



**GRACIAS A TODOS LOS QUE ME HAN ACOMPAÑADO EN ESTE LARGO CAMINO. A MIS PROFESORES Y  
AMIGOS, QUE APORTARON SU CUOTA A LO QUE SOY AHORA...**

**A MAGDALENA, POR APOYARME, TANTO EN LAS BUENAS, COMO CUANDO EL MUNDO SE VEÍA CUESTA  
ARRIBA...**

**Y EN ESPECIAL A MI FAMILIA POR NO PERMITIRME DEJAR DE SOÑAR...**

---

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	6
<b>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	8
INICIO Y MOTIVACIÓN.....	9
<b>INDUSTRIA FORESTAL CHILENA.</b> .....	13
DATOS RELEVANTES DE .....	19
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA .....	19
INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE MADERA EN CHILE.....	22
<b>HISTORIA DE LA LAMINACIÓN.</b> .....	26
PROCESO DE LAMINACIÓN. ....	27
<b>EUCALYPTUS / PARTES Y DATOS.</b> .....	30
<b>BASES METODOLÓGICAS DE PRUEBAS.</b> .....	32
COLOR Y TEXTURA PRESENTE EN LA CORTEZA.....	35
<b>CONSTRUCCIÓN DE PROBETAS / HIDRATACIÓN Y CURVATURA.</b> .....	37
CONCLUSIONES PRUEBA DE CURVATURA. ....	41
<b>ENSAYO DE TRACCIÓN.</b> .....	42
PRIMERA PRUEBA DE TRACCIÓN. ....	42
CONSIDERACIONES INICIALES. ....	43
METODOLOGÍA UTILIZADA. ....	44
RESULTADO PRUEBA 1. ....	46

<b>SEGUNDO ENSAYO DE TRACCIÓN</b> .....	48
RESULTADOS PRUEBA 2. ....	50
RESULTADOS PRUEBA 3. ....	53
<b>ENSAYO DE FLEXIÓN</b> . ....	56
TENSIÓN EN EL LIMITE DE PROPORCIONALIDAD. ....	58
MÓDULO DE ROTURA. ....	59
DEBILITAMIENTO DEL MATERIAL.....	60
<b>ANÁLISIS BACTERIOLOÓGICO</b> . ....	62
METODOLOGÍA UTILIZADA. ....	62
CONCLUSIONES ANÁLISIS BACTERIOLOÓGICO.....	65
<b>PERCEPCIÓN DEL MATERIAL</b> .....	66
CONSTRUCCIÓN DE PROBETAS. ....	67
PERCEPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL. ....	67
ATRIBUTOS PERCEPTUALES A CONSIDERAR. ....	68
SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	69
RESULTADOS PRUEBA DE PERCEPCIÓN.....	70
CONCLUSIONES PRUEBA DE PERCEPCIÓN.....	75
<b>METODOLOGÍA DESARROLLO DE PRODUCTOS</b> .....	76
MODELO DE NEGOCIOS APLICADO A PRODUCTOS. ....	77
VP CANVAS.....	79
MOODBOARD DE USUARIO.....	83

<b>APLICACIÓN A LINEA DE PRODUCTOS.....</b>	<b>84</b>
PRIMERA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / UÑETAS PARA GUITARRA.....	84
PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.....	90
PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 2.....	92
CONCLUSIÓN PRIMER PRODUCTO.....	96
SEGUNDA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / LUMINARIA.....	97
PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.....	102
CONCLUSIÓN SEGUNDO PRODUCTO.....	108
TERCERA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / MARCO DE LENTES.....	109
PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.....	114
CONCLUSIÓN TERCER PRODUCTO.....	126
PROPUESTA DE VALOR DEL MATERIAL.....	127
<b>CONCLUSIÓN APLICACIÓN DEL MATERIAL A LINEA DE PRODUCTOS. ....</b>	<b>128</b>
<b>FICHA TÉCNICA DEL MATERIAL.....</b>	<b>130</b>
<b>CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>133</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>140</b>

## INTRODUCCIÓN.

Según la OCDE para el año 2050 habrá más de 2.000 millones de personas más en el planeta, y se producirán significativos cambios en la estructura social y demográfica del mundo. Con el aumento de la población y el crecimiento económico se suscitarán una serie de alteraciones en respuesta a este aumento demográfico. Como consecuencia, el impacto ambiental que el hombre causará para mantener y mejorar el estado de vida será preocupante.

Se prevee que habrá un cambio climático perjudicial importante, los recursos hídricos utilizables escasearán, la contaminación del aire será la principal causa de muerte y existirá una gran pérdida de la biodiversidad disponible (OCDE. 2012). La siguiente investigación de mi trabajo de título se desprende de los últimos 2 ejes y propone un aporte significativo al cuidado del medioambiente, específicamente en el ámbito forestal.

Se presenta un proceso productivo como una alternativa que rompe el paradigma de fabricación tradicional, donde,

para elaborar un producto de madera un árbol debe ser talado. Para esto se investigó un método de producción que aprovecha los desechos expulsados de manera natural por los árboles en su ciclo de vida, específicamente, la corteza de la especie *Eucalyptus Globulus*.

La investigación tiene como finalidad caracterizar un material desarrollado mediante un proceso de laminación de corteza de *Eucalyptus Globulus*. Para ello se dividieron los esfuerzos en 3 ejes importantes, la caracterización mecánica del material, sus atributos perceptuales y, para ahondar en los aspectos que también debe manejar un diseñador industrial, una primera aplicación a una línea de productos. Con esto se buscó recabar la información necesaria para realizar un futuro proceso de diseño con bases sólidas y datos medidos.

En la primera etapa se realizó un ensayo de tracción del material, para lo cual se fabricaron una serie de probetas de material laminado a partir de procesos de hidratación y prensado específicos unidos con adhesivo PVA, las cuales, gracias a la ayuda del laboratorio de investigación de materiales de la Universidad Tecnológica

Metropolitana (PROTEN), fueron sometidas a pruebas que determinaron su esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad. Los resultados arrojaron, mediante la utilización del software CES Edupack, que el material se posiciona en la vecindad de algunas especies de pino y eucalipto de formato sólido. Cabe mencionar que estos resultados se obtienen aun cuando el este material laminado posee una densidad menos a sus vecinos, por lo que se proyecta como un material de características livianas para diseñar.

La prueba de flexión se realizó en las mismas dependencias, para la cual se sometieron a una prueba de flexión 5 probetas del material laminado cuya dimensión fue extraída de una probeta normada suministrada por el PROTEN. Los resultados para dicha probeta determinaron que el promedio de carga máxima que resistieron fue 13 kg, estando este por debajo de su homólogo de Pino Radiata. Además de..... Se propone realizar futuras pruebas con otros adhesivos de mayor resistencia.

Para determinar la recepción de la gente al material en bruto se realizó una investigación de atributos perceptuales del material. Para ello

se realizaron pruebas de diferencial semántico de varios pares opuestos interesantes de saber a la hora de diseñar, las cuales fueron aplicadas a distintos grupos de análisis, tanto de individuos relacionados al mundo del diseño con a sujetos de prueba aleatorios, con y sin el relato de fabricación del material.

A grandes rasgos el material se percibe como liviano y natural. Las variables de conocimiento del relato y la relación con el mundo de los materiales afectaron directamente los atributos referentes a su serialización y resistencia.

Se propusieron 3 objetos para observar el comportamiento del material aplicado a un producto, en los cuales cada uno tiene su objetivo a testear y aprovecha una característica del material distinta. Los productos escogidos, nacidos de una fusión entre los atributos físicos del material y una investigación de mercado, fueron unas uñetas para guitarra, una luminaria de mesa y marcos para lentes de sol.

El objetivo era testear distintos procesos de fabricación con el material, el mecanizado y corte laser, tanto como la elaboración de curvas

controladas mediante molde y contra molde. Los resultados arrojaron que es factible fabricar en serie los 3 productos y determinaron variables importantes a considerar a la hora de diseñar un producto de Diseño.

Para ahondar en un aspecto poco común y proveniente de la tradición oral del uso del Eucalyptus como remedio para infecciones respiratorias, se probaron las propiedades anti microbianas en una prueba donde se sometió al material a un cultivo de la bacteria Escherichia coli. Para esto se recurrió a la ayuda de Javiera Quintana, biotecnóloga con mención en medicina, y a LabSpace Santiago, quienes proporcionaron todos los elementos necesarios para el estudio.

Los resultados determinaron que el material no posee directamente propiedades anti microbianas contra el Escherichia Coli en su corteza, por lo que se descartó en esta etapa proyectar diseños que requieran protección contra bacterias.

Como visión general la investigación de título responde a un trabajo exhaustivo que pone en la palestra un grado de interdisciplinaridad que, a juicio de quien la escribe, debe

tener un Diseñador profesional en un mundo que actualmente está hiper conectado y nos exige el hablar de par en par con los distintos actores del ecosistema a la hora de querer innovar en materia de diseño.

El trabajo en si, propone una visión integral de una propuesta que busca ayudar al medioambiente, mediante un proceso escalar y replicable a otras especies, y que a futuro pretende materializarse en proyectos concretos que le devolverán un poco la mano al planeta en que vivimos.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Definir las características y procesos asociados a un material desarrollado a partir de la laminación de corteza de Eucalyptus Globulus, aplicándolo al diseño de una línea de productos que aproveche de manera óptima los potenciales de dicho material, definidos en la primera etapa de investigación.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS (INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL).**

- 1° Determinar los valores de los ensayos de Tracción, Compresión y flexión del material diseñado a partir de la laminación de corteza de Eucalyptus Globulus.
- 2° Determinar las características Antibacterianas del material.
- 3° Desarrollar una guía metodológica de trabajo del material con elementos de exposición a humedad y tiempo de prensado para curvaturas específicas y cortes necesarios.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS (LINEA DE PRODUCTOS).**

- 1° Proyectar una línea de productos en función de los atributos claves a testear en la aplicación de la investigación.
- 2° Desarrollar un análisis comparativo de los posibles usos del material en base a su factibilidad de fabricación, aspectos mecánicos y percepción del usuario.
- 3° Realizar un análisis de los aspectos de recepción del concepto productivo y modelo de negocios.

## INICIO Y MOTIVACIÓN.

La motivación parte a raíz de la observación de un problema detectado en la industria forestal de India, proveniente de un requerimiento de un trabajo de pregrado del año 2015. Si bien, tanto la industria como el país fue obtenido al azar, al investigar una problemática real salió a relucir.

Como detalla Eduardo Morales en su escrito “India: Una economía dual, un sector forestal en evolución”, India es un país que posee en casi un quinto de su territorio bosques y plantaciones forestales, las cuales son deforestadas a una preocupante tasa de 1.3 millones de hectáreas al año.

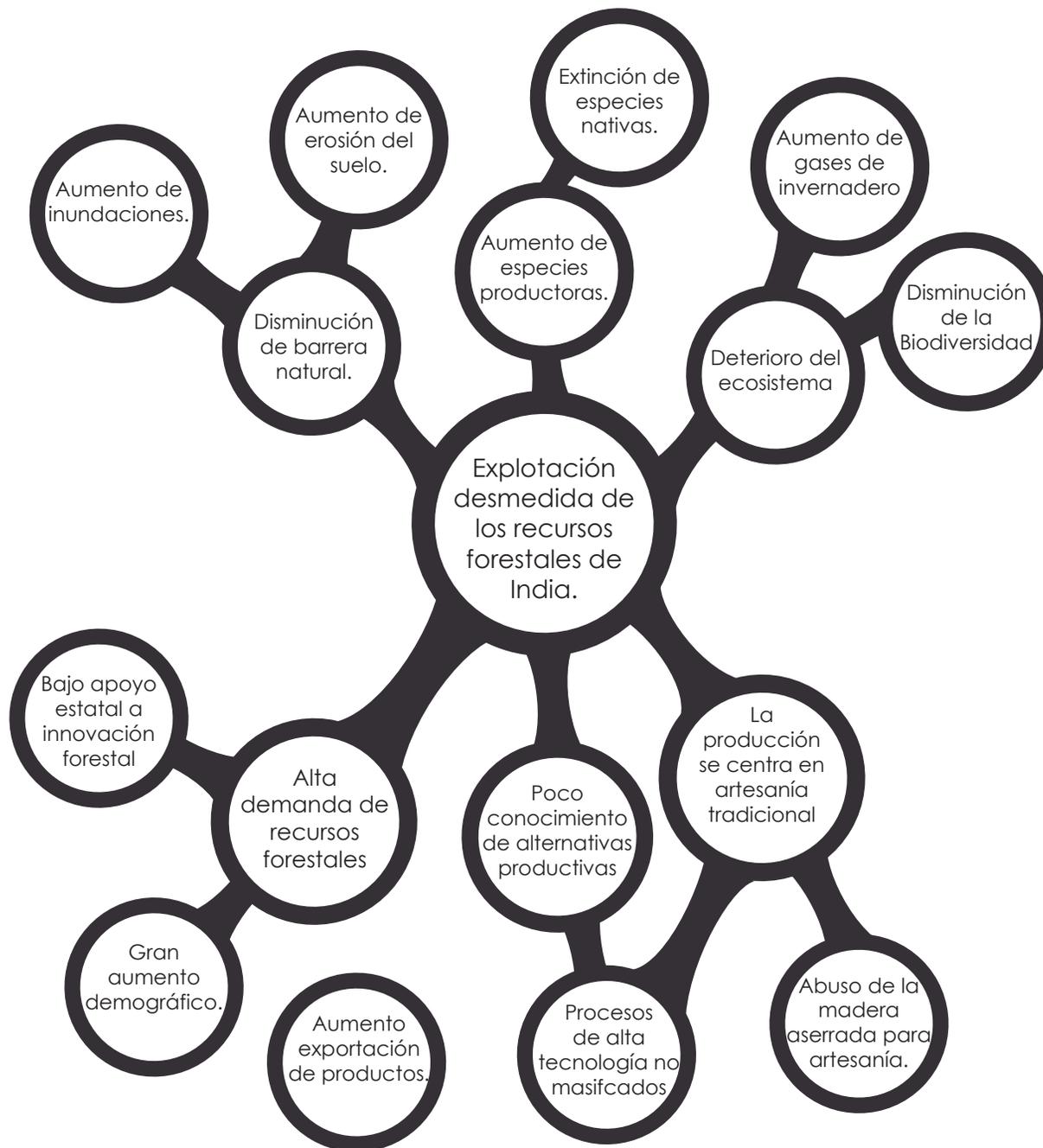
El principal problema radica en la explotación desmedida del recurso forestal, ya que la demanda de árboles supera con creces la oferta existente. Las consecuencias de este problema afectan directamente al desarrollo de catástrofes naturales, así como también aceleran procesos de deterioro ambiental.

El aumento de inundaciones y la aceleración de la erosión del suelo

debido a la destrucción de los bosques como barrera natural son una de las consecuencias más directamente visibles. Mencionando además el peligro que esto presenta para la conservación de especies y la biodiversidad.

Para la ideación de este proyecto se consideró en primera instancia el factor ambiental como principal afectado, y como causas detonantes la poca preocupación de los actores involucrados en las políticas gubernamentales y de mercado del país.

