cl)

Estos precios están actualizados al mes de Julio de 2012.

Cabe destacar que para cada uno de estos tres espesores el ancho y largo corresponde a 1220 mm y 2440 mm respectivamente. El precio del OSB es un factor muy relevante en las

características comerciales de este tablero, es decir, su bajo precio el cual corresponde a una de sus principales ventajas en el mercado, esto respecto a su frecuente y ampliado uso en los últimos años en el sector de la construcción, además de que tiene esta ventaja por sobre su principal y único producto sustituto, el tablero contrachapado, el cual tiene precios superiores en el mercado y siendo un tablero también estructural con características para usos similares.

#### **4.6 Demanda**

En Chile, la industria de la construcción es el principal mercado al que ha ingresado el tablero OSB, específicamente a la construcción habitacional, compitiendo con el tablero contrachapado, el cual es considerado el antiguo líder del sector de tableros de madera de calidad estructural (Miniño, 2004).

La demanda de tableros OSB en nuestro país está conformada tanto por grandes distribuidores, como son las tiendas comercializadoras de materiales de construcción, Constructoras industriales, y por personas individuales, propietarios de viviendas. Los principales grandes distribuidores demandantes de tableros OSB a Louisiana Pacific S.A. son Homecenter-Sodimac S.A., Easy S.A., Construmart S.A., MCT S.A., Imperial S.A., también Arauco Empresas en su división Paneles Arauco S.A., compra tableros OSB a LP. Los propietarios de viviendas y personas individuales en tanto son los que demandan tableros OSB a los grandes distribuidores presentes en el mercado. Entre algunas empresas Constructoras de la región que demandan este producto para fines estructurales están Constructora Nualart & Medina y CIA. Ltda., Emcot Ltda., Ecsa S.A., K y C Ltda., Aconcagua S.A.(ex Fourcade S.A.), Socovesa S.A. y Habitaria S.A. A nivel nacional están Herka Ltda. (Arica), Baical Ltda. (Antofagasta), Ecomac S.A. (La Serena), Epucoyan Ltda. (Santiago), Movinord Chile S.A. (Santiago), Indico Ltda. (Viña del Mar), Independencia Ltda. (Talca), Pocuro Ltda. (Concepción), Winkler Ltda. (Puerto Montt), H & O Ltda. (Coihaique) y Salfa S.A. (Punta Arenas) entre otras.

El menor costo del tablero OSB ha sido considerado por las constructoras, en especial de la zona sur del país como Aconcagua S.A., Socovesa S.A., Habitaria S.A., que hoy están replicando su uso a proyectos del norte y centro-sur del país. De hecho, la demanda por

tableros OSB ha aumentado a tasas de 20% en los últimos 8 años y la tendencia es que se mantenga en dos dígitos en el próximo decenio (Lignum, 2011).

Los principales países a los cuales se exporta tableros OSB son Argentina, Australia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Perú, Taiti, Tailandia y Uruguay (LP BUILDING PRODUCTS, 2010d).

El gran boom en el mercado mundial, que coincide con la década de los noventa, se debe al desarrollo constante por las empresas fabricantes y a la mayor aceptación del producto por los usuarios. El aumento de demanda de los tableros OSB resultó en la instalación de las primeras plantas industriales fuera de Canadá y Estados Unidos, entre los años 1996 y 1997. (Arquigráfico, 2011b). Según Vera (2006) en Chile los tableros OSB irrumpen con volúmenes y valores de exportación explosivos: 1.253 y 5.662 (miles de US\$) en los años 2002 y 2003 respectivamente, ello por la puesta en operación de la primera planta de tableros OSB en el año 2001.

El cuadro 9 muestra los principales distribuidores de tableros OSB a nivel nacional y el principal producto, el cual es OSB Standard.

**Cuadro 9.** Grandes distribuidores de tableros OSB.

<b>Distribuidor</b>	<b>Producto</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Ancho x Largo (m)</b>
<b>Homecenter-Sodimac S.A.</b>	OSB Standard	6, 9.5, 11.1 y 15.1	1.22 x 2.44
<b>Easy S.A.</b>	OSB Standard	9.5, 11.1 y 15.1	1.22 x 2.44
<b>Construmart S.A.</b>	OSB Standard	6.4, 9.5, 11.1, 15.1 y 18.3	1.22 x 2.44
<b>MCT S.A.</b>	OSB Standard	9.5, 11.1 y 15.1	1.22 x 2.44
<b>Imperial S.A.</b>	OSB Standard	9.5, 11.1	1.22 x 2.44

**Fuente:** [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl) , [www.easy.cl](http://www.easy.cl), [www.construmart.cl](http://www.construmart.cl), [www.mct.cl](http://www.mct.cl), [www.imperial.cl](http://www.imperial.cl)

A continuación se muestran valores de consumo aparente de tableros y chapas:

**Cuadro 10.** Consumo aparente de Tableros y Chapas según año (miles de toneladas).

<b>Año</b>	<b>Consumo (miles de tons)</b>
2000	450,0
2001	455,7
2002	536,7
2003	550,7
2004	690,5
2005	703,1
2006	843,7
2007	714,8
2008	756,7
2009	631,8

**Fuente:** INFOR (Boletín estadístico N° 128; Anuario Forestal 2010).

De acuerdo a INFOR (2010) al utilizar el factor de equivalencia  $1 \text{ m}^3 = 0.55 \text{ t}$ , donde t = tonelada, se obtienen las cifras de consumo aparente en miles de  $\text{m}^3$ .

**Cuadro 11.** Consumo aparente de Tableros y Chapas según año (miles de  $\text{m}^3$ ).

<b>Año</b>	<b>Consumo (miles de <math>\text{m}^3</math>)</b>
2000	818,1
2001	828,5
2002	975,8
2003	1001,2
2004	1255,4
2005	1278,3
2006	1534,0
2007	1299,6
2008	1375,8
2009	1148,7

**Fuente:** Elaboración propia.

El consumo aparente ha tenido una tendencia al aumento entre los años 2000 al 2005, registrando un consumo máximo en el año 2006, luego de lo cual se registró un descenso el 2009, posiblemente originado en la crisis financiera mundial del año 2008.

Según INFOR (2010), la industria de Tableros y Chapas en el año 2009, respecto del 2008, fue prácticamente la única que aumentó su consumo (1,4%) comparado con las industrias de

Madera en trozas (-8,7%), Cajas y Cajones (-23,9%), Aserrío (-18,1%), Astillado (-9,9%) y Pulpa de madera (-2,2%).

Las positivas perspectivas de la economía mundial impulsarán la demanda del tablero de viruta orientada (OSB) en los próximos cinco años, desde 2011 hasta 2015, según los principales analistas de la industria forestal y económica (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

El tablero OSB se ocupa en el área de la Construcción y su demanda radica principalmente en sus líneas de productos para Techumbres, Muros, Pisos, Vigas doble T, además en Embalajes, Partes y piezas de muebles, Cierres perimetrales, entre otros.

#### **4.7 Productos sustitutos**

De acuerdo al análisis de mercado realizado, el tablero Contrachapado es el principal producto sustituto del tablero OSB, siendo por ende el tablero Contrachapado su principal competidor en el mercado nacional. Los paneles estructurales usados en la construcción residencial, tanto tablero OSB y Contrachapado son semejantes, lo cual se corrobora con las pautas de funcionamiento publicadas para ambos tableros, no obstante se sabe que tienen algunas diferencias. Varios científicos de la madera concuerdan en que el comportamiento estructural del tablero OSB y el Contrachapado son equivalentes (Navarrete, 2008).

Dadas sus diversas composiciones, se suele decir que uno es mejor que el otro, pero según la APAWOOD (2005) ambos son permutables para los usos rutinarios de la construcción, porque ambos productos aunque tienen diferente composición y aspecto, son manufacturados según los mismos estándares de funcionamiento, además menciona que estos estándares aplican los mismos criterios de funcionamiento a ambos productos para ser utilizados como forro, en el suelo, muros, techos y apartadero exterior.

Según Pino (2002), citado por Emanuelli y Milla (2006), los costos de producción de los tableros OSB son claramente inferiores en relación a los Contrachapados. En 1990 se señala que la producción de contrachapados para espesores de 9 mm en varias plantas de Estados Unidos, ocasionó en promedio costos variables de 180 US\$/m<sup>3</sup>, en cambio para las industrias de tableros OSB fueron de 116 US\$/m<sup>3</sup>, es decir, un 60% más bajos. Sin embargo, uno de los ítems que hace aumentar los costos variables de producción de los tableros OSB lo constituye el adhesivo, con cerca de un 70% de dichos costos.

Según Vidaurre (1988), citado por Emanuelli y Milla (2006), la ventaja que posee el tablero OSB sobre su más cercano competidor, el tablero contrachapado, es que tiene menores costos en cuanto a materia prima, ya que no existen mayores exigencias respecto del diámetro o rectitud de los trozos, pudiendo emplearse desechos del proceso de aserrío, principalmente cantoneras y tapas. Actualmente la madera que están utilizando las empresas de tableros OSB en el mundo provienen de bosques de corta rotación, lo que sin duda es una gran ventaja ante el tablero contrachapado que debe esperar un tiempo muy alto de rotación de sus bosques para alcanzar los diámetros que necesita. Por otra parte el rendimiento de estas industrias oscila entre el 80 y 90%, en comparación con el 30% de la industria de contrachapados.

**Cuadro 12.** Comparación Precios de Mercado Tableros OSB y Contrachapado.

<b>Tablero</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Precio (\$)</b>
<b>OSB</b>	9,5	6.430
	11,1	7.069
	15,1	10.000
<b>Contrachapado</b>	9,5	9.342
	12	10.290
	15	11.888

**Fuente:** [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl), [www.easy.cl](http://www.easy.cl)

Estos precios están actualizados al mes de Julio de 2012.

Los tableros en comparación son similares en espesores, ancho (1.22 m) y largo (2.44 m). Los precios del tablero OSB son inferiores en todos los espesores, teniendo en cuenta que son tableros con características similares para uso estructural. Hay que destacar que los precios en las tiendas comerciales de los grandes distribuidores son inferiores respecto a los de internet, pero la diferencia se mantiene entre estos tableros.

#### **4.8 Productos Complementarios**

Según la empresa Louisiana Pacific S.A., no existen productos complementarios para el tablero OSB.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Entrevista personal al Gerente de Producción Don Héctor Lagos de LP Lautaro, 11 de Mayo de 2012.

#### 4.9 Estadísticas de evolución de los tableros OSB en el mercado

La evolución registrada por la producción total de tableros OSB es notable. Destaca la industria estadounidense, cuya producción ha aumentado más de 50 veces en los últimos 15 años. En Chile, la situación en general es similar desde que entró en el mercado nacional, tendiendo a un aumento en la producción. A continuación se muestran estadísticas de exportaciones de tableros OSB en Monto y Volumen respectivamente.

**Cuadro 13.** Monto de las exportaciones de tableros OSB por año (US\$ millones FOB).

<b>Año</b>	<b>Exportación</b>
1998	-
1999	-
2000	(*)
2001	(*)
2002	1,3
2003	6,0
2004	7,1
2005	5,3
2006	1,8
2007	2,0
2008	4,6
2009	4,2

(\*) Cifra inferior a US\$ 50.000

**Fuente:** INFOR (1998), INFOR (1999), INFOR (2010).

Entre los años 1998 y 1999 no se efectuaron exportaciones, en el año 2002 aumentó el monto de éstas, tendiendo a un gran repunte entre los años 2003 y 2004; año que marca el peak del monto de exportaciones de lo que va hasta fin de esta década. Luego los productores de tableros OSB comienzan a privilegiar el mercado nacional ante el comercio exterior, lo cual se traduce en una baja importante de las exportaciones en los años siguientes, para después mantenerse en valores relativamente positivos, sin dejar de mencionar la posible influencia de la crisis económica mundial producida en los años 2008-2009.

**Cuadro 14.** Volumen de las Exportaciones de Tableros OSB por año (en miles de toneladas).

<b>Año</b>	<b>Exportación</b>
1999	-
2000	(*)
2001	0,2
2002	7,2
2003	15,4
2004	16,3
2005	14,4
2006	5,2
2007	5,5
2008	11,8
2009	10,6

(\*) Cifra inferior a 50 toneladas

**Fuente:** INFOR (Boletín estadístico N° 128; Anuario Forestal 2010).

El cuadro 13 muestra que existe una tendencia similar a la de montos de exportación, observándose que en los mismos años en que el monto era superior también lo fue en volumen de exportaciones, pues tendría que obedecer a una cuestión lógica en lo que se refiere a la relación Monto - Volumen. Las cifras de la industria de Tableros y Chapas en relación al volumen exportado de todos los productos que reúne esta área del sector forestal, ofrece una tendencia a la subida en los últimos diez años, a lo cual no están ajenos los tableros OSB en su evolución desde su entrada al mercado.

Cabe destacar que en sus inicios las exportaciones de tableros OSB estaban dirigidas solamente a América del Sur; en la actualidad las exportaciones llegan también a Oceanía y Asia (LP BUILDING PRODUCTS, 2010d).

A nivel general las exportaciones del rubro tableros y chapas se muestran en el Cuadro 15.

**Cuadro 15.** Volumen de Exportaciones de Tableros y Chapas, según año (en miles de toneladas).

<b>Año</b>	<b>Consumo</b>
2000	314,2
2001	376,1
2002	432,9
2003	527,5
2004	520,6
2005	605,8
2006	609,1
2007	713,0
2008	902,6
2009	817,0

**Fuente:** INFOR (Boletín estadístico N° 128; Anuario Forestal 2010).

Podemos observar que los volúmenes de exportación tienden al alza año a año en el periodo 2000-2008. De aquí podemos deducir la participación de las exportaciones de tableros OSB en porcentaje año a año; de acuerdo a estas cifras totales de exportación, serian los que se muestran en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Participación en Volumen de Exportación Tableros OSB (Porcentaje).

<b>Año</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
2000	-
2001	0,05
2002	1,66
2003	2,91
2004	3,13
2005	2,37
2006	0,85
2007	0,77
2008	1,30
2009	1,29

**Fuente:** Elaboración propia.

Según INFOR (2010) en el año 2000 el volumen de las exportaciones de tableros OSB la cifra es inferior a 50 toneladas, por esto no se calculó su porcentaje. La participación de

tableros OSB es baja en volumen de exportación en comparación con los demás tableros exportados, pero se debe recordar que es un producto nuevo en el mercado.

**Cuadro 17.** Volumen exportado de tableros de madera por país de destino (1), según año (miles de toneladas).

<b>Año</b> <b>País</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Corea del Sur</b>	14,5	25,2	42,8	35,1	26,9	10,0	2,7	1,2	6,6	1,5
<b>Ecuador</b>	2,7	7,1	11,4	15,6	6,8	16,3	15,8	20,9	31,3	20,5
<b>España</b>	2,7	4,4	7,2	12,0	8,5	4,1	3,8	3,3	7,5	5,0
<b>USA (2)</b>	53,6	75,3	97,4	125,7	129,0	154,6	168,5	161,6	161,9	177,6
<b>Holanda</b>	3,7	6,7	8,5	13,8	16,0	14,1	28,1	28,9	37,2	37,8
<b>Japón</b>	18,3	22,5	27,3	30,4	19,6	12,7	8,4	9,3	4,7	4,8
<b>México</b>	49,6	58,1	96,9	90,2	132,1	165,1	177,2	197,1	255,1	214,6
<b>Perú</b>	16,7	19,5	26,2	41,0	32,1	48,7	56,3	63,8	78,9	62,5
<b>Reino Unido</b>	11,7	15,9	15,2	18,6	23,2	22,5	22,7	28,6	30,0	34,0
<b>Republica Dominicana</b>	5,6	7,8	10,2	2,2	5,0	3,4	2,3	4,2	3,4	4,7
<b>Taiwán</b>	0,6	4,1	7,7	0,9	3,4	0,7	0,4	0,4	2,4	0,4
<b>Venezuela</b>	23,1	35,7	9,1	0,9	2,6	9,0	5,3	11,3	8,6	6,2
<b>Otros</b>	72,1	60,7	52,0	114,1	93,9	125,0	101,7	160,7	255,9	227,6

**Fuente:** INFOR (2009), INFOR (2010).

(1) Incluye tableros de fibra, partículas y contrachapados y desde 2001 tableros OSB

(2) Desde 2000 a 2004, incluye Puerto Rico

## 5.0 Proyección de mercado

Las proyecciones del mercado para los próximos años indican que la tendencia de uso de tablero OSB continuará presentando un ritmo similar de crecimiento, desplazando aún más a los tableros contrachapados en el mercado de los tableros estructurales. La comercialización desde su entrada al mercado nacional, precios, cantidades demandadas y ofrecidas y calidad en el tiempo ha sido positiva, aunque esto a futuro sería relativo dependiendo de los factores o incidencias negativas como una nueva crisis económica (Louisiana Pacific S.A., 2011).

La recuperación económica será impulsada por la construcción de viviendas, fabricación de muebles y otros sectores donde se utilizan los tableros OSB. El informe internacional de analistas de la Industria forestal y económica BPI Shrapnel, dice que la construcción de viviendas en Estados Unidos está ahora en las primeras etapas de una recuperación y se espera que se fortalecerá considerablemente entre los años 2011 a 2015 (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

El fuerte aumento de la construcción de viviendas y el crecimiento económico en los Estados Unidos con el apoyo del crecimiento en los mercados emergentes de Asia y América del Sur, tendrá un impacto positivo en Europa y Oceanía. Si bien la crisis reciente de la economía mundial, como el trágico terremoto y el tsunami en Japón, pueden tener un impacto negativo sobre la demanda de tableros OSB en el corto plazo, las perspectivas a más largo plazo son positivas. Junto al fortalecimiento de la economía global, los esfuerzos de reconstrucción en Japón impulsarán la demanda de OSB, y presentará oportunidades para la exportación y la inversión (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

Según los analistas de la Industria forestal y económica BPI Shrapnel, citado por BIS Shrapnel Forestry (2011) destaca que se ha producido un cambio rápido en los mercados de tableros contrachapados y tableros OSB en los últimos diez años. También ha habido un cambio en el consumo de tableros OSB como sustituto rentable para el contrachapado desde Norteamérica hasta Europa pasando por América Latina. Durante el período de estudio, países de Europa oriental y Rusia van a surgir como importantes regiones productoras de tableros OSB, lo que tendrá un gran impacto en la dinámica del mercado.