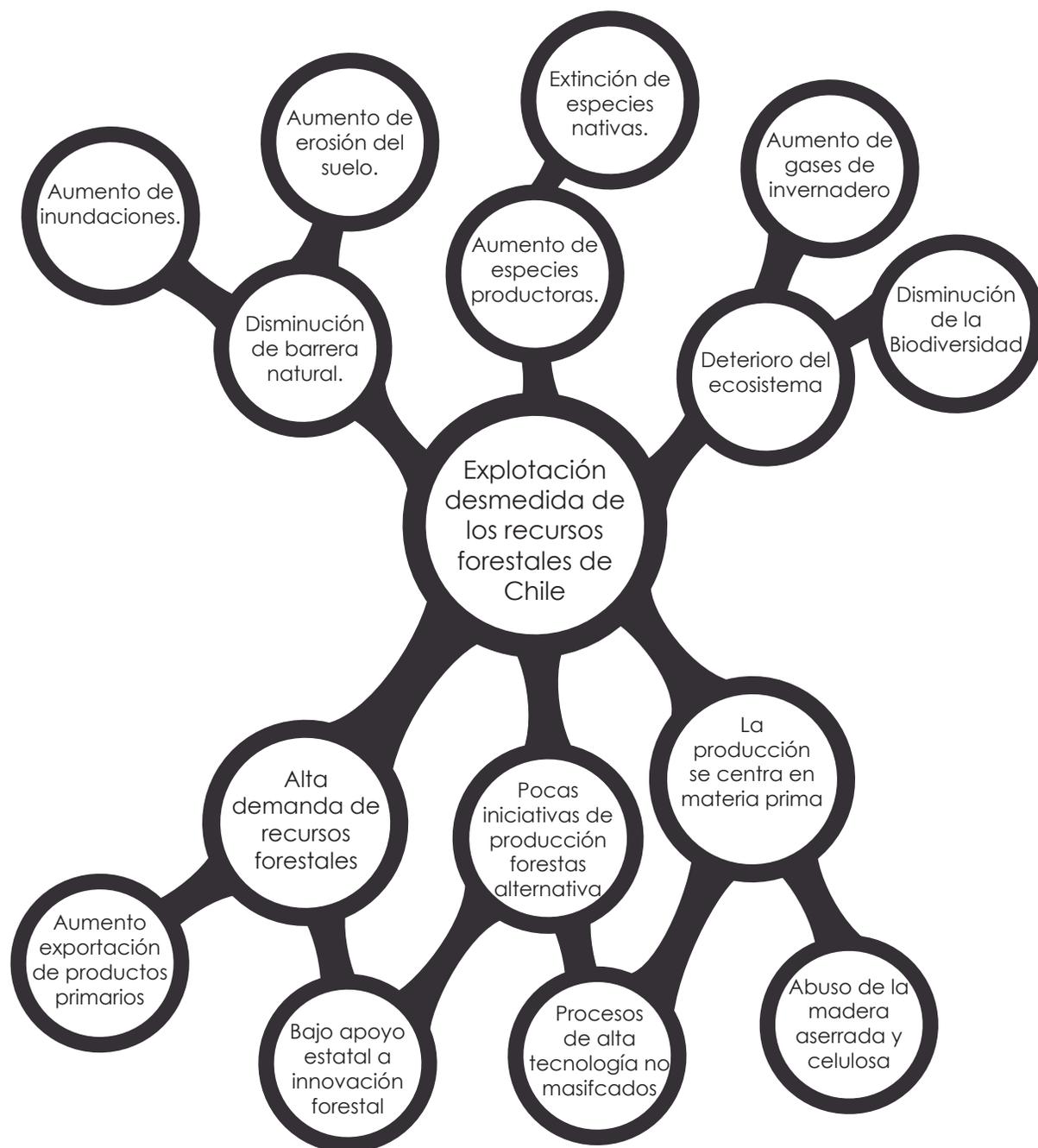
Se realizó un árbol de problemas para desglosar el problema y sus elementos.



Analizando la problemática es imposible no encontrar similitudes con el caso de Chile, una vez aplicada la misma metodología se generó un árbol de problemas muy similar con ciertas diferencias en cuanto a las causas provenientes del mercado.

Así notamos como la disminución del recurso forestal genera, cuidando las proporciones, las mismas complicaciones ambientales en ambos países.

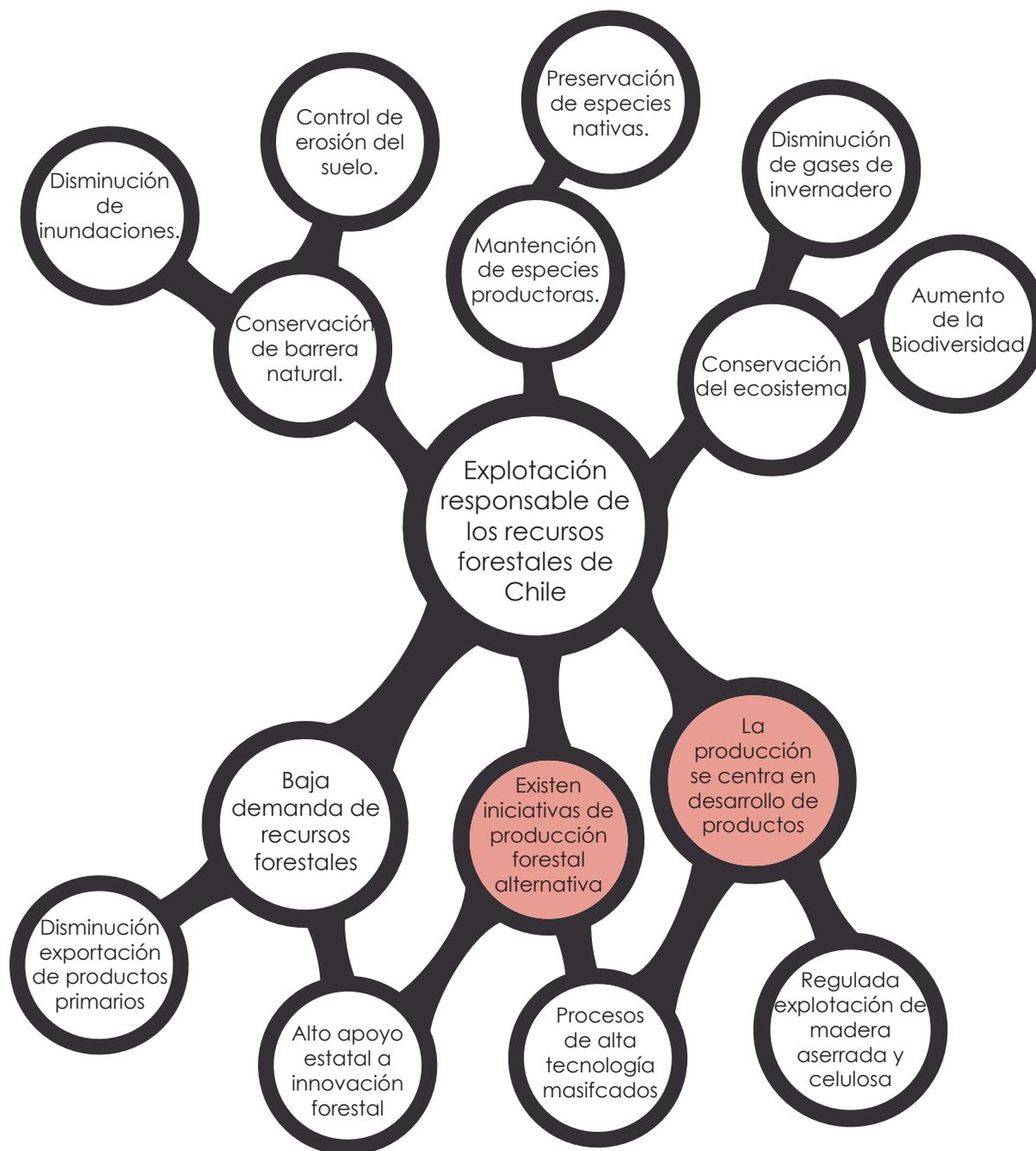
A grandes rasgos se puede determinar que una propuesta solución sería aplicable a distintas locaciones cuyas normativas no fomenten el uso responsable del recurso forestal.



Al transformar el árbol de problemas en árbol de objetivos, podemos visualizar el escenario ideal de solución de nuestra problemática.

Seleccionando 2 aristas importantes en el proceso de objetivos, podemos determinar la línea de acción. Desarrollar un material relacionado a la industria forestal que proponga un proceso de producción alternativo y que posibilite su uso para el desarrollo de productos de Diseño.

En función de los recursos iniciales de este proyecto y con el fin de probar la factibilidad y el concepto rector de la solución se decide trabajar con la especie Eucalyptus Globulus, debido a que se observó que esta especie expulsa de manera constante su corteza dentro de su proceso natural de crecimiento.



## INDUSTRIA FORESTAL CHILENA.

De acuerdo al último Anuario del instituto forestal (INFOR, 2015) Chile posee al momento de las últimas mediciones una superficie de 2.447.592 ha de bosques plantados. Considerando que la superficie total de Chile continental es de 75.766.000 ha la cifra de bosques plantados abarca el 3.2 % del territorio chileno.

El tramo que registra una mayor cantidad de bosques es el que comprende desde las regiones del Maule a la Araucanía, despreciando las regiones al norte de Coquimbo debido a s baja producción forestal. La región Metropolitana comprende la menor cantidad de superficie dedicada al rubro forestal de las zonas comprendidas entre Coquimbo y Aysén.

**Cuadro 2.4 SUPERFICIE DE BOSQUES PLANTADOS SEGÚN REGIÓN, ACUMULADO A DICIEMBRE DE CADA AÑO (ha)**  
**INVENTORY OF PLANTED FOREST BY REGION, ACCUMULATED TILL DECEMBER OF EACH YEAR (ha)**

Región/ Region	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Región de Coquimbo (1)	66.780	83.221	82.745	83.121	83.647	83.817	83.868	84.049	84.152
Región de Valparaíso	47.034	50.292	51.751	51.575	50.473	47.028	47.659	47.798	47.642
Región Metropolitana (2)	-	-	-	-	-	6.051	6.106	6.315	6.362
Región de O'Higgins	92.303	99.612	102.457	101.591	103.165	107.136	112.764	114.584	126.999
Región del Maule	397.711	422.143	432.647	439.084	451.333	452.144	452.752	455.828	460.271
Región del Biobío	822.286	846.744	858.592	861.248	878.970	884.207	907.356	919.793	923.506
Región de la Araucanía	401.269	425.916	442.106	434.185	462.987	467.948	480.439	484.126	494.390
Región de Los Ríos	167.354	173.252	180.700	182.076	183.467	187.022	190.111	184.854	185.915
Región de Los Lagos	50.074	51.022	61.646	60.531	62.563	62.676	70.029	74.242	75.840
Región de Aysén	37.691	40.142	43.137	42.827	43.742	43.821	43.782	42.800	42.515
<b>Total/ Total</b>	<b>2.082.502</b>	<b>2.192.344</b>	<b>2.255.781</b>	<b>2.256.238</b>	<b>2.320.347</b>	<b>2.341.850</b>	<b>2.394.866</b>	<b>2.414.389</b>	<b>2.447.592</b>

Fuente/Source : INFOR.

**Nota/Note**

Cifras 2014 no disponibles a la fecha de publicación de este Anuario/ 2014 figures were not available at the time of this Yearbook.

(1) Información parcial en 2005/Partial information in 2005.

(2) Se integra al Programa de Actualización a partir del año 2010/ Merges with the Updating Programme in 2010.

Cuadro extraído de Instituto Forestal (2015).

Respecto a la industria forestal chilena destacan 2 especies introducidas que monopolizan las exportaciones de árboles productivos en Chile, el Pino es su variedad Radiata y el Eucalyptus en sus subespecies Globulus y Nitens.

Las exportaciones del primer trimestre del 2016 de productos madereros alcanzaron un monto de US\$ 1.296 millones siendo liderado por la exportación de pulpa (1.131.820 toneladas) seguido por la exportación de maderas aserradas (620.994 toneladas). (INFOR, 2016).

La principal especie utilizada para la exportación de madera aserrada es el Pino Radiata, superando con creces a las demás alternativas, mientras que en la exportación de pulpa las especies Pino Radiata y Eucalyptus Globulus registran valores similares.

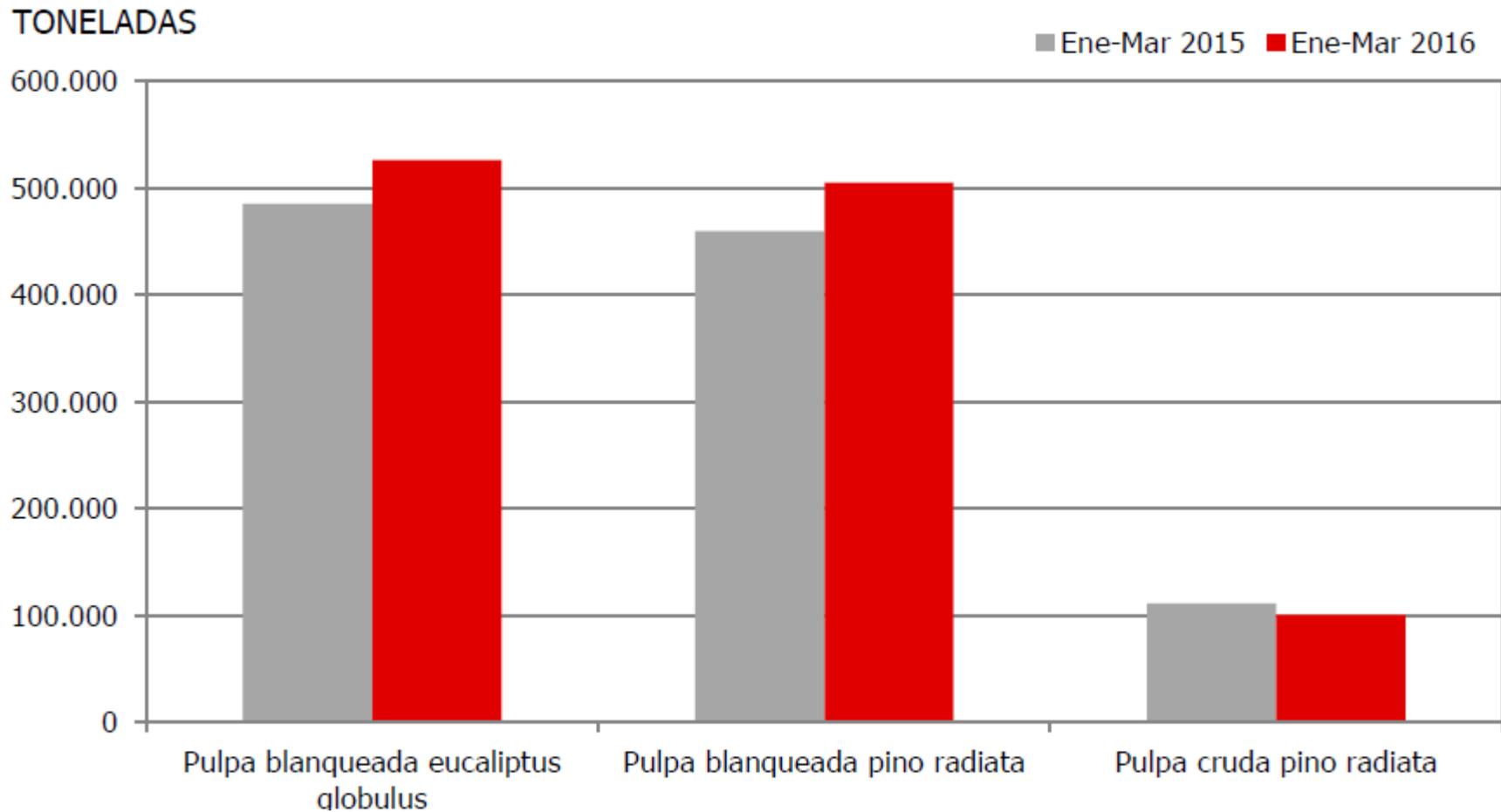
**Cuadro 2.9 SUPERFICIE ANUAL (1) DE BOSQUES PLANTADOS POR ESPECIE (ha)**  
**ANNUAL AREA (1) OF PLANTED FOREST BY SPECIE (ha)**

Año/ Year	Total/ Total	Pino radiata/ Radiata Pine	Eucalipto/ <i>Eucalyptus</i>			Total/ Total	Otras especies/ Other species
			<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otros eucaliptos/ Other eucalyptus		
1984	95.602	76.982	...	...	...	5.299	13.321
1985	96.278	80.630	...	...	...	5.345	10.303
1986	66.195	55.058	...	...	...	5.996	5.141
1987	65.441	55.386	...	...	...	4.412	5.643
1988	72.944	61.841	...	...	...	8.762	2.341
1989	86.705	65.587	...	...	...	17.595	3.523
1990	94.130	61.310	...	...	...	29.085	3.735
1991	117.442	75.416	...	...	...	34.418	7.608
1992	130.429	81.868	...	...	...	40.605	7.956
1993	124.704	71.411	...	...	...	45.994	7.300
1994	109.885	63.061	...	...	...	37.791	9.033
1995	99.857	62.723	...	...	...	29.555	7.579
1996	78.593	53.444	...	...	...	18.138	7.011
1997	79.484	55.869	...	...	...	17.042	6.573
1998	86.579	58.752	10.853	-	11.945	22.798	5.029
1999	108.269	69.925	18.816	-	14.732	33.548	4.796
2000	102.350	59.411	23.111	5.598	8.071	36.780	6.159
2001	94.855	48.432	18.797	951	18.797	38.545	7.878
2002	88.089	39.073	20.465	5.843	10.166	36.474	12.542
2003	119.496	58.214	41.784	6.519	1.349	49.652	11.631
2004	130.640	61.560	40.892	8.642	2.497	52.031	17.049
2005	133.783	60.318	44.429	10.983	810	56.222	17.243
2006	122.005	51.930	45.120	13.404	486	59.010	11.065
2007	115.513	64.316	32.938	10.225	469	43.632	7.565
2008	106.115	63.192	19.936	14.417	1	34.505	8.569
2009	89.468	49.304	21.718	13.754	2.646	38.118	2.046
2010	91.960	52.391	23.190	13.953	136	37.281	2.288
2011	99.919	51.536	23.741	17.854	120	41.764	6.669
2012	103.567	52.864	30.850	17.140	319	48.353	2.395
2013	95.340	51.391	28.864	14.035	109	43.008	941
2014	98.967	48.143	35.741	13.932	400	50.073	749

Fuente/Source : CONAF.