En la última década se ha producido la sustitución masiva de los recursos menos costosos y más eficientes como el tablero OSB, en lugar del Tablero contrachapado, especialmente para construcción de viviendas en América del Norte. Según Briceño (2010) el tablero OSB hace parte de la innovación para el ámbito de la construcción. Es lamentable que muchas de las instalaciones de tableros OSB en América del Norte se hayan cerrado como consecuencia de la recesión. Esto no habría sucedido si los productores hubieran desarrollado la exportación a los mercados exteriores como un mecanismo de protección frente a la crisis producida en América del Norte. Durante los próximos cinco años, los productores tendrán que ser más conscientes de los acontecimientos globales cuando las instalaciones clausuradas vuelvan a ponerse en producción. Se extiende cada vez más el uso de tableros OSB como sustituto donde las limitaciones de costos y de recursos son un factor importante. Los analistas de BPI

Shrapnel dicen que el OSB podría ser el próximo producto que eclosiona en China y otros países asiáticos. Según el informe de BPI Shrapnel citado por BIS Shrapnel Forestry (2011) se prevé que el consumo mundial de tableros OSB crecerá a una tasa promedio de alrededor de 11% durante el período de cinco años previsto. La tasa de crecimiento proyectado para el consumo de OSB es inferior a las previsiones de producción. Esto sugiere que puede haber un exceso de oferta de tableros OSB.

La producción de madera OSB se prevé que aumente de 18 millones de metros cúbicos a 28 millones de metros cúbicos, sobre la base de los actuales planes de expansión y capacidades de producción. Para el año 2015, América del Norte producirá el 77% de tableros OSB. Sin embargo, Asia se enfrenta a una escasez de los recursos forestales, que llegará a ser más severa en los periodos que se analizan. A medida que la oferta de recursos es mayor habrá una oportunidad para los productores de tableros OSB (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

Por otro lado, Rusia tiene un enorme potencial de recursos, que tradicionalmente han sido exportados al norte de Asia y en cierta medida Europa. Este suministro se reducirá cuando Rusia implemente estrategias para agregar valor a sus recursos forestales al gravar la exportación de troncos. Esto también ofrecerá oportunidades para el establecimiento de plantas de producción de tableros OSB en Rusia para suministrar al mercado nacional y a los mercados de exportación. El informe de BPI Shrapnel, pronostica un fuerte crecimiento de los precios a medida que la economía mundial entra en una fase ascendente. Durante los cinco años que van desde 2011 a 2015 los precios del OSB se espera que aumenten entre el 11% y el 12%. El aumento de los precios se deberá a la demanda mucho más fuerte en todas las regiones y teniendo en cuenta el cierre de plantas en América del Norte que se han producido en los últimos cinco años. La presión al alza sobre los precios también provendrá de los crecientes costos para las empresas que voluntariamente u obligadas deben pasar por normas de emisiones más estrictas (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

El aumento de la producción de madera aserrada de pino radiata en América del Sur y Oceanía tendrá un impacto positivo en el abastecimiento futuro a las regiones de importación. América del Norte ha sido una región exportadora neta de OSB en los últimos cinco años, pero se espera que se torne en importador durante el período de pronóstico, como la capacidad instalada que se ha cerrado, y que no se pondrá de nuevo en producción lo suficientemente rápido para satisfacer la creciente demanda. También habrá escasez en Europa y el Norte de Asia (BIS Shrapnel Forestry, 2011).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fabricación de los tableros OSB ha valorizado el manejo del bosque nativo, respecto a que el poder comprador de madera por parte del fabricante de tableros OSB lo hace en base a la compra de rollizos de bosques; la procedencia de las trozas utilizadas como materia prima corresponden a bosques de terceros, siendo los proveedores grandes y pequeños propietarios de la zona sur del país. El fabricante exige que las trozas provengan de bosques, renovales con su respectivo plan de manejo. Este modelo está orientado hacia la sustentabilidad del bosque nativo; esto permite cuidar y preservar los bosques naturales chilenos y asegurar a las fábricas de tablero una abundante provisión de materia prima para llegar a la obtención de un producto sustentable. A la vez, implica que el tablero OSB cumple con las normas y leyes vigentes en relación a sus materias primas para su producción. No se puede dejar de mencionar que también se utilizan trozas de Eucalipto nitens (*Eucalyptus nitens*), Pino radiata (*Pinus radiata*), en la fabricación del tablero OSB.

Al analizar el tablero OSB, encontramos en éste un producto con una gran versatilidad de uso, además de sus características estructurales y fisonómicas ya descritas, las cuales han logrado una gran aceptación en el mercado. Sus propiedades antisísmicas lo hacen aún más atractivo, otorgándole gran ventaja; cabe hacer notar que en Chile se está implementando el sistema constructivo C.E.A. (Construcción Energitérmica Asísmica), es decir, mas confort por estabilidad térmica interior, sobresalientes características antisísmicas entre otras, para la construcción de viviendas, esto teniendo en cuenta que nuestro país tiene una tasa de actividad sísmica muy alta.

La producción de tableros OSB en nuestro país ha logrado entrar e irrumpir como producto nuevo en el mercado Chileno desde ya hace una década, insertándose de gran manera en la industria forestal nacional y ha logrado mantenerse en el tiempo con eficientes resultados en su producción, oferta y demanda; de esta forma está impulsando un excelente aporte al mercado por sus productos que comprenden muchas ventajas estructurales y su precio. Su entrada al mercado ha sobresalido en el área de la construcción, hacia donde precisamente está dirigido, específicamente en la subárea correspondiente a la habitacional, en la cual hoy

por hoy vemos in situ el uso y como ha aumentado la construcción de viviendas con la tecnología OSB; adicionalmente, esto conlleva a una mejora en la calidad de vida y menores costos para las familias chilenas, es decir, existe un beneficio social, una externalidad positiva asociada al aumento de la construcción habitacional con el tablero OSB, por lo tanto es más barato construir con este material, entonces hay más familias que pueden acceder a viviendas de menor costo.

Con respecto a su producto sustituto, el tablero contrachapado, el OSB consigue los mismos resultados que éste con un menor precio. Tiene incluso algunas características importantes que le confieren superioridad sobre dichos tableros, tales como su uniformidad, su ausencia de nudos, su resistencia a ser delaminado, su resistencia a la deformación y a la ruptura. Pero seguramente se dirá que el contrachapado es un producto de calidad, producido con precisión y que está disponible para una gran variedad de usos, pero el OSB también de hecho, puede cumplir la misma función que el contrachapado correspondiente y a un menor precio.

La producción de OSB en miles de m<sup>3</sup>/año, según el Boletín Estadístico N° 128 de INFOR, entre los años 2000 y 2009 ha tenido una tendencia al aumento año a año y sólo registró una baja de su producción el año 2009 producto de la crisis económica mundial en esos años.

La segunda planta de tableros OSB de Louisiana Pacific S.A. (LP), en Lautaro, región de la Araucanía, comenzó a operar en el año 2008, pero a finales de ese mismo año sobrevino la crisis económica mundial, por lo cual esta planta cerró temporalmente, reanudando su operación en el año 2010, obteniendo una producción promedio de 125.000 m<sup>3</sup>/ año.

Se realizaron dos visitas a la planta LP Lautaro. En la primera visita se pudo observar y conocer el proceso de fabricación de los tableros LP OSB, que en forma general consiste en las etapas de Descortezado, Viruteado, Secado, Separación, Encolado, Formación, Prensado, Dimensionado y Embalaje. Junto con esto se conoció información sobre el funcionamiento de la cancha de acopio, además de observarla, y el reconocimiento de las trozas en m.r. (Metros ruma) de las respectivas especies utilizadas en la fabricación del tablero OSB. Se obtuvo información sobre la producción del tablero OSB de la planta, dentro de los primeros cuatro

meses de 2011, resaltando los valores de producción, producción por turno y productividad por espesor. Además se obtuvo cierta información sobre exportaciones, que fueron incorporadas como parte de los antecedentes generales y oferta. Previamente se había realizado una entrevista estructurada al Gerente de Producción de LP Lautaro, Don Héctor Lagos, la cual consistió en preguntas generales en las áreas de Abastecimiento, Industrial y Comercial de la planta. En la segunda visita se pudo realizar una entrevista al Subgerente de Área Forestal, Don Víctor Álvarez, con el objetivo de hacer un análisis desde el punto de vista Forestal sobre los tableros OSB.

La instauración de este tablero en el mercado desde su entrada a través de su importación desde EE.UU. y Canadá, y la posterior llegada de la empresa estadounidense Louisiana Pacific S.A., que comenzó con la fabricación de tableros OSB en nuestro país, ha logrado un avance significativo en términos de poner en el mercado un producto que ha sido éxito en innovación, además de lograr una aceptación muy positiva por parte de sus consumidores, por lo cual ha conseguido un éxito en ventas y por ende se ha mantenido en el tiempo a pesar de ser un producto relativamente nuevo para el país, lo que le confiere una característica muy importante desde el punto de vista económico, por haber logrado en poco tiempo un buen papel en lo referido a su consumo.

El precio de los tableros OSB en el mercado es un factor muy importante de resaltar, puesto que su precio es bajo respecto a sus características estructurales y variedad de usos que ofrece al sector de la construcción; corresponde a un producto de excelente calidad, con certificación internacional y que salió a competir en el mercado con el tablero contrachapado pero con un precio más bajo, lo cual le confiere una excelente ventaja y lo hace muy atractivo para los consumidores.

La demanda del tablero OSB desde la entrada de este producto a nuestro país ha sido significativa, logrando desde el comienzo de su comercialización una importante aceptación e interés por parte de sus demandantes, como son los grandes distribuidores o tiendas comercializadoras de materiales de construcción, constructoras habitacionales y personas individuales directas, como los propietarios de viviendas. Además, las construcciones habitacionales han aumentado en los últimos años, lo cual implica también un aumento en la

demanda del tablero OSB por parte de las empresas constructoras, las cuales están prefiriendo aplicar la tecnología OSB como material para diversas ocupaciones en la construcción. El cuadro 15 muestra la evolución de la cantidad de viviendas construidas en nuestro país en los últimos 10 años, en donde se demuestra el aumento de las construcciones habitacionales.

**Cuadro 18.** Cantidad de Viviendas Construidas.

Número de Viviendas Construidas										
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Viviendas	85.696	87.068	101.979	95.547	86.979	101.841	100.640	126.055	88.167	132.094
Mejoramiento y reparación	2.142	2.062	1.816	1.155	1.139	14.172	17.226	96.154	67.487	87.263

**Fuente:** Observatorio habitacional en base a datos de la División de Política Habitacional, MINVU.

La aplicación de la tecnología OSB esta generando una disminución relevante de los costos de construcción, particularmente en viviendas de tipo residencial, social, en general de particulares. De esta forma, el consumo por parte de estos ha aumentado de manera progresiva en la primera mitad de esta década, para complementar este incremento también en los últimos cinco años, independiente de la crisis económica del año 2008 que afectó a los productores de tableros OSB, es decir, en estos años el consumidor particular ha demandado mas y tiene más conocimiento de este producto y sus variados usos.

En lo que respecta a las plantas elaboradoras de tableros OSB, medio ambiente y sector forestal, éstas han asumido compromisos ambientales, en particular la Planta de tableros OSB Lautaro visitada, que están orientados a la preservación del recurso forestal y a dar transparencia y efectividad al procedimiento de control interno respecto del cumplimiento de los procesos de cosecha forestal por parte de los proveedores, los cuales son: Uso preferente y creciente de renovales de especies nativas manejados sustentablemente, Asistencia Técnica y Capacitación a proveedores, Bonificación a proveedores por cumplimiento de normas de manejo de renovales y Auditoría Externa. Según S.E.I.A. (1999) existe un plan de seguimiento ambiental compuesto de un programa de Monitoreo industrial, relativo a las descargas y emisiones y un programa de Monitoreo Forestal, el cual contempla el

seguimiento a las principales variables ambientales relacionadas con el proceso de abastecimiento de madera.

El tablero OSB tiene un bajo impacto medioambiental y sobre los recursos forestales. No se utilizan árboles adultos en su proceso de producción (Tafibra, 2006).

La evolución del mercado, así como la proyección de este, son favorables y presentan una tendencia similar o mejor para el periodo 2011-2015, sin dejar de tomar en cuenta las crisis económicas del año 2008 y la del año en curso que repercuten en una u otra medida las industrias en este caso el sector industrial de tableros.

La entrada al mercado de los tableros OSB y por ende la llegada de la empresa LP S.A., ha marcado un precedente positivo y significativo en el área laboral en ocupación, es decir, el empleo para los distintos actores del rubro, ya sea tanto profesionales, técnicos, operarios de equipos, de maquinaria y personal obrero, los cuales han encontrado un fuente laboral a partir de la llegada de este producto que ahora se está fabricando en nuestro país en sus dos plantas en el sur de Chile, lo cual constituye una externalidad positiva para el empleo en nuestra sociedad.

La evolución del empleo en general ha sido fija desde la construcción de ambas plantas, es decir, la ocupación directa en estas es similar en términos de operación sumado personal administrativo. En cuanto a la ocupación indirecta esta alcanzó aproximadamente 1000 personas por cada planta en su construcción y entre 200 a 250 personas para efectos de mantención (Comision Nacional del Medio Ambiente, 2006).

**Cuadro 19.** Ocupación en Plantas de tableros OSB, Chile.

<b>Planta</b>	<b>Empleos directos</b>	<b>Empleos indirectos</b>
Panguipulli	De 130 a 160	200 a 250
Lautaro	De 130 a 160	200 a 250

**Fuente:** [www.e-seia.cl/externos/admin.../6429\\_2007\\_1\\_10\\_IT.doc](http://www.e-seia.cl/externos/admin.../6429_2007_1_10_IT.doc), [www.lbnpanguipulli.cl](http://www.lbnpanguipulli.cl),

## 7. CONCLUSIONES

Los Tableros OSB son un producto de la industria Tableros y Chapas del sector forestal Chileno, un bien, un insumo que tiene un mercado y el cual es transable para ser utilizado como materia prima. Los materiales compiten unos con otros por su existencia y los nuevos mercados, en consecuencia, es lógico que se produzca el reemplazo de un material por otro para ciertas aplicaciones; en el caso de la tecnología OSB, entró al mercado Chileno desde hace una década y logró insertarse de gran manera y manteniéndose en el tiempo y aunque ha tenido que competir con el tablero contrachapado, aún así ha obtenido una óptima aceptación por parte de los consumidores; esto correlacionado a que han resaltado sus cualidades únicas como tablero estructural.

La disponibilidad de materia prima, el costo de manufactura, el desarrollo de nuevos procesos para productos, son los factores que darán lugar al cambio en el uso de materiales y seguro revolucionarán los sistemas constructivos, a través de tecnologías más económicas y versátiles, rápidas de construir y además de generar una mayor comodidad en la vida de las personas. De acuerdo a ello, los principios de valoración y aceptación sociocultural deben aperturar las posibilidades de reconocer nuevas opciones en la fabricación que apunten a desmontar los dogmas de las tecnologías insustituibles, aún cuando sus cualidades y bondades constructivas permanezcan vigentes. Es así como el tablero OSB, reúne estas características económicas, tecnológicas y socioculturales que lo han hecho lograr externalidades positivas tanto en el sector forestal, como también en el área de la construcción.

La madera, como uno de los materiales de mayor experimentación para los nuevos modelos de producción, abarca uno de los mercados más competitivos en el mundo, el tablero OSB cuya materia prima son trozas provenientes de bosques jóvenes, es una importante innovación generada con gran tecnología y aplicación en el último tiempo, la cual propone un auge progresivo de acuerdo a sus índices de demanda en el mercado.

El tablero OSB es producido para ser insertado en el área de la construcción. Surge a partir de los esfuerzos de realizar ajustes en los aspectos estructurales de los tableros para

incrementar la confiabilidad y versatilidad en su uso y aumentar sus niveles de competitividad en el mercado. Del mismo modo, la incorporación de este producto, ha implicado que exista una nueva forma de construir viviendas en Chile a partir de las diferencias impuestas por la tecnología OSB que ya han sido mencionadas anteriormente.

Se concluye que el tablero OSB es un producto de categoría, vigente, adaptable y de buena calidad. Sus aplicaciones están creciendo continuamente, y son cada vez más las empresas que descubren su potencial. Además la sociedad hoy en día está conociendo cada vez más de este producto y se está viendo un creciente consumo en las distintas clases sociales. Su uso ya es muy masivo, se están construyendo o remodelando viviendas en forma frecuente con tableros OSB en nuestro país, es decir, gran cantidad de la población se está relacionando con esta tecnología; ya le es familiar tanto su nombre como su apariencia distintiva. Estados Unidos y Canadá son los países pioneros en la fabricación de este producto y a partir de estos se ha distribuido y difundido el uso del tablero OSB. Llegó a Chile e irrumpió con éxito.

En lo referido al análisis de mercado se puede concluir que la oferta y demanda del tablero OSB desde los comienzos de la producción de este, han marcado una tendencia al alza y a la estabilidad; estas dos fuerzas del mercado respecto de este nuevo e innovador producto que no se comercializaba en nuestro país. La producción desde el año 2001 al 2008 fue en aumento hasta que la crisis económica restringió ésta, en tanto el consumo también tendió al alza en este período. Las plantas de tableros OSB continúan su producción hoy en día y el consumo es normal, incluso este último según bibliografía revisada debería tender al aumento. La empresa Louisiana Pacific S.A.(LP) única productora de tableros OSB en Chile ha sido pionera en nuestro país para que se comercializara este producto. Los precios del tablero OSB son su gran ventaja, ya que estos son más bajos para un mismo servicio.

Se concluye que el bajo precio de los tableros OSB ha revolucionado el mercado de tableros presentándose como una gran alternativa para distintos usos estructurales en la construcción habitacional, sobresaliendo principalmente su instalación en pisos, muros, techumbres, vigas doble T, también su uso en estanterías, partes y piezas de muebles, cierres perimetrales entre otros.

Las propiedades y características del tablero OSB, así como las fluctuaciones en la producción de la industria maderera a partir de las restricciones de tipo ambiental y las regulaciones en cuanto a la obtención de la materia prima, han fortalecido la introducción de este tablero e incrementando su producción y localización de plantas a nivel mundial que puedan cubrir la demanda, que cada vez más se vislumbra un escenario creciente.