Cuadro extraído de Instituto Forestal (2015).

## Exportaciones de Pulpa Química



Cuadro extraído de Instituto Forestal (2016).

La industria de la pulpa ha registrado un incremento leve en comparación al año anterior (INFOR, 2016). El principal fin de este producto es como materia prima para la fabricación de papel y celulosa.

## EXPORTACIONES FORESTALES SEGÚN GRUPOS Y PRODUCTOS

MONTO (US\$ Miles)			GRUPO / PRODUCTO	VOLUMEN			
ENERO - MARZO		Var		ENERO - MARZO		Var	
2015	2016	(%)		2015	2016	(%)	
1.357.633	1.296.004	-4,5	TOTAL				
625.937	621.059	-0,8	PULPA	( t )	1.055.091	1.131.820	7,3
292.950	282.596	-3,5	Blanqueada pino radiata		459.613	505.199	9,9
265.125	280.220	5,7	Blanqueada eucalipto		484.818	526.298	8,6
67.862	58.243	-14,2	Cruda pino radiata		110.660	100.323	-9,3
153.877	126.422	-17,8	MADERA ASERRADA	( m3 )	639.864	620.994	-2,9
152.736	125.975	-17,5	Pino radiata		637.602	619.846	-2,8
1.141	447	-60,8	Otras especies		2.262	1.148	-49,3
146.656	123.737	-15,6	TABLEROS Y CHAPAS	( t )	203.870	203.716	-0,1
31.067	29.105	-6,3	Tableros de fibra (MDF,Hardboard)		59.650	59.516	-0,2
13.080	16.703	27,7	Tableros de partículas (PB, MDP)		22.443	29.820	32,9
97.423	72.980	-25,1	Tableros contrachapados		112.139	104.400	-6,9
4.463	4.557	2,1	Chapas		8.450	9.172	8,6
624	392	-37,2	Tableros OSB		1.188	807	-32,1
121.010	115.677	-4,4	PAPELES, CARTONES Y SUS DERIVADOS	( t )	124.551	127.632	2,5
7.064	7.158	1,3	Papel periódico		10.804	12.572	16,4
71.778	64.895	-9,6	Cartulinas multicapa		71.039	67.616	-4,8
42.168	43.624	3,5	Otros papeles, cartones y derivados		42.708	47.444	11,1

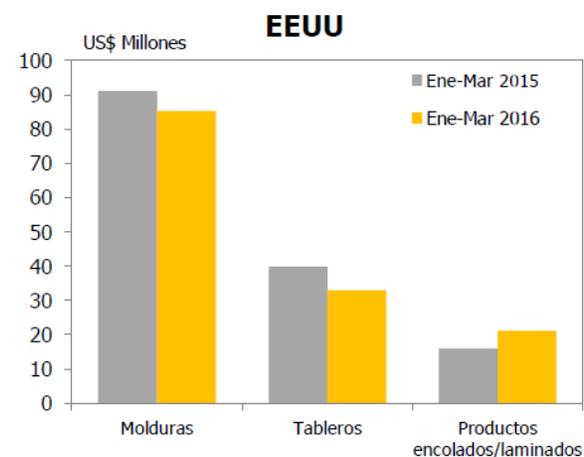
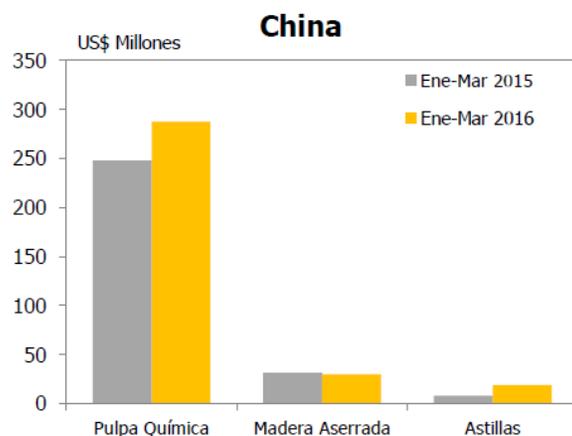
111.791	98.445 -11,9	MOLDURAS	( t )	71.317	70.782	-0,8
70.030	58.947 -15,8	Molduras sólidas		36.273	33.534	-7,6
41.760	39.498 -5,4	Molduras de fibra		35.044	37.248	6,3
68.789	87.266 26,9	ASTILLAS	( t )	900.371	1.203.697	33,7
68.789	87.266 26,9	Eucalipto		900.371	1.203.697	33,7
48.248	41.335 -14,3	MADERA ELABORADA CEPILLADA Y CLEAR	( m3 )	125.727	121.599	-3,3
47.966	41.122 -14,3	Pino radiata		125.158	121.118	-3,2
281	213 -24,2	Otras especies		569	481	-15,5
24.413	22.177 -9,2	PUERTAS, VENTANAS Y SUS MARCOS	( t )	14.523	13.944	-4,0
11.753	10.225 -13,0	Puertas		4.483	3.955	-11,8
5.854	5.910 1,0	Marcos para puertas		3.052	3.381	10,8
6.806	6.041 -11,2	Otros		6.988	6.609	-5,4
2.288	1.154 -49,6	MUEBLES DE MADERA Y SUS PARTES Y PIEZAS	( t )	601	351	-41,7
401	392 -2,3	Partes y piezas de muebles		120	109	-9,8
727	190 -73,9	Cómodas y veladores		181	46	-74,6
1.160	572 -50,7	Otros		300	196	-34,7
644	425 -34,0	TROZAS	( m3 )	6.595	4.025	-39,0
644	425 -34,0	Trozos para aserrar y chapas		6.595	4.025	-39,0
53.981	58.307 8,0	OTROS GRUPOS	( t )	34.504	31.795	-7,9
14.371	14.277 -0,7	PRODUCTOS NO MADEREROS		3.337	3.146	-5,7
20.325	24.929 22,7	PRODUCTOS PARA CONSTRUCCION (1)		13.400	17.386	29,7
2.384	2.633 10,5	CAJAS Y OTROS ENVASES Y PLATAFORMAS		2.617	3.062	17,0
16.901	16.468 -2,6	OTROS		15.151	8.200	-45,9

Cuadro extraído de Instituto Forestal (2016).

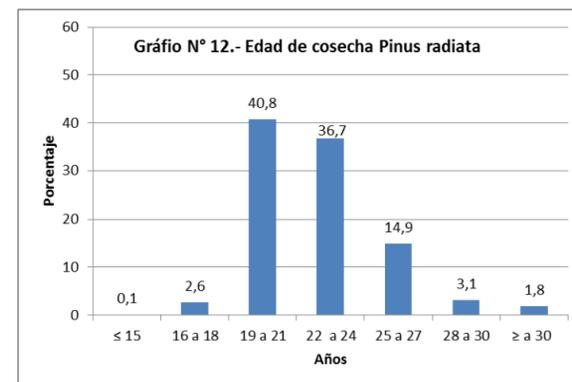
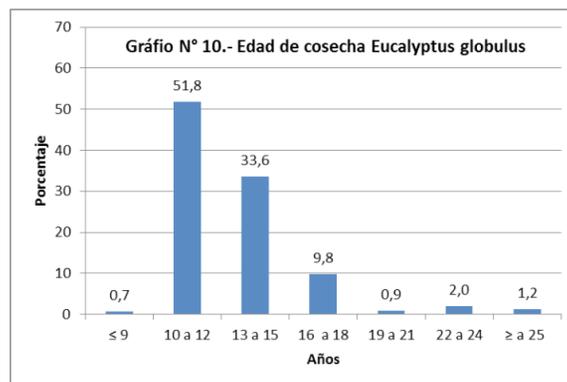
Entre los principales destinos de los productos en primer lugar encontramos a China (US\$ 344.2 Millones), seguido de Estados Unidos (US\$ 204.3 Millones). Cabe mencionar las diferencias entre los productos solicitados por ambos países, haciendo relación al enfoque productivo de ambos países.

En cuanto a la edad de cosecha de las dos especies más comercializadas podemos observar que las plantaciones de Eucalyptus Globulus son extraídas considerablemente más temprano que las de Pino Radiata. El 92% de las plantaciones de E. Globulus son taladas antes de los 18 años de antigüedad mientras que alrededor del 97% es extraído sobre dicha edad. (CONAF, 2016).

Esto posiciona al E. Globulus como una especie de muy rápido retorno inclusive dentro del conjunto de plantaciones de alta productividad.



Cuadro extraído de Instituto Forestal (2016).



Cuadro extraído de Instituto Forestal (2016).

## DATOS RELEVANTES DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

Siendo Chile un país centrado en la explotación de materias primas la industrialización no es un proceso que se suele apreciar en el mercado del país.

Debido a la alta explotación de especies introducidas las principales exportaciones son productos forestales para su postproducción, como ya se señalaba la celulosa o madera aserrada.

Si bien tanto como la producción, venta y exportación de productos de madera en Chile se mantiene constante y responde a una lógica de mercado con sus incrementos en épocas festivas, podemos observar un excesivo aumento durante los primeros meses del año 2010, esto a causa de terremoto que afectó nuestro país el 27 de febrero.

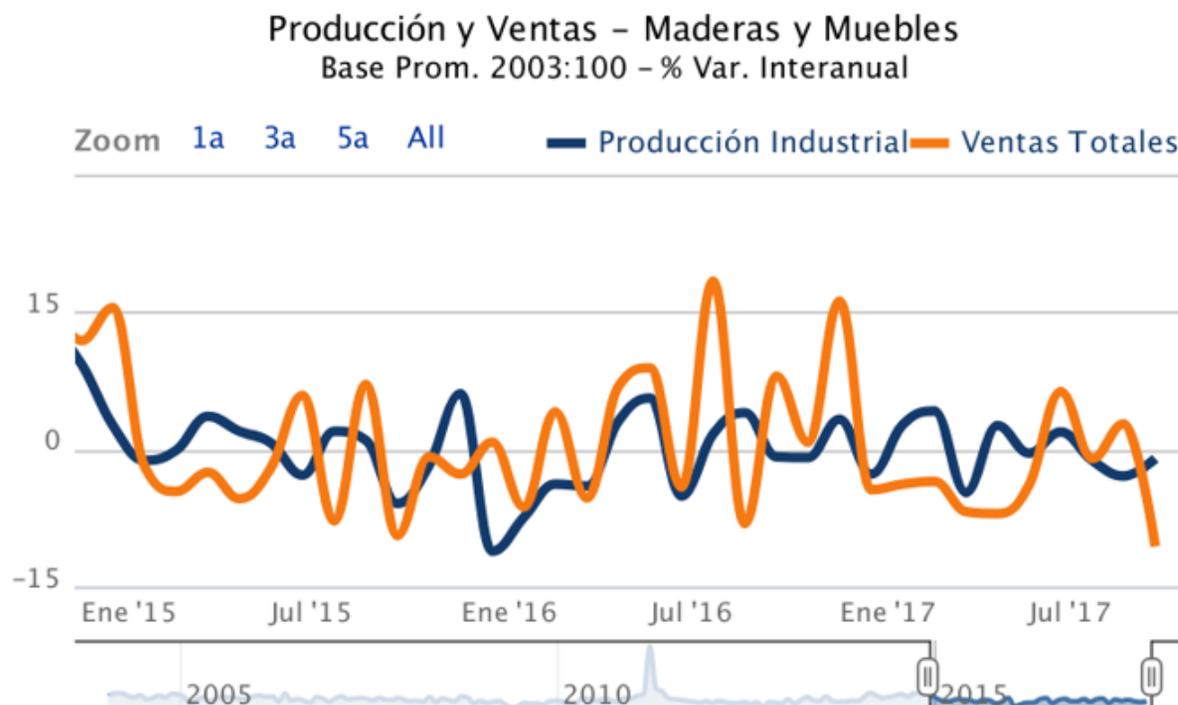


Gráfico extraído de SOFOFA. (2015).

## Ventas Internas – Maderas y Muebles

Base Prom. 2003:100 – % Var. Interanual

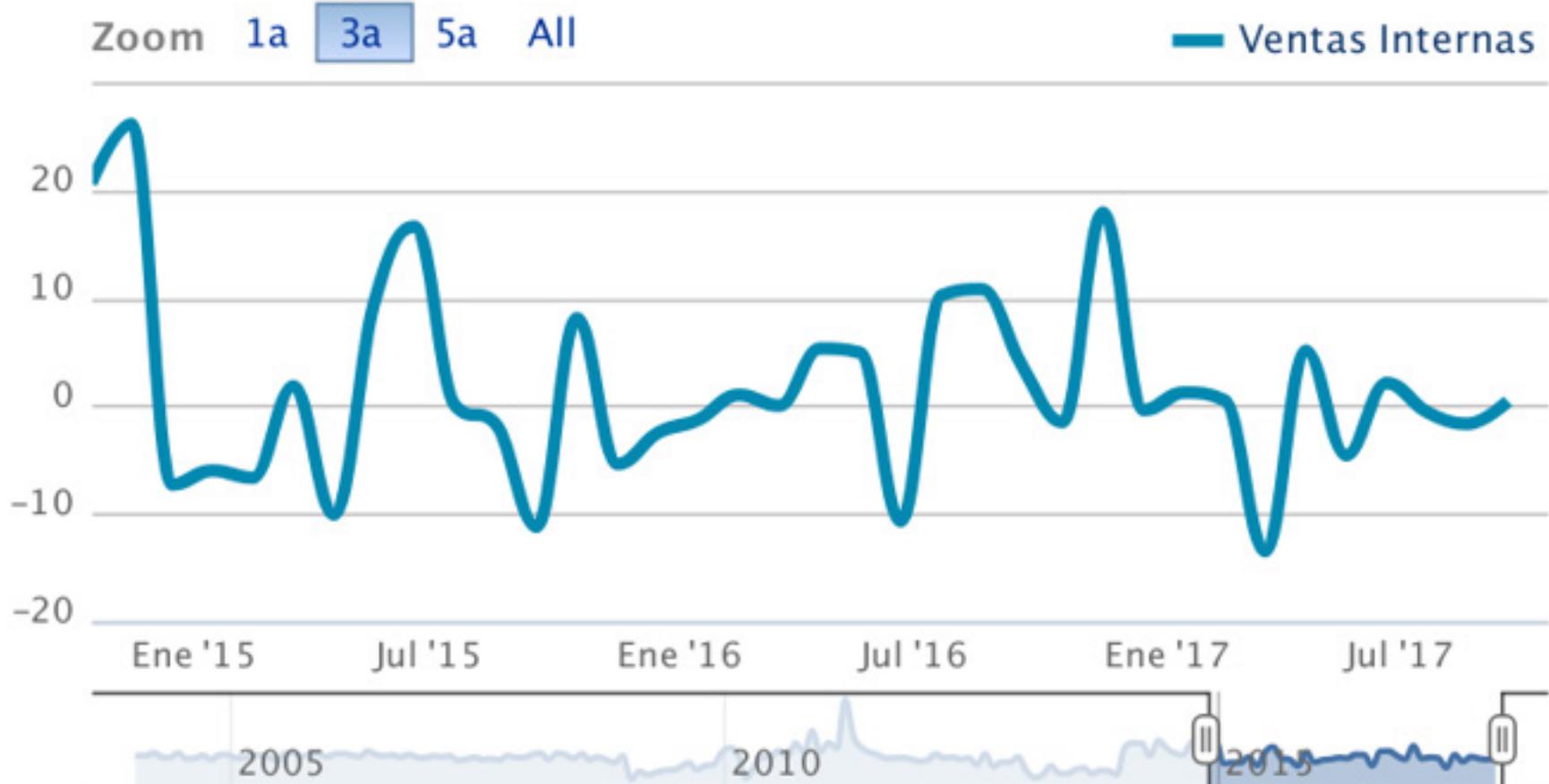


Gráfico extraído de SOFOFA. (2015).