En general de acuerdo a la bibliografía e investigación realizada, es posible decir que los Tableros Oriented Strand Board (OSB) logran una repercusión muy positiva para el sector forestal debido a su aporte a la sustentabilidad del bosque, en relación a la materia prima (trozas) necesaria para la fabricación del tablero OSB; esto se ve reflejado en la valoración del manejo del bosque nativo, de los renovales, en la obtención de las trozas que deben provenir de bosques con sus respectivos planes de manejo y sólo de esta forma son recibidas en las plantas productoras. También su aporte económico en beneficio a los productores de madera pulpable, aporte social en relación a la contratación de mano de obra en las plantas productoras de este tablero y trabajos en planes de manejo. Además ha logrado una positiva irrupción en el mercado nacional, siendo un producto que marca pautas de innovación en su rubro y es relativamente nuevo. De esta forma marca un precedente y corresponde a uno de los desarrollos más importantes en la industria de Tableros y Chapas del Sector forestal nacional en los últimos años.

## 8. RESUMEN

En esta Monografía, se ha realizado un estudio descriptivo de los Tableros de Viruta Orientada (OSB), estos pertenecen a la Industria de tableros y chapas del Sector forestal nacional. De esta forma se obtuvo una recopilación de literatura para la conformación de la sección de antecedentes generales y se comienza haciendo una reseña sobre el Sector tableros y chapas en Chile, posteriormente se dan a conocer las empresas del rubro y sus respectivas plantas productoras a lo largo del país en un cuadro. En este se destaca la única empresa productora de tableros OSB en nuestro país, la cual es Louisiana Pacific S.A., presente con dos plantas; una en Panguipulli, región de los Ríos y la segunda en Lautaro, región de la Araucanía.

Los tableros OSB corresponden a un tipo de tablero que se elaboran con virutas rectangulares de madera, dispuestas en capas perpendicularmente unas con otras y unidas con adhesivos; resinas fenólicas, bajo altas temperaturas y presión.

Los tableros OSB aparecen como una alternativa muy viable para el desarrollo de tableros estructurales, por sus características y ventajas tanto estructurales como de mercado. Son fabricados para ser utilizados en el rubro de la construcción específicamente en el área habitacional. En Chile se está implementando el sistema C.E.A. (Construcción Energitérmica Asísmica). Los tableros OSB tienen propiedades asísmicas y su bajo precio lo hacen aún más atractivo otorgándole gran ventaja.

Este documento describe las características del tablero OSB, su historia, clasificación según grado, tipos, dimensiones, sus usos, especies arbóreas utilizadas en su fabricación, proceso de fabricación, mercado, precios, productos sustitutos y complementarios, evolución y proyección de mercado.

En el ítem de resultados y discusión se interpreta toda la información antes mencionada evaluando y analizando la importancia de los tableros OSB en el mercado nacional y su repercusión en el Sector forestal chileno.

## 9. SUMMARY

In this Monograph, has conducted a descriptive study of the Oriented Strand Board (OSB), these belong to the boards and sheets industry of the national forest sector. In this way we obtained a collection of literature for the formation of the general background section and begins by outlining on boards and sheets Sector in Chile, subsequently disclosed the companies in the industry and their respective production facilities throughout the country in a table. This highlights the only producer of Oriented Strand Board in our country, which is Louisiana Pacific Inc., present with two plants, one in Panguipulli, region of the rivers and the second in Lautaro, region of Araucania.

The Oriented Strand Board correspond to a type of board that are made with rectangular wooden shavings, arranged in layers perpendicular to each other and joined with adhesives; phenolics resins, under conditions of high temperatures and pressure.

The Oriented Strand Board appears as a very viable alternative for the development of structural boards for its features and advantages of both structural and market. They are manufactured for use in the business of building housing specifically in the area. In Chile is implementing the system C.E.A. (Construction Energitérmica Aseismic). The Oriented Strand Board has aseismic properties and low price make it even more attractive by giving great advantage.

This document describes the features of Oriented Strand Board, its history, classification according to degree, types, size, uses, tree species used in their manufacture, manufacturing process, market, price, substitute products and complementary, market evolution and projection.

In the chapter of results and discussion interprets all the above information to evaluate and analyze the importance of the Oriented Strand Board in the domestic market and its impact on the Chilean forestry sector.

## 10. LITERATURA CITADA

- ADMINISTRACIÓN ATCP – CHILE.** 2006. La Industria de los tableros de Madera en Chile. Revista Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel. (Chile) 22(1): 23-28.
- ALLEN, J. Y ARCOS, P.** 2005. Fabricación de OSB y Contrachapado a partir de *Eucalyptus nitens*: Análisis del comportamiento en proceso. Tesis Ingeniero Civil en Industrias Forestales. Universidad del Bio-Bio. Concepción, Chile. 411 p.
- AITIM.** 2003a. Tableros de Virutas Orientadas - OSB (en línea). España. Consultado el: 3 de Junio de 2010. Disponible en:  
[http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_4690\\_15628.pdf?PHPSESSID=a05ec41459e0c5c6ada8134433f706d6](http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4690_15628.pdf?PHPSESSID=a05ec41459e0c5c6ada8134433f706d6)
- AITIM.** 2003b. Tableros de Virutas Orientadas - OSB; Información general (en línea). Chile. Consultado el: 04 de Junio de 2010. Disponible en:  
[http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_494\\_osb.pdf?PHPSESSID=a151aa4a643b7f12cd632a074193d1da](http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_494_osb.pdf?PHPSESSID=a151aa4a643b7f12cd632a074193d1da)
- ALONSO, M.** 2002. Formulación y curado de resinas fenol - formaldehído tipo “resol” con Sustitución parcial del fenol por lignosulfonatos modificados. Memoria Doctor en Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 332 p.
- AMERICAN PLYWOOD ASSOCIATION.** 1991. " Guía de productos, Oriented Strand Board." APA. EE.UU. 10 p.
- APAWOOD.** 2005. Plywood - The Original Engineered Wood Product. APAWOOD-The Engineered Wood Association (en línea). USA. Consultado el: 12 de Agosto de 2011. Disponible en: [http://www.apawood.org/level\\_b.cfm?content=prd\\_ply\\_main](http://www.apawood.org/level_b.cfm?content=prd_ply_main)
- ARAUCO.** 2006. Tablero de OSB (en línea). Chile. Consultado el: 21 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/product/ficha-tablero-de-osb-arauco/>

- ARQUIGRAFICO.** 2011a. Paneles OSB, rapidez y facilidad en la construcción (en línea). Chile. Consultado el: 1 de Julio de 2011. Disponible en: <http://www.arquigrafico.com/paneles-osb-rapidez-y-facilidad-en-la-construccion>
- ARQUIGRAFICO.** 2011b. Uso de los tableros OSB en la Construcción (en línea). Chile. Consultado el: 14 de Agosto de 2011. Disponible en: <http://www.arquigrafico.com/uso-de-los-tableros-osb-en-la-construccion>
- BIS SHRAPNEL FORESTRY.** 2011. Pronóstico sobre el mercado de los tableros Contrachapados y OSB 2011-2015 (en línea). Chile. Consultado el: 19 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://infomadera.net/modulos/noticias.php?id=6786>
- BRICEÑO, A.** 2010. Tableros de OSB: Una alternativa innovadora para la Construcción. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción – IDEC. Universidad Central de Venezuela (en línea). Venezuela. Consultado el: 24 de Febrero de 2011. Disponible en: <http://red.fau.ucv.ve:8080/static/mindtcons/files/tf-abriceno.pdf>
- CHAN, M., ARAUJO, M., AZUETA, M. Y SOLIS L.** 2004. Tableros de madera de partículas. Ingenieria Revista Académica (Mexico). 8(3): 39-46. También en línea; Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/467/46780304.pdf>
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE.** 2006. Informe consolidado de la Evaluacion ambiental del Estudio de impacto ambiental del proyecto “Planta de tableros OSB Lautaro” comuna de Lautaro (en línea). Consultado el: 18 de Julio de 2012. Disponible en: [https://www.e-seia.cl/externos/admin.../6429\\_2007\\_1\\_10\\_IT.doc](https://www.e-seia.cl/externos/admin.../6429_2007_1_10_IT.doc)
- CORPORACION CHILENA DE LA MADERA (CORMA).** 2005. Diagnostico Sectorial Industria de Tableros y Chapas (en línea). Chile.. Consultado el: 5 de Agosto de 2010. Disponible en: [www.produccionlimpia.cl/medios/Diagn\\_Sector\\_Tableros\\_Chapas.pdf](http://www.produccionlimpia.cl/medios/Diagn_Sector_Tableros_Chapas.pdf)

- ECHENIQUE, R. Y ROBLES, F.** 1993. Ciencia y tecnología de la madera. Segunda edición. Dirección General Editorial. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 127 p.
- EDWARDS, A.** 1996. Ficha de Construcción en Madera: OSB. Lignum (Chile) 25(3): 41-42.
- EMANUELLI, P. Y MILLA, F.** 2006. Alternativas de Productos Madereros del Bosque Nativo Chileno (en línea). Chile. Consultado el: 24 de Febrero de 2012. Disponible en: [http://bosques.ciren.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/54/CONAF\\_BD\\_01.pdf?sequence=1](http://bosques.ciren.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/54/CONAF_BD_01.pdf?sequence=1)
- EUROPEAN PANEL FEDERATION (EPF).** 2011. Información Técnica, OSB (oriented strand board) (en línea). Chile. Consultado el: 8 de Junio de 2010. Disponible en: <http://www.osb-info.org/Tecnica.html>
- ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL.** 2008. Tratamientos y procesado de madera para estructuras. Universidad de Vigo. (en línea). España. Consultado el: 07 de Julio de 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/27067402/ESTRUCTURAS-DE-MADERA>
- ESPINOZA, P. Y CAMPOS, J.** 2006. Estudio de optimización del control de la etapa de encolado del proceso de fabricación de los productos OSB de la empresa Louisiana Pacific Chile S.A. Tesis Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electrónico. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 197 p.
- GARAY, R.** 2009. Efectos de dos Protectores Superficiales en las Propiedades de Tableros de Madera después de un Año de Exposición a la Intemperie. Información Tecnológica (Chile) 20(4): 123-130.

- INFOMADERA.** 2011. Tableros de Virutas Orientadas - OSB (en línea). Chile. Consultado el: 15 de marzo de 2011. Disponible en:  
[http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_494\\_osb.pdf?PHPSESSID=a151aa4a643b7f12cd632a074193d1da](http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_494_osb.pdf?PHPSESSID=a151aa4a643b7f12cd632a074193d1da)
- INFOR.** 1998. Boletín Estadístico. La Industria de los tableros y chapas en Chile. Infor (Chile). 56(-): 16 -23.
- INFOR.** 1999. Estadísticas Forestales 1998-1999. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 128 p.
- INFOR.** 2009. El Sector Forestal Chileno; The Chilean Forestry Sector (en línea). Chile. Consultado el: 16 de Junio de 2011. Disponible en:  
[http://web.ffm.cl/index.php?option=com\\_jdownloads&Itemid=5&view=finish&cid=69&catid=8](http://web.ffm.cl/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=5&view=finish&cid=69&catid=8)
- INFOR.** 2010. Boletín Estadístico. Anuario Forestal (Chile). 128(-): 62-63, 70-73.
- JAIMES, I.** 2006. EL OSB: Un aglomerado con muchos usos y pocos adeptos por desconocimiento. M&M (Colombia). 52: 121-126
- LIGNUM.** 1996. Comercialización de tableros. Lignum (Chile) 28(1): 44-47.
- LIGNUM.** 1998. Centro de Información de Mercado de Fundación Chile, 1998. Oriented Strand Board: Un Éxito “Made in U.S.A”. Lignum (Chile) 37(1): 31-33.
- LIGNUM.** 2010. Louisiana Pacific Chile destaca fortalezas del OSB (en línea). Chile. Consultado el: 31 de Agosto de 2011. Disponible en: <http://www.lignum.cl/>
- LIGNUM.** 2011. Louisiana Pacific: La apuesta por hacer crecer el mercado de la vivienda (en línea). Chile. Consultado el: 16 de Julio de 2011. Disponible en:  
<http://www.lignum.cl/noticias/?id=2705>

**LOMAGNO, J. Y GOTELLI, G.** 2003. Resistencia al envejecimiento de uniones clavadas de Tableros de Hojuelas Orientadas (OSB). Maderas, Ciencia y tecnología (Chile) 5(1): 44-50.

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2005a. LP OSB; Tableros Estructurales, Louisiana Pacific (en línea). Chile. Consultado el: 23 de Abril de 2011. Disponible en: [lpchile.cl/save\\_file.php?file=LO\\_Tec\\_12.05.05.pdf&dir...](http://lpchile.cl/save_file.php?file=LO_Tec_12.05.05.pdf&dir...)

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2005b. Tableros estructurales para la Vivienda (en línea). Chile. Consultado el: 14 de Julio de 2010. Disponible en: [lpchile.cl/save\\_file.php?file=folleto\\_osb.pdf&dir=folletos](http://lpchile.cl/save_file.php?file=folleto_osb.pdf&dir=folletos)

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2010a. Productos; Complementos (en línea). Chile. Consultado el: 2 de Mayo de 2010. Disponible en: [http://lpchile.cl/index.php?pag\\_id=336&len\\_id=1](http://lpchile.cl/index.php?pag_id=336&len_id=1)

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2010b. Preguntas frecuentes (en línea). Chile. Consultado el: 26 de Junio de 2010. Disponible en: [http://lpchile.cl/index.php?pag\\_id=11&len\\_id=1](http://lpchile.cl/index.php?pag_id=11&len_id=1)

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2010c. Materiales para construir mejor (en línea). Chile. Consultado el: 23 de Abril de 2010. Disponible en: [lpchile.cl/save\\_file.php?file=OSB\\_COM\\_020107.pdf&dir...](http://lpchile.cl/save_file.php?file=OSB_COM_020107.pdf&dir...)

**LP BUILDING PRODUCTS.** 2010d. Materiales para construir mejor (en línea). Chile. Consultado el: 6 de Octubre de 2011. Disponible en: [http://lpchile.cl/index.php?len\\_id=1&pag\\_id=](http://lpchile.cl/index.php?len_id=1&pag_id=)

**MAMELL.** 2009. Recurso Forestal; Industria Forestal (en línea). Chile. Consultado el: 27 de mayo de 2010. Disponible en: <http://www.mamell.cl/noticias/recurso-forestal--industria-forestal-18/>

- MASISA.** 2008. Historia del OSB (en línea). Chile. Consultado el: 10 de Noviembre de 2010. Disponible en: <http://stage.masisa.com/chi/esp/productos/tableros/osb/vision-general/historia-del-osb/1592/525>
- MASISA.** 2010. Procesos Químicos de Fabricación; Tableros de Partículas (en línea). Chile. Consultado el: 15 de Marzo de 2010. Disponible en: [http://html.rincondelvago.com/tableros-de-particulas\\_fabricacion.html](http://html.rincondelvago.com/tableros-de-particulas_fabricacion.html)
- MAYNARD, N.** 2005. Pros y contras del producto: Oriented Strand Board vs Plywood (en línea). USA. Consultado el: 21 de Abril de 2012. Disponible en: <http://www.builderonline.com/products/product-pros-and-cons-oriented-strand-board-vs-plywood.aspx>
- MINIÑO, M.** 2004. Características técnicas, ensayos realizados, propiedades, análisis comparativo y uso de los tableros OSB fabricados en Chile. Tesis Constructor Civil. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 109 p.
- M&M.** 2011. El OSB: Un Aglomerado con muchos usos y pocos adeptos por desconocimiento (en línea). Chile. Consultado el: 18 de Octubre de 2010. Disponible en: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev52/insumosob.pdf>
- NANNIG.** 2001. Louisiana Pacific Chile S.A (en línea). Chile. Consultado el: 1 de Junio de 2011. Disponible en: [http://bosques.ciren.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/54/CONAF\\_BD\\_01.pdf?sequence=1](http://bosques.ciren.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/54/CONAF_BD_01.pdf?sequence=1)
- NAVARRETE, C.** 2008. Situación del mercado de los tableros contrachapados y posibilidades de desarrollo para el período 2007 – 2012. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 71 p.

**OSB-INFO.** 2006. OSB-Oriented Strand Board. Información Técnica (en línea). Chile. Consultado el: 6 de Junio de 2010. Disponible en:

<http://www.osb-info.org/Tecnica.html>

**PROARAUCANIA.** 2009. Video-entrevista al Gerente de operaciones de Latino América de Louisiana Pacific, Víctor Flores (en línea). Chile. Consultado el: 31 de Agosto de 2010. Disponible en:

[http://www.proarauca.com/pag\\_entrevista.php?ent=3&id=1779&ver=on](http://www.proarauca.com/pag_entrevista.php?ent=3&id=1779&ver=on)

**RADEMACHER, F.** 2006. Análisis de Vulnerabilidad Estructural de Muros en base a Paneles de Madera, reforzados con placa OSB, frente a cargas horizontales en su plano. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 138 p.