## Exportaciones – Maderas y Muebles

Base 2013:100 – % Var. Trimestral

Zoom

1a

3a

5a

All

Cantidad Precio



Gráfico extraído de SOFOFA. (2015).

En nuestra industria, sin embargo, existen varias iniciativas que buscan posicionar la madera como un producto de debe ser tratado con un sello chileno, en palabras de Fernando Raga, director de la Corporación chilena de la madera (CORMA)

**“Chile debe ser un referente de construcción sustentable en madera”**

Señala que hay que llenar el abismo que existe entre la producción de madera bruta y el producto listo para utilizarse.

Además, hace hincapié en que el suministro de madera ya no crecerá, lo que significa que tendremos que hacer más valor con lo mismo o el mismo valor con menos.

## **INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE MADERA EN CHILE.**

El mercado nacional está cada vez más abierto a recibir productos de madera en competencia a la producción en masa de productos plásticos. La madera vuelve a utilizarse como material base y socialmente ha adquirido un valor agregado extra que originalmente no poseía.

Factores tales como el ser únicos, escasos, productos que no contaminan y en varias ocasiones objetos hechos a mano por artesanos, no han hecho más que agregar un valor importante a su percepción.

Corma señala una serie de emprendimientos destacados en la industria maderera teniendo como foco aquellas que sobresalen por su uso de la tecnología, propuesta e innovación. Se recopilan a continuación unos de los más interesantes.

## DRVO CLOTHING

DRVO, es la iniciativa de la diseñadora de vestuario Karin Bachman, quien comenzó a innovar agregando madera a sus diseños mediante la intervención con MDF reciclado, el cual es cosido en forma de patrón en las prendas que ofrece.

Podemos observar como la madera en si es lo que aumenta el valor agregado de la prenda ya que aprovecha armónicamente las propiedades de su material en patrones triangulares.



## ESCALA DISEÑO.

Escala diseño es una tienda taller, que ofrece productos de maderas nativas, los cuales buscan aprovechar al máximo la expresividad del material para así lograr muy buenos acabados. Además de ofrecer productos de venta directa, ofrecen servicios de diseño, interiorismo y proyectos a pedido.

Su valor radica en llevar a objetos de lujo la madera y ofrecerlos como una opción que reconoce su origen natural y nativo de nuestro país.



## TUCA DESIGN.

Empresa formada por la diseñadora y docente Ángeles Tuca, es una iniciativa que pone a la madera como un objeto de diseño que aprovecha al máximo tanto las propiedades del material como los formatos en los que se puede trabajar. Explora mucho el proceso de laminación curvo de chapas de madera y da valor a sus productos ofreciendo objetos únicos, difíciles de replicar y pensados funcionalmente de manera interesante.



## HISTORIA DE LA LAMINACIÓN.

La historia de la madera encolada se remonta a los tiempos previos a la revolución industrial, donde era común encontrar construcciones casi en su totalidad de madera y piedra. Esto para una baja escala no suponía un problema, pero con la cada vez mayor demanda de la industria naval de los mejores especímenes en cuanto a tamaño y resistencia proveniente de los bosques (Somoza, 1986), los recursos naturales fueron escaseando y elevando su valor.

El principal problema radicaba en la eficiencia geométrica de los cortes continuos del sector maderero, eran necesarios enormes volúmenes de árboles antiguos para generar vigas estructurales, puentes e iglesias.

Fue necesario idear otra manera de generar grandes secciones de buena resistencia. Así nace el proceso de laminación de la madera, el que permitía generar grandes vigas a partir de secciones de madera más pequeñas unidas y encoladas entre sí.

Fue entonces cuando grandes mentes como la de Philibert Delorme

quien en 1548 aplica su conocimiento de los métodos productivos en piedra, específicamente el arco romano, directamente en la madera, desarrollando los arcos que todavía podemos observar en el castillo de la muette. Si bien no es un proceso de laminación de madera como lo conocemos hoy en día, fue la primera aproximación a que se podían conformar elementos madereros de mayor tamaño a partir de la unión de sus partes más pequeñas.

Distintos sistemas fueron apareciendo posteriormente a estas aplicaciones, en el siglo XIX, el sistema Emmy, que consistía en la distribución homogénea de secciones de madera unidas por bulones y bridas metálicas (figura 1) y sistemas mixtos que mezclan componentes estructurales y laminados, como lo es el picadero de Libourne (figura 2).

El gran salto hacia el nacimiento de la madera encolada actual fue realizado por el maestro carpintero suizo Otto Hetzer en 1906, quien sustituyó los bulones y las bridas por colas tipo caseína.

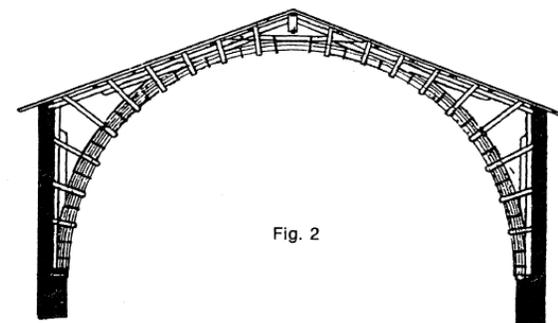
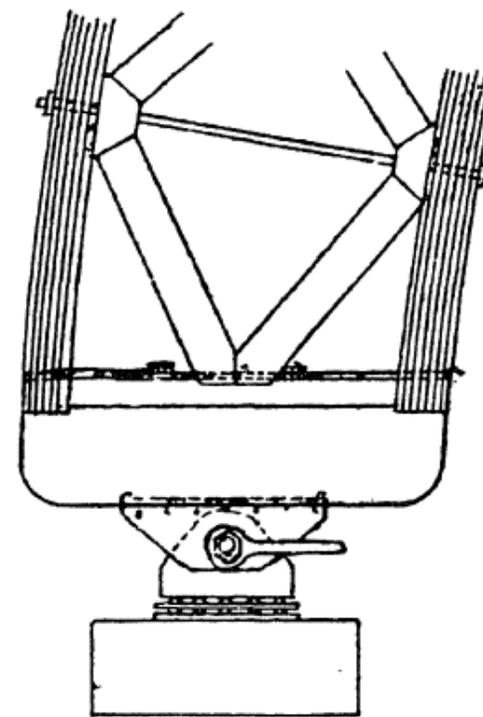


Fig. 2

Fig. 1 y Fig.2 Ejemplo de arco compuesto y sistema mixto de laminación. Somoza (1986)



## PROCESO DE LAMINACIÓN.

Un proceso de laminación tradicional tiene como objetivo la obtención de piezas de madera de mayor tamaño a partir la unión de piezas pequeñas, si bien en sus inicios estos procesos se realizaban mediante uniones mecánicas, con la llegada de los adhesivos industriales se abren la posibilidad de optimizar las zonas de pegado y aumentar el área de contacto de adhesión.

En Chile existen fabricas dedicadas a la fabricación de estructuras de madera laminada, para lo cual se utilizan máquinas de rectificación para normalizar la madera serrada que es adquirida previamente (Madera laminada, fabricación y montaje de sistemas estructurales. Gomez, J.)



Máquina rectificadora extraída del libro.

Una vez calibradas las piezas estas pasan a un horno donde se controlan las variables de temperatura y humedad, de las piezas de hasta 25 mm de espesor. Los tiempos varían según las dimensiones de sus partes.

Luego las piezas bases son nuevamente rectificadas y encoladas para su prensado. El adhesivo generalmente utilizado por la industria es el Melamina Urea Formaldehido (MUF) y la especie más utilizada es la del Pino Radiata.

Dentro de los primeros exponentes que lograron un alto impacto en la industria de muebles moderna se encuentra Michael Thonet, quien fundo su taller en 1819 y se dedicó a experimentar procesos de curvado y laminado de madera aplicado a sillas. Según el libro el diseño industrial de la a la z, Thonet causó un gran revuelo que lo llevó a patentar su procedimiento de laminado de chapas en 1847.

Una de las características que más destacó en la época es que fue pionero en la serialización de procesos industriales, y esto se debe a que la laminación controlada de madera permite realizar de manera muy precisa procesos que antes eran

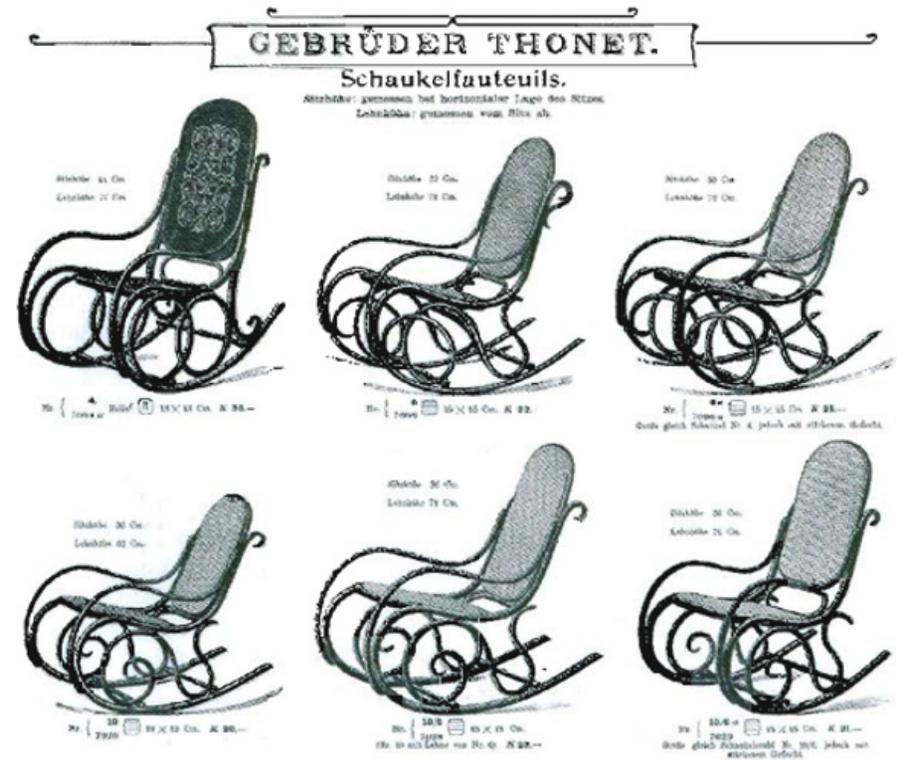
realizados a mano, de una pieza sólida, por parte de un artesano.

Posteriormente se centró al curvado de piezas solidas por vapor.

Esto se transformó en una ventaja competitiva, ya que pudo reducir al minimo sus costes de producción y llegar a vender 7.300.000 unidades de su modelo más popular (Silla Nº14).

Hoy la laminación nos permite crear elementos a partir de chapas tan finas como una hoja de papel hasta mega estructuras de miles de metros cuadrados.

Página del catálogo de Thonet, 1904.



Extraída de "el diseño industrial de la a a la z".



Extraída de “el diseño industrial de la a a la z”.  
Silla Nº 14.



Hotel papagayo, Costa Rica. (Madera laminada, fabricación y montaje de sistemas estructurales. Gomez, J.)

## EUCALYPTUS. PARTES Y DATOS.

Dentro de las aproximadamente 600 especies presentes en la vecindad del Eucalyptus se pueden observar un gran número de características morfológicas en común de fácil reconocimiento. Pero, aun siendo una especie antigua, algunas subespecies se pueden confundir debido a la hibridación fértil de sus descendientes, ya sea natural o artificial. (Boland, 1984).

Dejando de lado las características obviamente diferentes como el tamaño, ya que es posible encontrar especies adultas de tamaño de un arbusto y otras hasta los 80 m, las morfologías que determina la clasificación en especies similares son la corteza, las hojas y los frutos.

**Corteza:** La corteza es el primer elemento a observar al momento de determinar la especie de Eucalyptus a examinar. Debido a la naturaleza de crecimiento del árbol y las grietas que se producen en la base, se visibilizan la corteza sobre esta línea del fuste. (FAO, 1979).

La característica principal respecto a esta observación es si se trata de corteza caduca, la que se desprende de manera natural para dejar al descubierto la capa interna del tronco y la nueva corteza (E.Globulus, E.Camaldulensis, E. Saligna, E.Citriodora, entre otros.), o si se trata de corteza persistente, aquella que no se desprende de manera natural desde el árbol.

La corteza caduca puede ser desprendida en forma de tiras (E.Globulus) o en forma de placas (E.Camaldulensis).



Eucalyptus Globulus, Foto extraída de jardín Mundani

Mientras que las persistentes pueden ser clasificadas de la siguiente manera.

**Ironbark:** Corteza dura, de fibras cortas de color oscuro. Puede contener sustancias gomosas.



Eucalyptus Sideroxylon, Foto extraída de jardín Mundani

Box: Corteza de fibras cortas, generalmente de color gris finamente agrietada.



Eucalyptus Melliodora, Foto extraída de Australian plants

Pepermint y bloodwood: Posee surcos en dos direcciones y una corteza dura asemejada a escamas.



Eucalyptus Melliodora, Foto extraída de Australian plants

LongFibredBrownBark: Corteza de fibras largas de surcos muy profundos y longitudinales.



Eucalyptus Obliqua, Foto extraída de jardín Mundani

## BASES METODOLÓGICAS DE PRUEBAS.

### Recolección de muestras

Para desarrollar las probetas a testear se debió generar una ficha de recolección que permitiera manejar las variables que inciden en crecimiento natural de la corteza del Eucalyptus. Basado en estudios de referencia en la investigación de esta especie (Variación de la estructura anatómica de la madera de Eucalyptus Globulus, Jelves Cristóbal. 2009) y estudios específicos de la corteza en particular (Efecto de laboratorio, Daroch Mauricio. 2000). Se determinaron las variables a considerar al momento de la recolección. Estas variables afectarían posiblemente los resultados de las mediciones mecánicas y perceptuales ya que influyen tanto en los aspectos estructurales de la muestra como en su calidad superficial.

Se optó por registrar las variables de muestras extraídas directamente del tronco, para así descartar las que estuvieran eventualmente sometidas a maltratos por el paso de animales y las condiciones del suelo. Los aspectos se dividieron en 3 ejes

principales los que son; condiciones del árbol de muestra, condiciones del entorno y registro histórico.

En el primer eje se determinó la edad del espécimen, diámetro de tronco, distancia basal de la muestra y las horas a la que está expuesta a la luz solar directa.

Del entorno se consideró la hora, T° ambiente, tipo de clima, humedad y tipo de suelo. El registro histórico se incluyó como Historial climático de mm de agua caída, T° promedio del mes más cálido y ° promedio del mes más frío. Además, se incorporó un recuadro para bocetar la corteza sustraída y la medición de su espesor en 4 puntos. Se tomaron dos muestras de cada árbol con altura basal común, pero orientación contraria para observar la influencia de la luz en análisis mecánicos posteriores.

Las muestras se tabularon con un código según el lugar, espécimen y número de muestra.

El lugar primer lugar escogido fue el cerro San Juan, ubicado en la comuna de Machalí en la VI región de

Chile, cuyo suelo es arcilloso, posee clima templado y lluvias moderadas.