**RAGA, F.** 2010. La Industria Forestal Chilena en el Contexto Internacional (en línea). Chile. Consultado el: 18 de Julio de 2011. Disponible en:

[http://www.corma.cl/\\_file/file\\_405\\_1823\\_cmpc\\_fernando\\_raga.pdf](http://www.corma.cl/_file/file_405_1823_cmpc_fernando_raga.pdf)

**REGISTRO TÉCNICO DE MATERIALES.** 2006. Tablero estructural OSB para la vivienda Louisiana Pacific (en línea). Chile. Consultado el: 12 de Mayo de 2010. Disponible en:

[http://info.cdt.cl/mail/mailling\\_registrocdt/compendios/20101221/compendio\\_maderas.pdf](http://info.cdt.cl/mail/mailling_registrocdt/compendios/20101221/compendio_maderas.pdf)

**RM. J.** 2009. Tableros OSB ideales para construcción y remodelaciones (en línea). España. Consultado el: 23 de abril de 2010. Disponible en:

<http://www.elmercadodelavivienda.com/tableros-osb-ideales-para-construccion-y-remodelaciones.html>

**SISTEMA DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (S.E.I.A).** 1999. Ficha del Proyecto: Reconstrucción y Modificación Planta de Tableros Panguipulli (en línea). Chile. Consultado el: 31 de Agosto de 2011. Disponible en:

[https://www.e-seia.cl/seiaweb/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id\\_expediente=2133](https://www.e-seia.cl/seiaweb/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2133)

**SISTEMA DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (S.E.I.A).** 2006. Ficha del Proyecto: Planta de Tableros OSB – Lautaro (en línea). Chile. Consultado el: 1 de Marzo de 2010. Disponible en:

[https://www.e-seia.cl/seia/web/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id\\_expediente=1328524](https://www.e-seia.cl/seia/web/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1328524)

**STRUCTURAL BOARD ASSOCIATION.** 1995. Technical bulletin; SBA (en línea). Chile. Consultado el: 25 de Mayo de 2010. Disponible en:

<http://osbguide.tecotested.com/pdfs/en/tb103.pdf>

**TAFIBRA.** 2006. Informa 02 – OSB (en línea). España. Consultado el: 24 de Agosto de 2011. Disponible en: <http://www.construnario.com/catalogo/tafibra/productos>

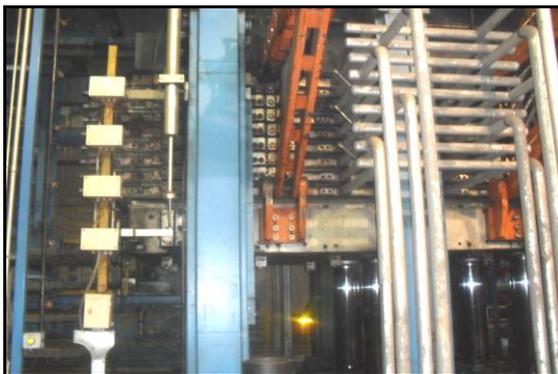
**VERA, W.** 2006. Identificación y estudio de cluster exportadores regionales. Región de Los Lagos (en línea). Chile. Consultado el: 26 de Julio de 2011. Disponible en: [www.prochile.cl/documentos/pdf/cluster/cluster\\_lagos\\_informe.pdf](http://www.prochile.cl/documentos/pdf/cluster/cluster_lagos_informe.pdf)

## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Planta Louisiana Pacific S.A. (LP) Lautaro.



**Figura 1a;** Proceso de Producción Tableros OSB.



**Figura 1b;** Proceso de Producción (Prensado) Tableros OSB.



**Figura 1c;** Proceso de Producción Tableros OSB.



**Figura 1d;** Proceso de Producción Tableros OSB.



**Figura 1e.** Planta LP (Lautaro) de Tableros OSB.

**Anexo 2.** Otros Productos OSB, sus espesores, pesos para 1,22 m x 2,44 m y 4875 mm de largo.

<b>Tipo</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Peso por Plancha (kg)</b>	
Tablero	7,9	15,8	
Tablero	9,5	20,4	
Tablero	11,1	22,8	
Tablero	15,1	30,5	
Tablero Pisos	15,1	30,5	
Tablero Pisos	18,3	35,9	
Plus	9,5	20,4	
Plus	11,1	22,8	
Plus	15,1	30,5	
Guard	9,5	20,4	
Guard	11,1	22,8	
Guard	15,1	30,5	
Multiplac	9,5	20,4	
Smartside Panel	11,1	23,2	
Topform	19,1	38,4	
Ecoform	15,9	30,1	
Ecoform	18,1	36,1	
<b>Tipo</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Peso por Pieza (Kg)</b>
Smartside Lap	9,5	149	3,92
Smartside Lap	9,5	200	5,26
Smartside Lap	9,5	302	7,94
Smartside Trim	17,5	89	5,16
Smartside Trim	17,5	140	8,11
Smartside Trim	17,5	184	10,69

**Anexo 3.** Participación del tipo de producto en la producción nacional de Tableros.

<b>Producto</b>	<b>Año 2003 (%)</b>	<b>Año 2004 (%)</b>
Hardboard	4,86	4,88
MDF	38,95	38,91
Partículas	20,15	19,79
OSB	5,50	5,52
Contrachapados	26,98	26,77

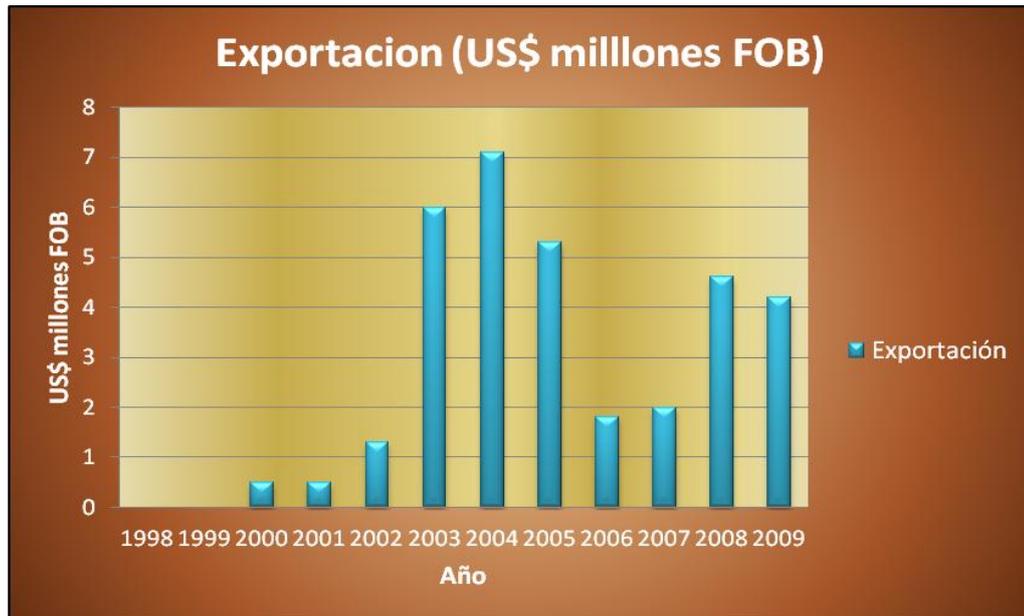
**Anexo 4.** Pesos por Espesor de OSB (1,22 m x 2.44 m), con Densidad de 825 Kg/m<sup>3</sup>.

Espesor (mm)	Peso Tablero (kg)
9,5	23
11,5	28
12,0	29
12,5	31
15.0	37
15,5	38
18,0	44
18,5	45

**Anexo 5.** Ciclo de Prensado de los Tableros OSB.



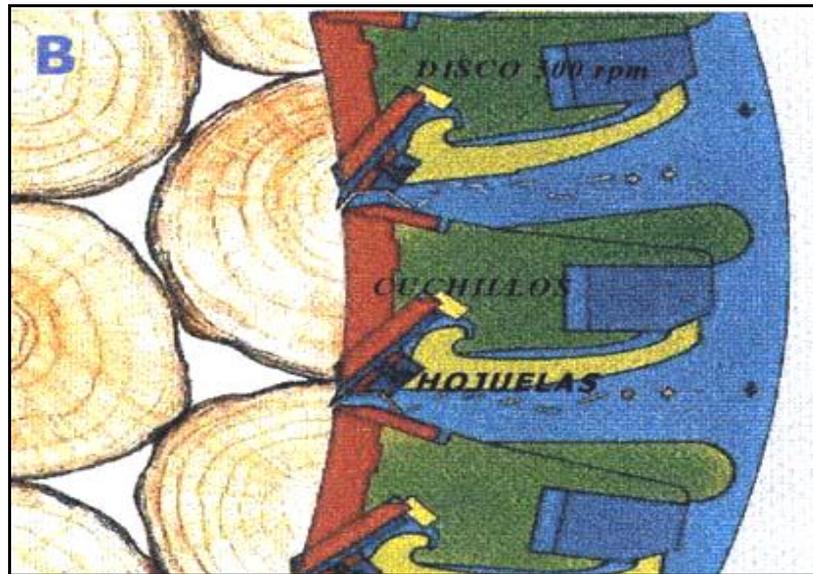
**Anexo 6.** Monto de las exportaciones de tableros OSB por año (US\$ millones FOB).



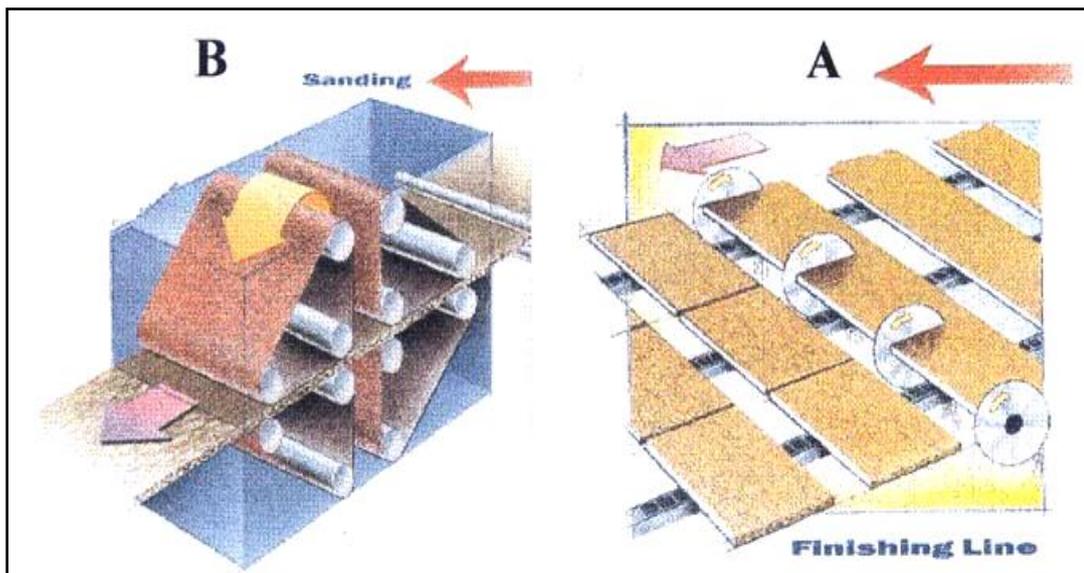
**Anexo 7.** Sello APA (The Engineered Wood Association).