FICHA RECOLECCIÓN    FECHA: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_

---

LUGAR:  
HORA:  
T° AMBIENTE:  
CLIMA:  
HUMEDAD AMBIENTE:

ESPECIE:  
EDAD:  
DIAMETRO TRONCO:

ORIGEN CORTEZA:  
DISTANCIA BASAL:  
EDAD:  
DIAMETRO TRONCO:  
ORIENTACIÓN:  
HORAS DE EXPOSICIÓN LUZ:

ESPESOR CORTEZA:  
MEDIDAS PROMEDIO 4 PUNTOS:

PROMEDIO MES MAS CALIDO:  
PROMEDIO MES MAS FRIO:

HISTORIAL CLIMÁTICO DE LA ZONA MM/AÑOS ANTERIORES

Ficha de Recolección. Elaboración propia.



Cerro San Juan, Machalí.



Recolección de Muestras.

## COLOR Y TEXTURA PRESENTE EN LA CORTEZA.

A modo de referencia, al momento de la recolección se pudieron observar ciertos criterios a la hora de seleccionar el tipo de muestras disponibles para recolectar. El color y la calidad superficial fue uno de ellos.

Si bien no se ha realizado aún un esquema de pruebas perceptuales para este aspecto, se optó por incluir en la investigación una selección inicial de los colores disponibles en la recolección del material.

Se tomaron las cortezas que a simple vista no presentaban deterioro por exposición a condiciones de maltrato y extraídas directamente del tronco. Fue posible encontrar 4 gamas de colores distintos.

Se realizó una comparación respecto al estado original de la corteza, su apariencia una vez retirada su capa superficial y aplicado un sellador natural (aceite de linaza)

Se presentan los colores base, lijado y sellado de izquierda a derecha de las 4 tonalidades encontradas.



Como primer acercamiento a un estudio de los potenciales aspectos que pudiera tener el material final se puede inferir que la tonalidad basal de la corteza se asemeja mucho entre sí, siendo la capa más externa la que varía según las condiciones a las que está sometida.

Las 4 muestras presentaron una tonalidad similar al momento de ser lijadas y no hubo diferencias mayores al momento de aplicar el aceite de linaza.

## COLOR Y TEXTURA PRESENTE EN LA CORTEZA.

Un dato curioso observado al momento de la recolección del material es como las condiciones del ambiente afectan las características de los especímenes de corteza. En función de los grabados realizados por personas sobre la superficie del tronco de Eucalyptus, los que tienen su fecha de grabado inscrita, se puede inferir que estas cortezas se desprenden de manera distinta según la orientación que posee el árbol.



Es posible observar que la corteza grabada con fecha 5-12-2012 es persistente y mayor espesor que la grabada el 12-6-2014.

La principal diferencia es que en el primer caso esa zona está expuesta a luz indirecta y orientación sur, mientras que la más reciente posee orientación norte de exposición directa y comienza a presentar signos de desprendimiento en corteza delgada.

## CONSTRUCCIÓN DE PROBETAS.

### **PRUEBAS DE HIDRATACIÓN Y CURVATURA**

Para posibilitar el manejo de la corteza y permitir su trabajo posterior se extrae la metodología de hidratación del material de procesos de trabajo de madera laminada.

Mediante pruebas preliminares se pudieron determinar distintas variables y aspectos a considerar para el proceso de hidratación de la materia bruta. Un mayor TIEMPO DE HIDRATACION aumenta las propiedades plásticas del material y disminuyen las posibilidades de ruptura en su manipulación, este es un requerimiento primordial a la hora de construir las placas de material laminado ya que es necesario aplanar su formato roscado natural.

Un mayor GROSOR DEL MATERIAL aumentara el tiempo de hidratación necesario para lograr el punto ideal de trabajo en comparación a una lámina más delgada. Ya que el formato natural en que la corteza de *Ecucalytus globulus* es

expulsada es roscado, el GRADO DE CURVATURA determinará cuanto es necesario deformarla para manipularla en forma laminar, por lo tanto, un alto en forma laminar, por lo tanto, un alto grado de curvatura necesitara un mayor tiempo de hidratación para ser trabajada sin rupturas.

Por último, cabe mencionar que a un mayor tiempo de hidratación el TIEMPO DE SECADO aumenta debido a la cantidad de humedad absorbida por la corteza.

A raíz de estas observaciones se determina que el requerimiento de trabajo del material debe ser el manejo preciso del tiempo de hidratación, con el fin de reducir los tiempos de secado y optimizar los procesos productivos. Así el tiempo en que las cortezas se mantendrán en agua será en función del grosor y grado de curvatura.

Para determinar el tiempo de hidratación se seleccionaron trozos de corteza de similar grado de curvatura y grosor de 1 mm, se

trozaron secciones de 60 x 40 mm en seco para obtener las probetas a testear.

Cada trozo fue numerado e hidratado en conjunto, los cuales posteriormente fueron retirados en intervalos de 2 minutos y sometidos a flexión manual. Se registró el ángulo de ruptura y observaciones anexas.



Corteza sin intervención previa a su hidratación.



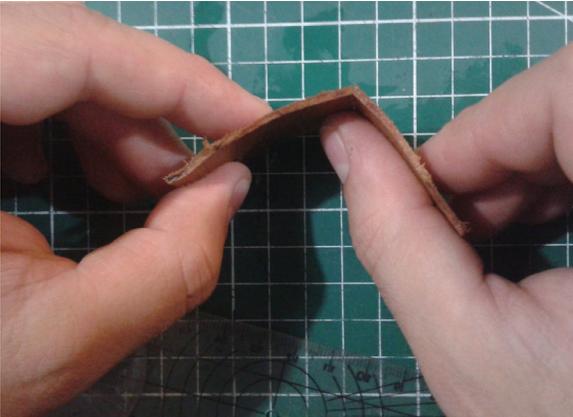
Pruebas rotulladas.



Corteza luego de 2 min.



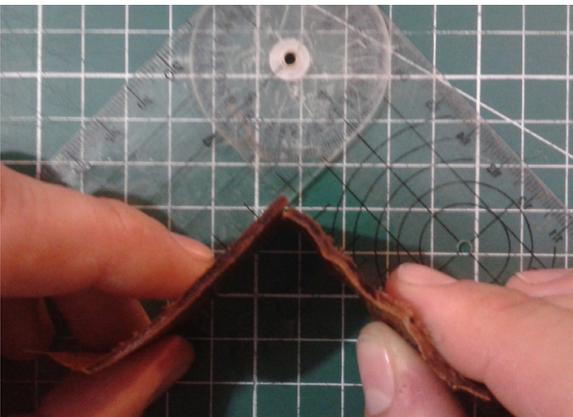
Corteza luego de 14 min.



Corteza luego de 8 min.



Corteza luego de 16 min.



Corteza luego de 12 min.



Corteza luego de 20 min.

N°	RUPTURA	ANGULO DE RUPTURA	OBSERVACIONES
2	SI	180	Mantiene propiedades elásticas. Se debilita la estructura.
4	SI	180	Se ven diferencias de tolerancia a la flexión en distintos puntos.
6	SI	-20	La curvatura generada no es pareja.
8	SI	-42	Curvatura un poco más homogénea. Ruptura se ve en área gruesa y menos hidratada.
10	SI	-40	Ruptura cerca de cambio de grosor en la corteza.
12	SI	-90	Angulo medial parejo.
14	SI	-110	Curvatura Pareja en flexión.
16	SI	-120	Curvatura Pareja en flexión.
18	SI	-150	Curvatura Pareja en flexión.
20	NO	-165	Tienden a formarse líneas paralelas.

Cuadro de curvatura de cortezas.

## **CONCLUSIONES PRUEBA DE CURVATURA.**

Podemos concluir que es necesario observar las características del material bruto para determinar el tiempo de hidratación necesario para trabajar la placas en formato plano.

También es importante saber el tipo de esfuerzo al cual será sometido el material posterior al proceso de hidratación, si la finalidad del material es una laminación plana, el ángulo de requerido permitirá reducir los tiempos de hidratación al mínimo. Si se requiere someter al material a un mayor esfuerzo, por ejemplo, una laminación sobre molde, el tiempo de hidratación será mayor.

Para la construcción de probetas para los ensayos de tracción se determinó que el tiempo de hidratación de las cortezas brutas de 1 mm de grosor es de 4 minutos.

## ENSAYO DE TRACCIÓN.

Con el fin de determinar las propiedades mecánicas del material se sometió en primera instancia a un ensayo de tracción, realizado en las dependencias del laboratorio de materiales de la Universidad tecnológica metropolitana, UTEM. Para esto se fabricaron 9 probetas provenientes de la primera recolección de muestras.

Con estas primeras pruebas podremos ubicar al material dentro del espectro de materiales testeados en laboratorio. Cabe mencionar que estas pruebas son de carácter referencial, ya que para estudios normados se requiere mayor precisión en la fabricación, tolerancias y medidas.

En base a los valores obtenidos en el primer ensayo, se optó por realizar una segunda versión modificando algunas variables e incorporando una variación en la presentación del material.

## PRIMERA PRUEBA DE TRACCIÓN.

Se utilizaron las variables resultantes de los experimentos anteriores para generar probetas de 26 x 72 mm de superficie con grosores que variaron entre los 3 y 6 mm de espesor.

Se utilizaron 4 chapas de corteza extraídas desde el mismo espécimen y con curvaturas opuestas para compensar las tensiones internas que pudiera tener la probeta final. Esto con la finalidad de obtener resultados más homogéneos y planos.

Se utilizaron los siguientes valores de hidratación y prensado.



Corteza hidratada.



Prensa utilizada.

**Tiempo de hidratación: 10 min.**  
**Tiempo de prensado: 48 hr.**  
**Adhesivo: PVA Solcrom.**

Diagrama variables de fabricación.

Las chapas humedecidas son cortadas mediante una matriz de corte y un cuchillo cartonero, fueron seleccionados los cortes correspondientes a un mismo trozo de corteza y que compartieran la misma línea de fibra para evitar diferencias en la curvatura final.



Izquierda, Curvatura inicial Corteza. Derecha, Primer set de probetas

## CONSIDERACIONES INICIALES.

En las primeras fases explorativas se realizaron pruebas al azar con chapas sin rotular, por lo que si bien no se pueden determinar variables específicas a utilizar en la composición de las probetas, se diferencié el proceso en la utilización de MDF como sufrideras de presión.

Esto redujo considerablemente el tiempo de secado de las muestras al interior de la prensa, la razón se debe a la capacidad de absorción de humedad del MDF versus el terciado comercial.

Solo se utilizaron probetas del mismo sentido de fibra, y se omitió cualquier modificación a la estructura base de la chapa.

El adhesivo utilizado anteriormente fue alifático marca Titebond, a simple vista el PVA carpintero presenta peores resultados tanto en su manejo como en resistencia.

## METODOLOGÍA UTILIZADA.

Cada probeta fue fijada mediante mordazas a la maquina Instron modelo 3399 equipada con el software Bluehill Le. Posteriormente son ingresados los datos de las medidas promedio de las probetas y se configuran los valores necesarios.

Se utilizó una velocidad de avance de 10 mm/min para arrojar los valores de carga máxima, desplazamiento y extensión presentes en cada momento de la tracción.

Estos datos fueron necesarios para determinar los esfuerzos, el esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad.



Mordazas en uso.



Vista frontal de la máquina.



Rotura de Probetas.

Los resultados entregados por el programa son el tiempo de ensayo, la carga instantánea y la extensión, por lo que de manera manual apoyado por software Excel 2015, son extraídos los datos de esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad.

## RESULTADO PRUEBA 1.

Probeta	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Espesor cm <sup>3</sup>	A. Transversal cm <sup>2</sup>	E. de fluencia	Módulo de elasticidad
1	0.488185901	0.569	1.4225	150.89	610.614825
2	0.450937951	0.616	1.54	116.309	552.091774
3	0.505816894	0.659	1.6475	145.6289347	385.0924085
4	0.499750125	0.667	1.6675	134.9915262	472.2457313
5	0.477897252	0.465	1.1625	129.4340559	2292.86335
6	0.456121146	0.609	1.5225	110.7209984	410.942283
7	0.459896983	0.604	1.51	108.6500331	341.105488
8	0.456871345	0.608	1.52	85.16785526	464.4474374
9	0.510464523	0.653	1.6325	92.21963247	875.010809

Los resultados de las 9 probetas testeadas en la primera prueba de esfuerzo a arrojan datos interesantes, como se puede observar en la siguiente tabla los valores de esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad de Young oscilan entre los 85 – 145 Kgf/cm<sup>2</sup> y los 385 – 2292 kgf/cm<sup>2</sup> Respectivamente.

Correlaciones de Correlación	Valor
Espesor/Esfuerzo de fluencia	-0.14524277
Espesor/Módulo elástico	-0.81548409
Área Transversal/Esfuerzo de fluencia	-0.14524277
Área Transversal/Módulo elástico	-0.81548409
Densidad/ Esfuerzo de fluencia	0.39859345
Densidad/ Módulo elástico	0.10996661

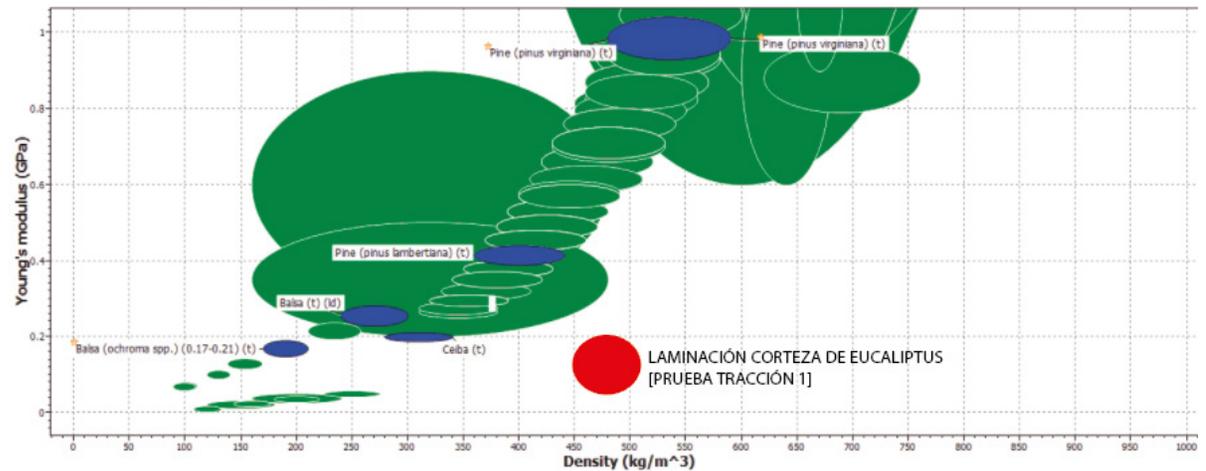
Se observa una relación negativa aceptada de -0.8 entre las variables Espesor/M.Elástico y A.Transversal/M.Elástico, lo que nos habla de una tendencia de disminución del módulo de Young en valores de espesor y áreas transversales más grande.

Al introducir los datos al software Ces Edupack 2013 podemos realizar una comparación de atributos del nuevo material respecto a familias similares.