**Anexo 8.** Viruteador y Terminación (Proceso de Producción).



**Figura 1a;** Obtención de Hojuelas o Virutas.



**Figura 1b.** Etapa Terminación del Proceso; Escuadrado (A) y Lijado (B).

**Anexo 9.** Entrevista estructurada via correo electrónico a Don Héctor Lagos; Gerente de Producción Planta Louisiana Pacific S.A. Lautaro.

**Área Abastecimiento:**

1. **¿Cuál es el volumen de madera existente en cancha para abastecer la planta?**

**Respuesta:** 30.000 Mr.

2. **¿Cuál es la procedencia de las trozas utilizadas como materia prima?,**

**Respuesta:** Bosques de terceros.

3. **¿Proviene de bosques con plan de manejo, raleos, etc.?**

**Respuesta:** Plan de manejo

4. **¿Quiénes son los proveedores de trozas para la planta?**

**Respuesta:** Grandes y pequeños propietarios

5. **¿Qué especies arbóreas se utilizan como materia prima?**

**Respuesta:** Especies nativas, eucaliptus nitens y pino radiata

6. **¿Cuál es el diámetro promedio y largo de las trozas para la fabricación de tableros OSB?**

**Respuesta:** Diámetro promedio: 20 cms y 2.44 mts de largo.

7. **¿Qué volumen de madera entra en proceso en una jornada normal de trabajo diario?**

**Respuesta:** 470 Mr.

8. **¿Qué cantidad de personal trabaja en esta área, operarios de maquinaria, técnicos etc.?**

**Respuesta:** 3 ingenieros, 1 técnico + 3 operarios.

9. **¿Qué se hace con la corteza de las trozas, se aprovecha?**

**Respuesta:** Si, como biomasa.

**Área Industrial:****1. ¿Cuáles son las etapas del proceso de fabricación de los Tableros OSB?**

**Respuesta:** Descortezado, viruteado, secado, separación, encolado, formación, prensado, dimensionado, embalaje.

**2. ¿Cuál es el porcentaje de humedad de la madera cuando entra en proceso?**

**Respuesta:** Variable dependiendo de la época del año: 80% hasta 150% BS

**3. ¿Cuál es la maquinaria utilizada (nombre) en el proceso de fabricación y cuál es la cantidad de estas por cada etapa del proceso?**

**Sin Respuesta**

**4. ¿Cuál es el volumen de tableros producidos en una faena diaria?**

**Respuesta:** 400 m<sup>3</sup> en 24 horas.

**5. ¿Qué volumen promedio de tableros se despacha diariamente o semanalmente?**

**Respuesta:** 600 m<sup>3</sup> diarios.

**6. ¿Qué adhesivos usan y cuál es el volumen de adhesivo utilizado en una jornada?**

**Respuesta:** Fenolicos. 70 kg/m<sup>3</sup>

**7. ¿Qué cantidad de personal trabaja en el área industrial, operarios de maquinaria, equipos, técnicos y profesionales de la planta?**

**Respuesta:** 120 personas.

**8. ¿Cuál es tiempo de fabricación de un tablero OSB desde que entra en proceso hasta que termina en la etapa de terminación y embalaje?**

**Respuesta:** 8 minutos.

**Área Comercial:**

- 1. ¿Cuáles son los clientes nacionales de LP?**

**Respuesta:** Grandes distribuidores.

- 2. ¿Cuáles son las empresas competencia a nivel nacional que producen tableros OSB?**

**Respuesta:** Ninguna

- 3. ¿LP exporta tableros OSB?**

**Respuesta:** Si

- 4. ¿Cuales serian las cantidades producidas de OSB por LP en un año y las cantidades demandadas del producto en el mercado?**

**Respuesta:** Producción anual: 120.000 m<sup>3</sup>  
Demanda anual : ¿?

- 5. ¿Cuáles son los precios de planta y el precio de mercado de los tableros OSB?**

**Respuesta:** Confidencial.

- 6. ¿Existen canales de distribución?**

**Respuesta:** Si

- 7. ¿Cómo LP cuales serian los productos complementarios de los Tableros OSB?**

**Respuesta:** No hay.

- 8. ¿Cuáles son los costos de producción de la planta mensual y anual?**

**Respuesta:** Confidencial.

- 9. ¿El mercado está más o menos desarrollado a nivel local de país (la demanda de Constructoras y particulares)?**

**Respuesta:** Si, desarrollado.

- 10. ¿El precio de equilibrio local es mayor, menor o equivalente al precio internacional? (Economía abierta, Chile). (\*)**

**Respuesta:** ----

11. **¿Qué grupos de personas o clases sociales son las que consumen el producto y cuál es la importancia para cada una de estas en relación al uso del OSB? (\*)**

**Respuesta: ----**

12. **¿Cómo ha evolucionado su comercialización desde su entrada al mercado nacional?; precios, cantidades demandadas y ofrecidas y calidad en el tiempo?**

**Respuesta: Positivamente.**

13. **¿Cuál es la proyección a futuro de la empresa, en relación a la oferta, demanda, precios de los OSB y cómo se ve el producto para los próximos años en el mercado?**

**Respuesta: Es relativo.**

14. **¿Después de la crisis económica, se ha normalizado la producción y comercialización de la planta LP Lautaro?**

**Respuesta: SI**

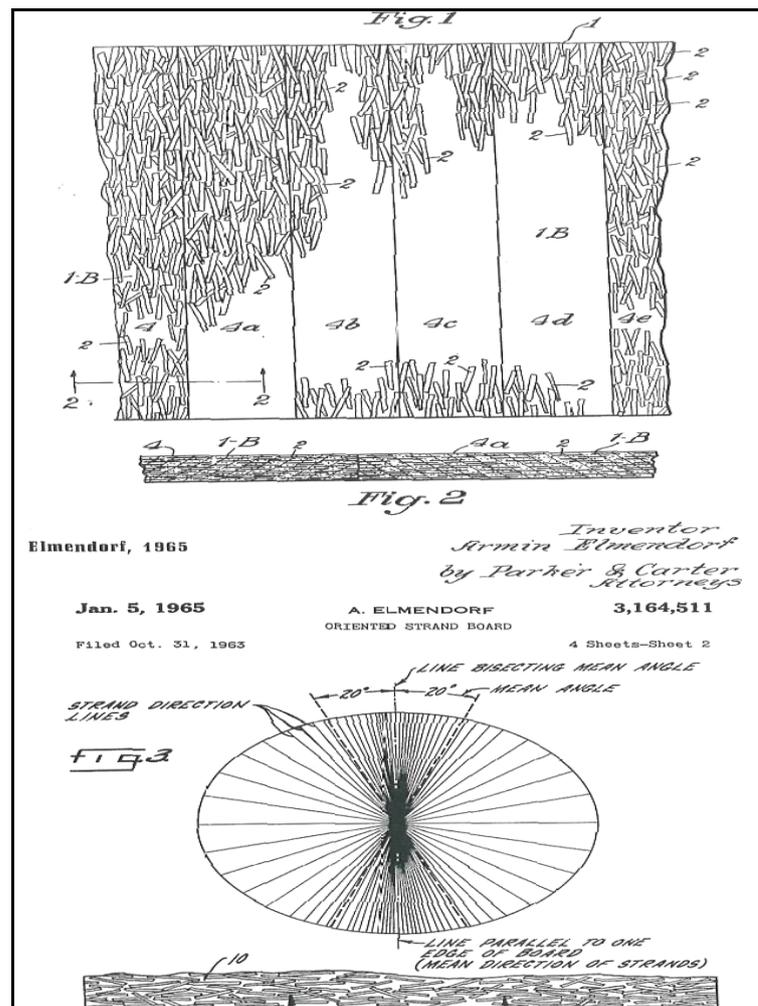
**(\*) Estas dos preguntas sujetas a voluntad de LP a responder**

**Nota:** La entrevista a Don Víctor Álvarez, fue realizada en la Planta pero no se podía grabar, solo tomar apuntes, de igual forma una segunda entrevista a Don Héctor Lagos en donde las respuestas fueron más extensas y detalladas en Planta.

**Anexo 10.** Primera Planta en Chile de Tableros OSB (Panguipulli).



**Anexo 11.** Ilustración inicios del Tablero OSB; de su inventor Armin Elmendorf.



Anexo 12. Evolución de la Producción Tableros OSB, meses y años en Planta LP Lautaro.