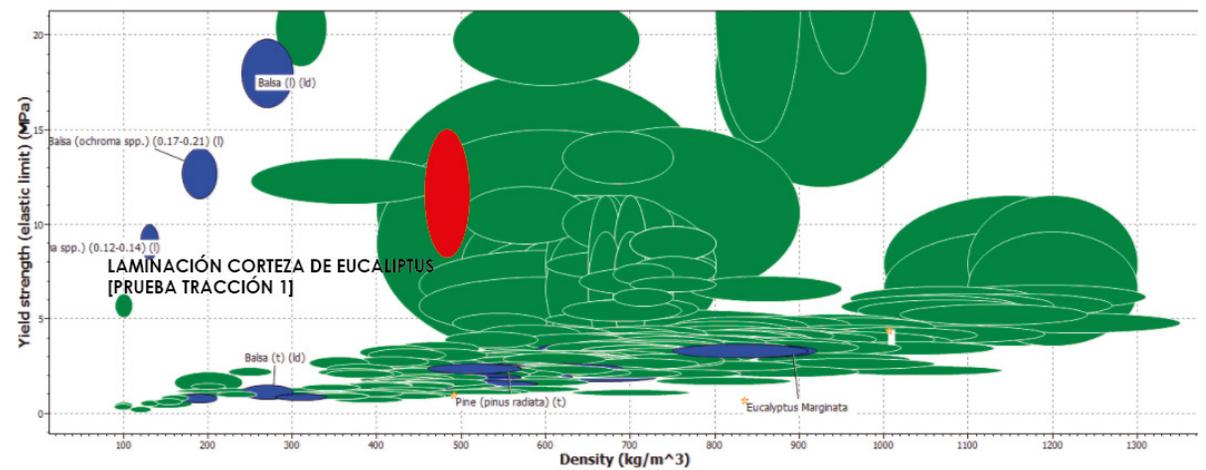
Se consideraron los gráficos representativos de Densidad/Módulo de Young, Densidad/Esfuerzo de fluencia y Esfuerzo de Fluencia/Módulo de Young para determinar a qué familia se acerca la laminación de corteza.

Los resultados ubican al material en cerca de las familias de maderas de media y baja densidad, mostrando una densidad similar a ciertas especies de Pino, pero con el módulo elástico cercano a la Balsa. Esto habla de un laminado alta rigidez debido a su bajo valor de módulo de Young.

El material laminado se ubica en cuanto a densidad en valores cercanos al pino radiata, pero por debajo de especies como el Eucalyptus Marginata. El esfuerzo de fluencia registrado por lo menos triplica el valor de dichas especies.



Comparación Ces Edupack Modulo elasticidad de Young vs Densidad. Elaboración propia.

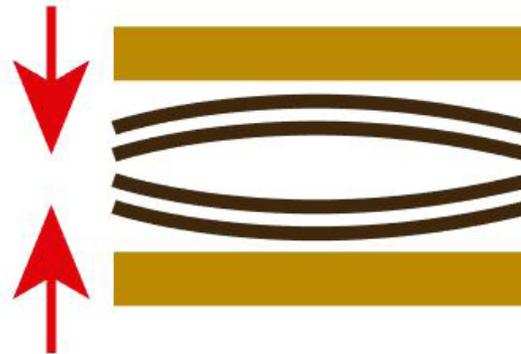


Comparación Ces Edupack Esfuerzo de fluencia vs Densidad. Elaboración propia.

## SEGUNDO ENSAYO DE TRACCIÓN.

Debido a las consideraciones del primer ensayo de tracción se optó por realizar una segunda prueba de tracción. Se fabricó un set de 24 probetas con variables agregadas tales como número de chapas, dirección de curvatura y debilitamiento de su estructura longitudinal.

Se armaron paquetes de chapas de números pares, para mantener las tensiones internas compensadas. Se escogieron las chapas provenientes del mismo espécimen de corteza extraídos del mismo eje longitudinal.



Tiempo de hidratación: 10 min.  
Tiempo de prensado: 48 hr.  
Adhesivo: PVA Solcrom.

 Chapa: 2.5 mm Sin debilitar	 Chapa: 2.5 mm Sin debilitar	 Chapa: 2.5 mm Deb: 3 mm Prof: 1 mm
 Chapa: 2.5 mm Deb: 3 mm Prof: 1 mm	 Chapa: 2.5 mm Sin debilitar	 Chapa: 2.5 mm Deb: 3 mm Prof: 1 mm
 Chapa: 2.5 mm Deb: 5 mm Prof: 1 mm	 Chapa: 2.5 mm Deb: 5 mm Prof: 1 mm	 Chapa: 1 mm Sin debilitar
 Chapa: 1 mm Sin debilitar	 Chapa: 1 mm Deb: 3 mm Prof: 0.5 mm	 Chapa: 2 mm Sin debilitar
 Chapa: 2 mm Sin debilitar	 Chapa: 1.5 mm Sin debilitar	 Chapa: 1.5 mm Deb: 3 mm Prof: 0.5 mm
 Chapa: 1.5 mm Deb: 5 mm Prof: 0.5 mm	 Chapa: 1.5 mm Sin debilitar	 Chapa: 1 mm Sin debilitar
 Chapa: 1 mm Sin debilitar	 1.5 mm 1 mm 2 mm 1 mm Sin debilitar	 Chapa: 3 mm Sin debilitar
 Chapa: 3 mm Sin debilitar	 Chapa: 3 mm Deb: 5 mm Prof: 1 mm	 Chapa: 3 mm Sin debilitar

Se optó por variar la dirección de la curvatura y debilitar su estructura, para esto último se realizaron ranuras en sentido longitudinal de la corteza.

Las ranuras fueron hechas en espacios regulares de 3 y 5 mm y con profundidades de 0.5 y 1 mm. Se fijó el excedente del filo en la salida de un cuchillo cartonero para controlar la profundidad.

Se consideró dividir el número de probetas en 2 set de 11 muestras, debido a la factibilidad técnica y la forma de la probeta, el ensayo de compresión se realizará en la segunda etapa de esta investigación.

2 probetas quedaron inutilizables debido a la tolerancia en la separación de las mordazas.

El primer set de 11 probetas de distribuyo de manera azarosa y contempla un ensayo de tracción tradicional con un tope de carga final de 450 kgf y una separación inicial de mordazas de 1 cm, esto último con la finalidad de realizar un traspaso directo desde el valor de la extensión a deformación unitaria.

## RESULTADOS PRUEBA 2.

Los resultados de las 11 probetas testeadas en la primera prueba de esfuerzo a arrojan datos interesantes, como se puede observar en la siguiente tabla los valores de esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad de Young oscilan entre los 109 – 297 Kgf/cm<sup>2</sup> y los 559 – 2356 kgf/cm<sup>2</sup> Respectivamente.

Similar al ensayo anterior se puede apreciar un coeficiente de correlación significativo entre los valores de espesor y área transversal con las variables módulo elástico y esfuerzo de fluencia respectivamente.

Se puede observar una diferencia sustancial en cuanto a la relación entre la debilitación de la fibra y el módulo elástico. Siendo considerablemente mayor los valores obtenidos en los ejemplares debilitados.

Probeta	Densidad	Espesor	Área Transversal.	Esfuerzo de fluencia	Módulo de elasticidad
1	<b>0.355555556</b>	0.45	1.125	297.4023556	1446.573071
2	0.496124031	0.43	1.075	267.6837302	871.5244973
3	0.453900709	0.47	1.175	226.4590128	978.7414467
4	0.520325203	0.41	1.025	290.1506244	916.8754047
5	<b>0.540084388</b>	0.395	0.9875	276.3932152	985.3902833
6	0.47761194	0.335	0.8375	127.3019104	2356.580906
7	0.361581921	0.295	0.7375	116.2801763	2069.354802
8	0.426666667	0.5	1.25	109.326472	1358.24951
9	0.522875817	0.51	1.275	124.9053176	559.3283308
10	0.501960784	0.425	1.0625	211.9606871	1654.816368
11	0.479400749	0.445	1.1125	219.4261573	1443.375702

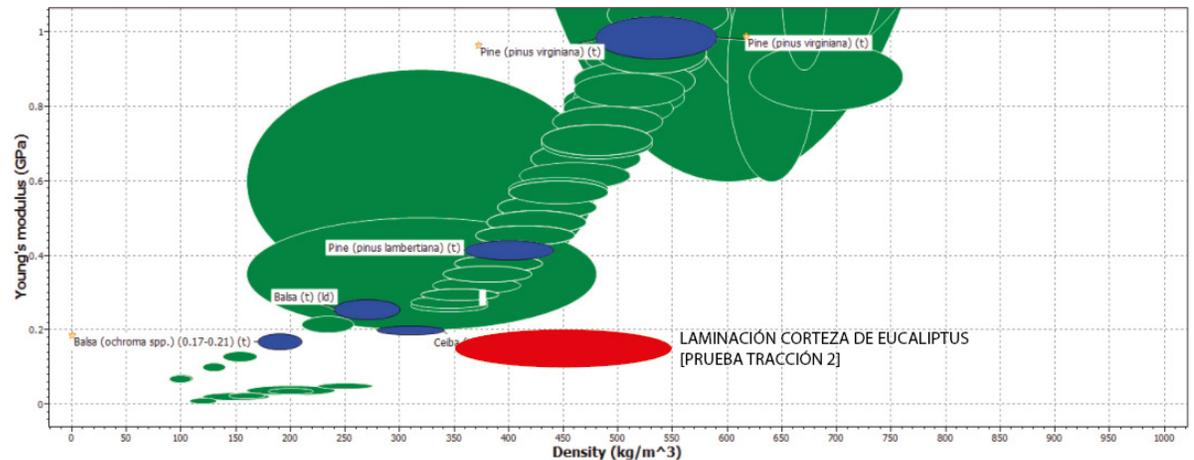
Correlaciones de Correlación	Valor
Espesor/Esfuerzo de fluencia	0.1042476
Espesor/Módulo elástico	-0.70495437
Área Transversal/Esfuerzo de fluencia	0.1042476
Área Transversal/Módulo elástico	-0.70495437
Densidad/ Esfuerzo de fluencia	0.20174124
Densidad/ Módulo elástico	-0.49380114

Kgf/cm <sup>2</sup>	Debilitados	Sin debilitar
Modulo elástico	978.741447	226.459013
	916.875405	290.150624
	985.390283	276.393215
	2069.3548	116.280176
Promedio.	1237.59048	227.320757

Mismo caso se puede observar en la relación disposición de la veta respecto al esfuerzo de fluencia. Siendo las disposiciones de vetas contrarias las que obtuvieron los mayores resultados.

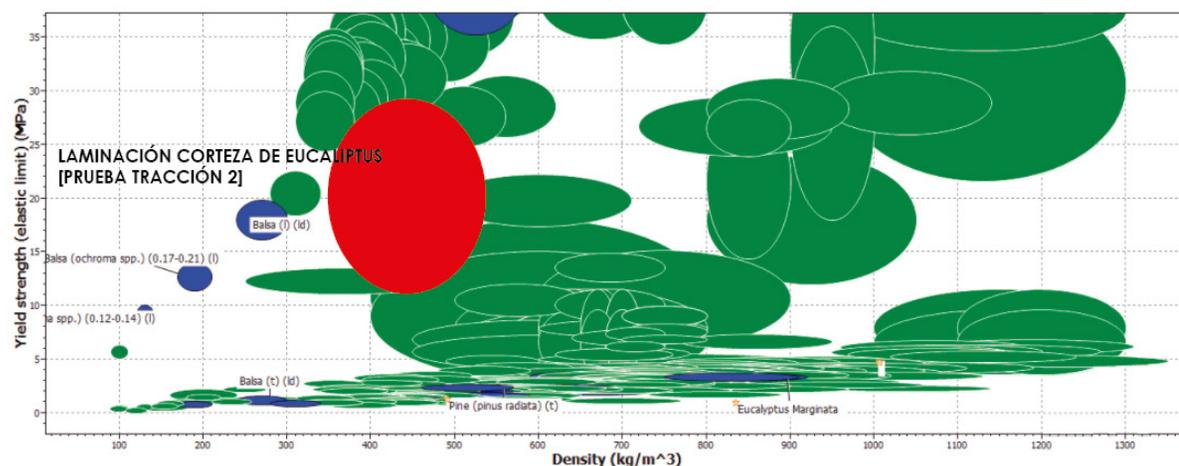
Kgf/cm <sup>2</sup>	Contra Veta	Veta Invertida
Esfuerzo de fluencia	1446.573071	297.4023556
	871.5244973	267.6837302
	2356.580906	127.3019104
	1358.24951	109.326472
	559.3283308	124.9053176
	1654.816368	211.9606871
	1443.375702	219.4261573
Promedio.	1384.349769	194.0009472

Al igual que en el caso del ensayo anterior, el material se ubica en una posición cercana a las familias de maderas de media y baja densidad siendo una muestra rígida debido a su coeficiente de elasticidad.



Comparación Ces Edupack Modulo elasticidad de Young vs Densidad. Elaboración propia

Al comparar la variable de esfuerzo de fluencia el material muestra un mayor esfuerzo de fluencia que variedades de pino radiata y Eucalyptus Marginata, aun teniendo una densidad menor que las especies mencionadas.



Comparación Ces Edupack Esfuerzo de fluencia vs Densidad. Elaboración propia

### RESULTADOS PRUEBA 3.

Los resultados de las 11 probetas testeadas en la primera prueba de esfuerzo a arrojan datos interesantes, como se puede observar en la siguiente tabla los valores de esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad de Young oscilan entre los 137 – 374 Kgf/cm<sup>2</sup> y los 407 – 4339 kgf/cm<sup>2</sup> Respectivamente.

Densidad	Espesor	Área Transversal.	Esfuerzo de fluencia	Módulo de elasticidad
<b>0.47940075</b>	0.445	1.1125	236.199443	747.4558
0.45878136	0.465	1.1625	227.520929	864.180381
0.47058824	0.34	0.85	283.100412	1641.56967
0.48484848	0.33	0.825	283.53223	3360.31136
0.32323232	0.33	0.825	137.34897	2676.79787
0.36158192	0.295	0.7375	103.606007	2083.17564
0.38787879	0.275	0.6875	137.383753	2812.2456
0.4	0.4	1	407.38668	407.38668
0.45070423	0.6875	0.8875	374.449679	1520.23677
0.32323232	0.33	0.825	261.054776	4339.83812
<b>0.22939068</b>	0.465	1.1625	167.679785	167.679785

El único coeficiente de correlación significativo en esta tercera prueba es el que relaciona el Área Trasversal con el módulo elástico de Young.

Correlaciones de Correlación	Valor
Espesor/Esfuerzo de fluencia	0.524334
Espesor/Módulo elástico	-0.50818
Área Transversal/Esfuerzo de fluencia	0.225902
Área Transversal/Módulo elástico	-0.75652
Densidad/ Esfuerzo de fluencia	0.470018
Densidad/ Módulo elástico	-0.03359

La relación entre el aumento del valor de módulo elástico en las probetas debilitadas longitudinalmente se mantiene.

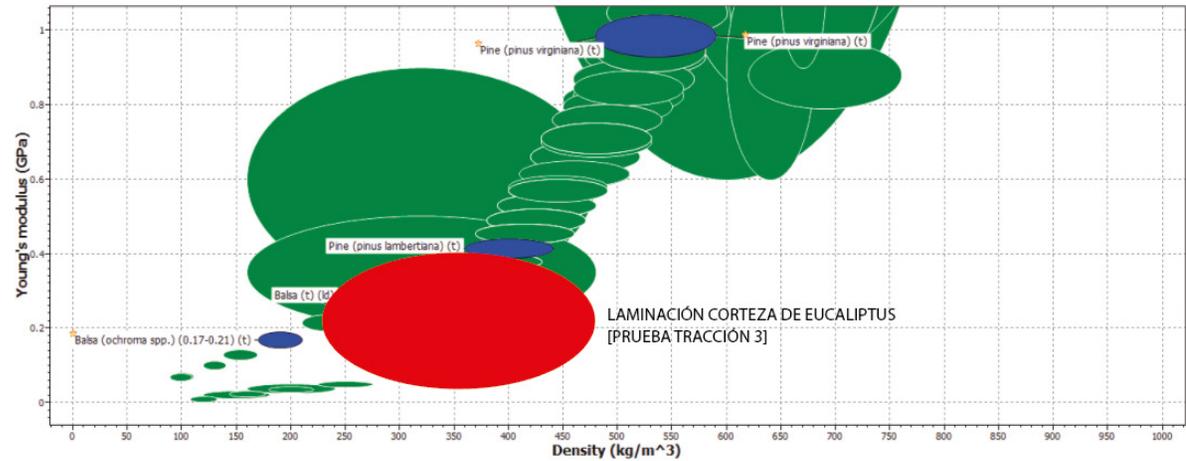
Las muestras sin debilitar obtienen valores visiblemente menores.

Kgf/cm2	Debilitados	Sin debilitar
Módulo elástico	978.741447	226.459013
	916.875405	290.150624
	985.390283	276.393215
	2069.3548	116.280176
Promedio.	1237.59048	227.320757

En este set de pruebas sin embargo no se cumple la relación respecto a las pruebas anteriores y son las probetas de veta invertida las que poseen un valor más alto en la variable esfuerzo de fluencia.

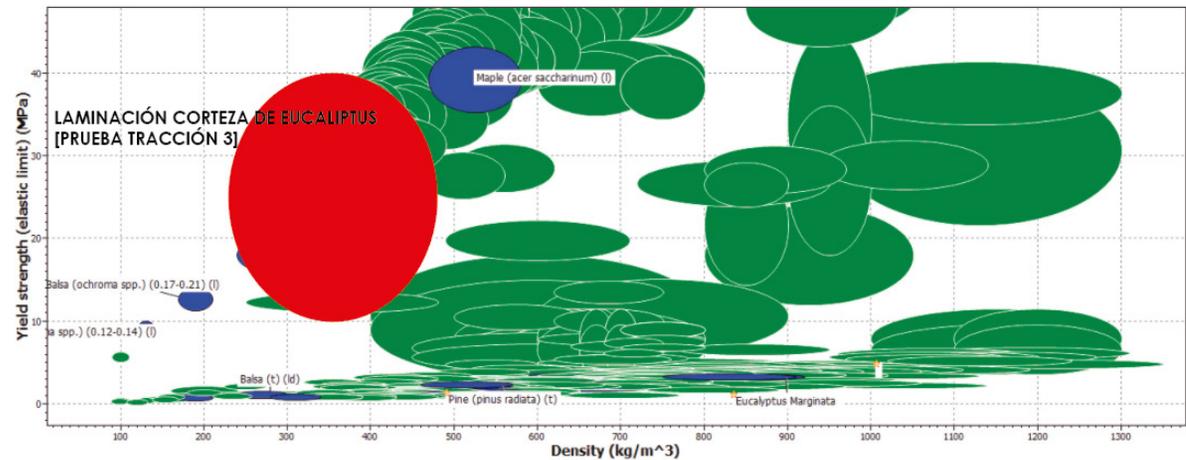
kgf/cm2	Contra Veta	Veta invertida
Esfuerzo de fluencia	747.4558	864.1803814
	1641.56967	3360.311357
	2083.17564	2676.797867
	2812.2456	4339.838115
	407.38668	
	1520.23677	
	167.679785	
Promedio	1339.96428	2810.28193

Las características del material una vez realizada la comparación con el software Ced Edupack, ubican la laminación en una posición similar a los ensayos anteriores, pero, debido a las diferencias significativas entre los resultados mínimos y máximos, abarca una mayor área en el diagrama. Esto acerca a el nuevo material a variedades de pino más elástica como lo es la especie Pino Lambertiana.



Comparación Ces Edupack Modulo elasticidad de Young vs Densidad. Elaboración propia

El tercer ensayo de tracción sitúa el material en una posición similar a los ensayos 1 y 2. El área abarcada crece debido a las diferencias en los máximo valores de esfuerzo de fluencia. Ubicando las probetas de mayor valor junto a especies como la madera de maple.



Comparación Ces Esfuerzo de fluencia vs Densidad. Elaboración propia.

## ENSAYO DE FLEXIÓN.

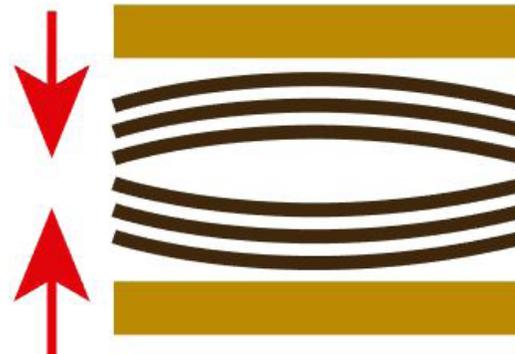
Para determinar la resistencia a la flexión del material se realiza un ensayo de flexión destructivo en las dependencias del PROTEN, laboratorio de materiales de la UTEM.

Para dicha prueba se utiliza como referencia una probeta normada suministrada por el laboratorio de 20 mm x 10 mm x 300 mm la cual fue utilizada como plantilla de corte para las capas de corteza.

Se fabricaron 5 probetas conformadas por 6 capas de corteza de 1 mm promedio cuyos tiempos de hidratación fueron de 10 minutos, tiempo modificado luego de nuevos antecedentes de pruebas de hidratación, y 48 horas de tiempo de prensado.

Se utilizó la distribución de y orientación de capas más favorable desprendida de las pruebas anteriores.

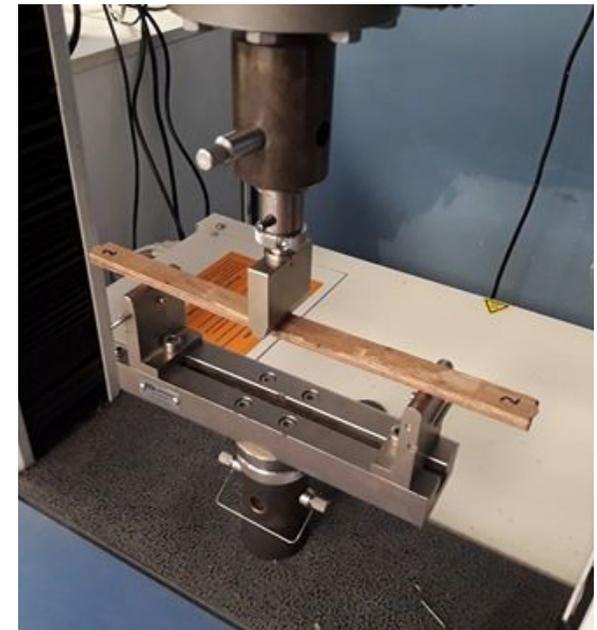
La distribución de las capas fue a favor de la veta y separadas en 3 superiores y 3 inferiores, las cuales estaban orientadas con la parte externa de la corteza hacia afuera.



Tiempo de hidratación: 10 min.  
Tiempo de prensado: 48 hr.  
Adhesivo: PVA Titebond 50.

Se posicionó cada probeta con dos puntos de apoyo (Luz) en la máquina Instron 3300. Posteriormente se ejerció una presión de avance constante de 10 mm/min en su punto medió.

Fueron captadas las medidas de carga y extensión para determinar el punto de ruptura y poder calcular su TLP (tensión en su límite de proporcionalidad), Módulo de ruptura y su módulo de elasticidad.



Las pruebas arrojaron los valores de carga versus extensión lo cuales permitieron graficar sus curvar de esfuerzo y determinar su carga máxima, esfuerzo de fluencia y módulo de elasticidad.

### Probeta 1:

Carga Máx: 13.041 Kg.  
Esfuerzo fluencia: 7.6712 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo elasticidad: 5.6823 kg/cm<sup>2</sup>

### Probeta 2:

Carga Máx: 14.162 Kg.  
Esfuerzo fluencia: 9.0788 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo elasticidad: 7.5207 kg/cm<sup>2</sup>

### Probeta 3:

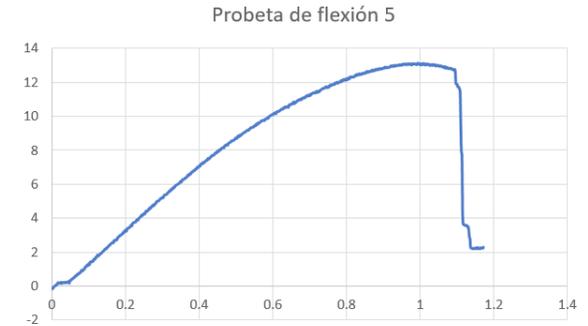
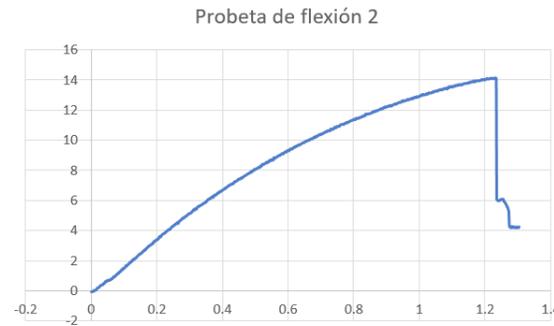
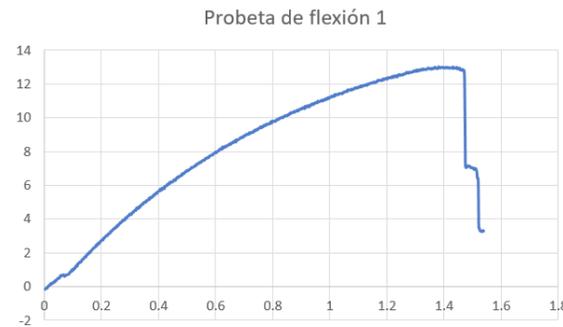
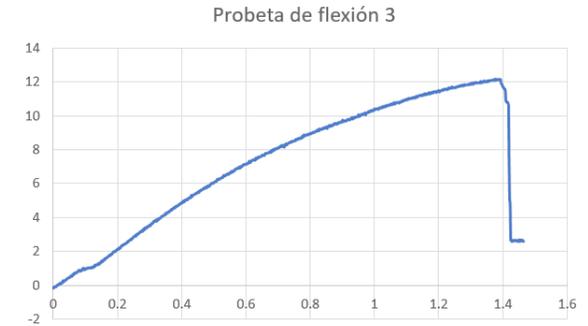
Carga Máx: 12.1543 Kg.  
Esfuerzo fluencia: 7.1495 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo elasticidad: 5.4402 kg/cm<sup>2</sup>

### Probeta 4:

Carga Máx: 11.894 Kg.  
Esfuerzo fluencia: 6.9964 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo elasticidad: 5.5514 kg/cm<sup>2</sup>

### Probeta 5:

Carga Máx: 13.1347 Kg.  
Esfuerzo fluencia: 7.7263 kg/cm<sup>2</sup>  
Módulo elasticidad: 8.5135 kg/cm<sup>2</sup>



## TENSIÓN EN EL LIMITE DE PROPORCIONALIDAD.

El TLP se refiere a la tensión del material presente en el punto límite donde la deformación es proporcional a la carga aplicada. Gráficamente hablando es la tensión que experimenta el material en el punto más cercano al punto de fluencia hacia el final de la zona elástica del diagrama de deformación / carga.

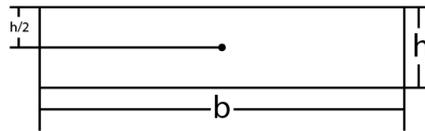
Para calcularlo necesitamos los valores de "Luz" del ensayo (la distancia entre los puntos de apoyo de la probeta al momento de la prueba), su carga y valores propios de la geometría de la probeta como lo es su fórmula de inercia.

Se determina el TLP como:

$$TLP = \frac{M_{lim}}{W}$$

Donde  $M_{lim}$  es el momento registrado en el punto previo al punto de fluencia y  $W$  la propiedad geométrica de la probeta.

$W$  estará determinado por la inercia de la sección de la probeta y  $h/2$ , la distancia entre su centro del eje de gravedad y la fibra más alejada.



$$W = \frac{I}{h/2} = \frac{bh^3/12}{h/2} = bh^2/6$$

El  $M_{lim}$  se calcula mediante la relación entre la carga registrada en el punto de fluencia ( $P$ ) y la Luz ( $L$ ).

$$\frac{M_{lim}}{W} = \frac{P_{lim} L/4}{W}$$

Por consiguiente, la resolución de la tensión en el límite de proporcionalidad estará determinada por la fórmula:

$$\frac{P_{lim} L/4}{bh^2/6}$$

**Probeta 1:** 132.211 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 2:** 152.343 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 3:** 169.27 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 4:** 123.355 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 5:** 216.145 kg/cm<sup>2</sup>

## MÓDULO DE ROTURA.

El MDR, se refiere a la tensión máxima registrada por el material al momento del fallo de la probeta en un ensayo de flexión.

Para efectos prácticos se utilizan los mismos parámetros y metodologías utilizadas para determinar tensión en el límite de proporcionalidad, pero con los valores de carga máxima.

$$\text{MDR} = \frac{P_{\text{máx}} L/4}{bh^2/6}$$

Los valores promedio de tensión en el límite de proporcionalidad y su módulo de rotura son:

TLP: 158.6654 kg/cm<sup>2</sup>

MDR: 319.4773 kg/cm<sup>2</sup>

El material al ser sometido a esfuerzos de flexión se mantiene dentro de su zona elástica hasta aproximadamente los 7.7 kg.

La carga máxima del material promedio que resiste antes de llegar a su punto de fractura es de 12.8 kg.

**Probeta 1:** 313.487 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 2:** 331.944 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 3:** 316.518 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 4:** 293.437 kg/cm<sup>2</sup>

**Probeta 5:** 342.051 kg/cm<sup>2</sup>

## DEBILITAMIENTO DEL MATERIAL.

### **Curvatura por debilitación del material.**

Con el fin de facilitar el desarrollo de placas planas del nuevo material y así evitar la curvatura que estas mismas presentan al finalizar su secado fuera de la prensa, se optó por debilitar las fibras estructurales en sentido longitudinal.

Esto como resultado esperado trata de disminuir la tensión interna del material que tiende a volver a su estado de curvatura natural una vez deshidratado.

Se realizaron 5 muestras con especímenes extraídos de la misma sección y cuya curvatura natural y espesor fueran similares. Se recomienda ahondar más en este aspecto en la investigación futura y desarrollar una metodología que permita medir y controlar la curvatura deseada.

Se utilizaron 2 chapas de 2 mm, opuestas en curvaturas y unidas mediante adhesivo titebond 50. Su

tiempo de hidratación fue de 10 minutos y prensado 24 hr.

Se tomo una muestra de control "1" y otras 2 extraídas de la misma sección de corteza. Las muestras "2" y "3" se debilitaron con cortes de 1 mm de profundidad a favor y en contra de la fibra respectivamente.

Las muestras "4" y "5" fueron debilitados con cortes mixtos verticales, horizontales y ortogonales entre ellos. La probeta "4" se debilito en sentido y contra la fibra, mientras que en la "5" el entramado fue sobrepuesto en angulo diagonal (45°) respecto de la orientación de la fibra.





Las probetas no presentaron resultados concluyentes, se plantea desarrollar un estudio acabado con variables controladas acerca del grosor de la chapa y su curvatura inicial.

A primera vista no se aprecia una relación entre el tipo de debilitamiento y su forma final. De hecho, la probeta de control presenta cambios similares en su curvatura respecto de las demás probetas intervenidas.

## ANÁLISIS BACTERIOLOÓGICO.

Es sabido que de varias especies vegetales son extraídos compuestos utilizados en distintas áreas de la industria, como, por ejemplo, el rubro farmacéutico, cosmetológico, construcción, entre otros.

La investigación bibliográfica arrojó una variable a considerar en el desarrollo de proyecto, el carácter fungicida y antimicrobiano que pudiera presentar el material desarrollado a partir de la corteza de *Eucalyptus Globulus*.

Se encontraron dos patentes en Chile (INAPI, 2017) que aludían estas propiedades. La primera, "FUNGICIDA NATURAL QUE COMPRENDE UNA EMULSION DE UN ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTUS SP, UN EMULSIONANTE NATURAL ELEGIDO DE ENTRE LECITINA DE SOYA O ARROZ Y AGUA" (WALTER SZORTIKA TESSMANN. 2008), hace referencia a la utilización del aceite de *Eucalyptus* como un fungicida natural.

Por otra parte, se encontró otra fuente de INAPI, que hace referencia al uso del aceite de *Eucalyptus Globulus* como Pediculicida, FORMULACIÓN

PEDICULICIDA A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALYPTUS GLOBULUS; Y SU USO COMO PEDICULICIDA Y ESCABICIDA EN INFESTACIONES POR ECTOPARASITOS COMO PEDICULUS CAPITIS, PHTHIRUS PUBIS, SARCOPTES SCABEI, LXODIDAE SP, ADEMAS COMO REPELENTE DE MOSQUITOS (AVELLO LORCA MARCIA. 2015).

Si bien estas iniciativas utilizan extractos de la especie forestal, se observan luces de que podríamos estar generando un material con ciertas propiedades especiales y con potencial de aplicación en el ámbito del Diseño.

## METODOLOGÍA UTILIZADA.

Se realizó una modificación de la norma ISO 22196:2011, debido que el material posee una superficie porosa y es muy común que en el interior de la superficie exista contaminación por bacterias.

Primero se realizó un ensayo control para confirmar que el material no posee carga microbiológica que pueda genera falsos positivos. Para ello en una placa Petri con medio Luria Bertani (medio de cultivo básico para el crecimiento de bacterias

y algunos hongos) se incorporó un trozo circular del material en estudio y se incubó durante 24 horas a 37°C. Transcurrido el tiempo de incubación, se observó crecimiento de hongos alrededor del material, por esta razón el material fue esterilizado a través de dos metodologías: autoclavado a 121° C y exposición a radiación ultra violeta durante 30 min. Posterior a la esterilización se realizó nuevamente el ensayo control.

Una vez eliminada toda la carga bacteriana, a través de esterilización del material, se realizó un ensayo de inhibición de crecimiento de una bacteria patógena control (*Escherichia coli*). Para ello se creció *Escherichia coli* en medio de cultivo Luria Bertani durante 16 horas a 37° C en agitación, transcurrido el tiempo de incubación se diluyó el cultivo 1:100, de la dilución se tomó 30 ul y se sembró en forma de césped en una placa Petri con medio Luria Bertani agar, en el centro de la placa se colocó el trozo circular del material en estudio y se llevó la placa a incubar a 37°C durante 16 horas.

Al realizar los ensayos control se observó que el material de forma natural, sin ningún tipo de tratamiento de esterilización, ya contaba con carga microbiológica, lo que era de esperar ya que es un material natural que están constantemente expuesto a bacterias ambientales. De igual forma se esperaba que creciera una gran variedad de bacterias y hongos y solo se observó 2 especies: una fúngica y otra bacteriana (ver figura 1).

Como se observa en la figura 1, el material cuenta con carga microbiana que puede otorgarle la capacidad de inhibir el crecimiento de otras bacterias.

Por lo tanto, para identificar si el material es antimicrobiano, por si solo, es necesario eliminar todo agente que podría estar ayudando en dicha tarea, por esta razón es que el material pasó por un proceso de esterilización por autoclave o radiación UV.

Como se observa en la figura 2 el material se logra esterilizar de manera adecuada con el sistema de autoclave, ya que el calor logra traspasar el material y eliminar todo agente microbiológico, a diferencia

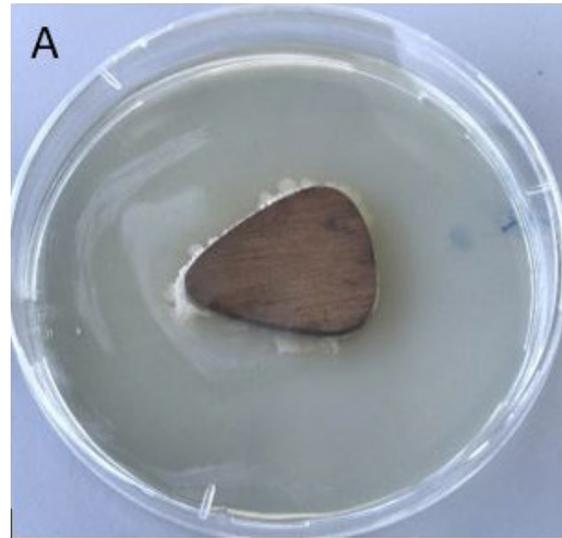


Figura 1

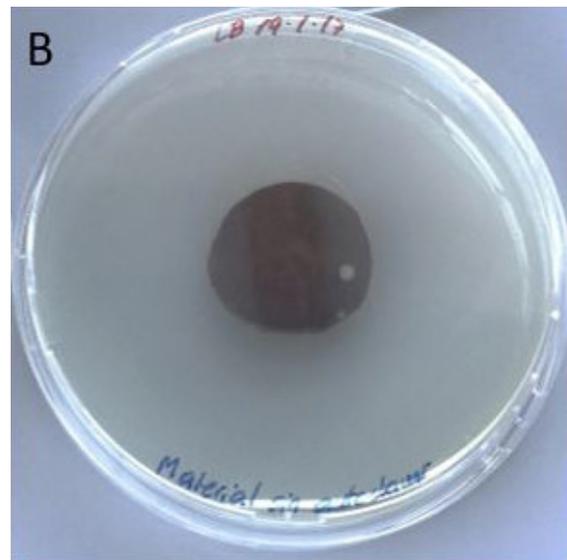


Figura 2

de la radiación UV que no atraviesa el material y solo esteriliza en la superficie.

Carga microbiológica del material sin tratamiento de esterilización.

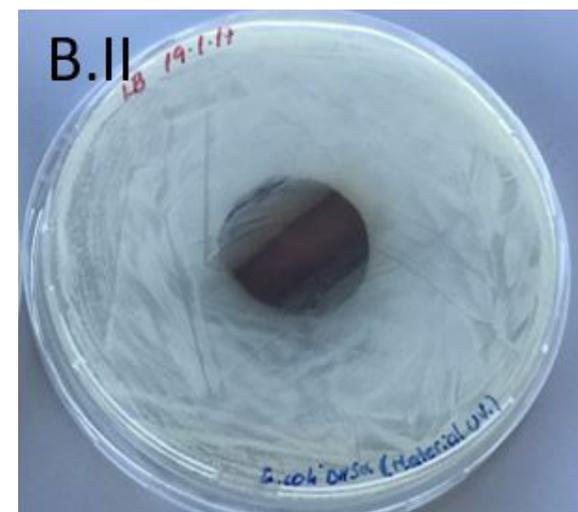
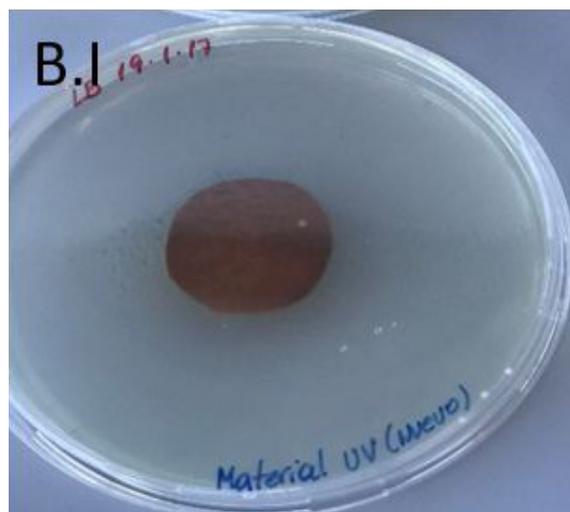
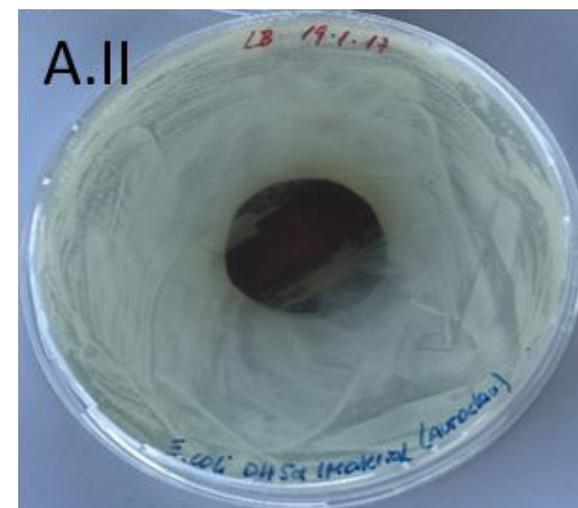
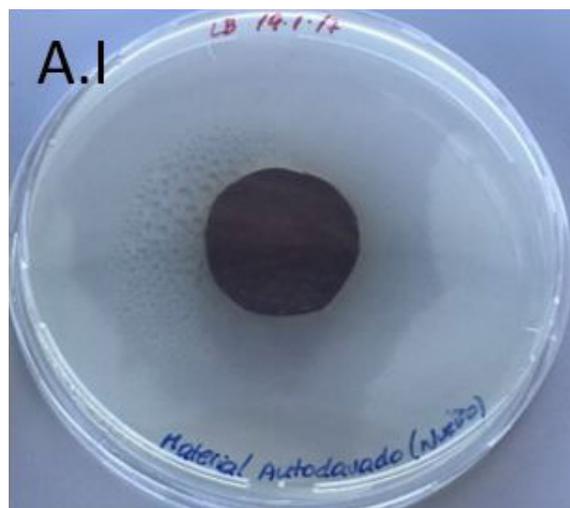
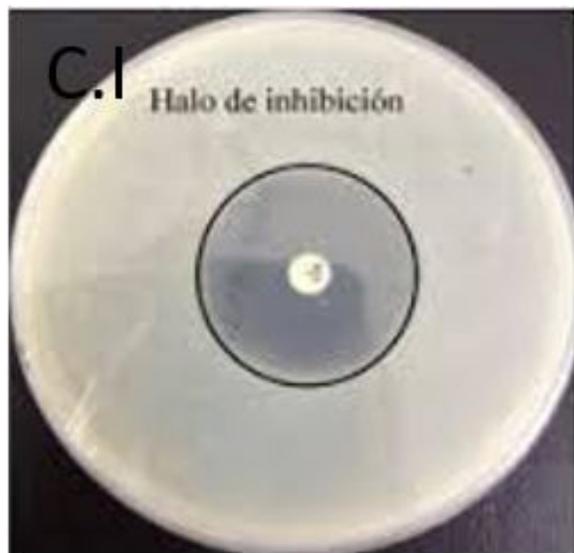
A) Placa de LB agar en la que se observa el crecimiento de un organismo fúngico (hongo) alrededor del material. (Figura 1)

B) Placa de LB agar en la que se observa el crecimiento de una colonia bacteriana. (Figura 2)

Luego de este proceso se realizó el ensayo de inhibición de crecimiento de *Escherichia coli* (bacteria control).

Como se puede observar en la figura 3, el material no es antimicrobiano para la bacteria control ya que no genera un halo de inhibición como el que se ve en la figura ejemplo.

Si bien este resultado demostró que el material no posee características antimicrobianas, de igual forma puede ser probado con otras bacterias de interés (según la función que se le quiera dar al material) para determinar si genera algún otro efecto.



Esterilización del material y ensayo de inhibición de crecimiento.  
A. Material autoclavado. B Material esterilizado con exposición a radiación UV: (I) confirmación de esterilización y (II) Ensayo de inhibición de crecimiento.  
C. ejemplo de halo de inhibición que se debería observar si el material fuera antimicrobiano.

## **CONCLUSIONES ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO.**

Los resultados del análisis bacteriológico arrojaron que el material no presenta propiedades microbianas a la bacteria de control de *Escherichia coli*, si bien trata de un agente específico, no se observa una relación directa entre los saberes populares del uso del *Eucalyptus* como un método que ayuda a ciertos malestares provocados por bacterias.

Para los efectos del diseño de productos no se ha podido determinar alguna característica aprovechable en este sentido, por lo que en primera instancia se descarta el material para usos que requieran de un control o inhibición patógena.

Aunque los análisis dieran negativo al efecto anti bacteriológico del material, esto se considera como un aporte al conocimiento, ya que no se encontraban estudios concluyentes de dicha capacidad con alguna bacteria específica como el *Escherichia coli*.

## PERCEPCIÓN DEL MATERIAL.

### Diferencial Semántico.

Una de las tendencias del ser humano ha sido la de cuantificar y ordenar los fenómenos y sucesos que lo rodean. Esto permite la estandarización de lenguajes comunes a la sociedad.

El método es fácil de aplicar, corresponde a medir la cercanía de la gente acerca de una apreciación con dos términos bipolares acerca de un tema u objeto en particular. (Fernandes, 1980).

Mediante esta metodología se podrá identificar la percepción de un usuario referente a dos situaciones hipotéticas extremas. Se le explica al sujeto de pruebas que debe escoger la casilla que más se acerque a su percepción de ese momento, entendiendo que los números de mayor valor implican una opción más categórica de ese aspecto.

El cuadro de decisión se presenta de la siguiente manera, en el caso de ejemplo se muestra la ficha de diferencial semántico utilizada en esta investigación.

---

FICHA PERCEPTUAL      FECHA: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_

---

EDAD:  
SEXO:  
OCUPACIÓN:

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA MARCANDO CON UNA X A QUE ATRIBUTO SE ACERCA MÁS EL MATERIAL. DEBE MARCAR SOLO UNA CASILLA EN CADA FILA DE TERMINOS OPUESTOS.

	4	3	2	1	0	1	2	3	4	
SUAVE										ASPERO
BRILLANTE										OPACO
LIVIANO										PESADO
FRAGIL										ROBUSTO
FRIO										CALIDO
BRUTO										PROCESADO
NATURAL										SINTÉTICO
ARTESANAL										SERIADO
ANTIGUO										MODERNO
BARATO										VALIOSO

OBSERVACIONES:

Ficha de diferencial semántico, elaboración propia.

## **CONSTRUCCIÓN DE PROBETAS.**

Para el proceso de conformación de muestras se seleccionaron los trozos de corteza que tuvieran un grosor homogéneo y permitieran extraer las piezas necesarias para la laminación de las probetas.

La corteza recolectada ser humectó durante 5 min. en agua a temperatura ambiente para así lograr la flexibilidad requerida para su manejo, posteriormente se cortaron las capas del laminado.

Se utilizó una matriz de corte de 100 x 50 mm y una cuchilla para obtener paquetes de 4 láminas. Se confeccionaron 2 paquetes compensados, cuyos componentes provenían de la misma sección y de curvatura contraria para así evitar deformaciones posteriores el material debido a la memoria en la curvatura de la corteza.

Una probeta se fabricó con un número impar de láminas con el fin de lograr una curvatura que exacerbase los atributos perceptuales en un material curvo.

Se utilizó adhesivo PVA para madera marca Titebond y la prensa mecánica durante 48 horas.

## **PERCEPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.**

Para el proceso de conformación de muestras se seleccionaron los trozos de corteza que tuvieran un grosor homogéneo y permitieran extraer las piezas necesarias para la laminación de las probetas.

La corteza recolectada ser humectó durante 5 min. en agua a temperatura ambiente para así lograr la flexibilidad requerida para su manejo, posteriormente se cortaron las capas del laminado. Se utilizó una matriz de corte de 100 x 50 mm y una cuchilla para obtener paquetes de 4 láminas.

Se confeccionaron 2 paquetes compensados, cuyos componentes provenían de la misma sección y de curvatura contraria para así evitar deformaciones posteriores el material debido a la memoria en la curvatura de la corteza. Una probeta se fabricó con un número impar de láminas con

el fin de lograr una curvatura que exacerbase los atributos perceptuales en un material curvo.

Se utilizó adhesivo PVA para madera marca Titebond y una prensa mecánica durante 48 horas.

## **FORMALIZACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL ANÁLISIS PERCEPTUAL.**

Para un mejor desempeño del análisis perceptual se optó por desarrollar formatos variables del material, manteniendo un grado de homogenización media, entendiendo el escenario real de la posible aplicación del material respecto a la variedad de cortezas encontradas en terreno.

Las variables que se mantuvieron constantes fueron el grosor de la muestra (3 capas en las muestras planas, 2 en la muestra curva), el método de prensado, tiempo de hidratación, horas de presión y método de corte.

Para el corte de las probetas se utilizó tecnología de corte laser con plantillas digitalizadas. Los parámetros utilizados en la configuración del

corte luego de 3 iteraciones fueron 98% de potencia, 6 % de velocidad a 800 dpi.

Las formas escogidas consideraron los siguientes criterios formales; ángulos, continuidad de la curva plana y curvatura tridimensional de la muestra. Se optó por incluir estos criterios en formas de fácil reconocimiento con el fin de desviar

la atención de cuestionamientos acerca de la morfología de la prueba.

Se utilizaron 5 formas sencillas básicas reconocible; cuadrado, círculo, hexágono, estrella y óvalo, aplicando a esta ultima la característica curva del material.

## ATRIBUTOS PERCEPTUALES A CONSIDERAR.

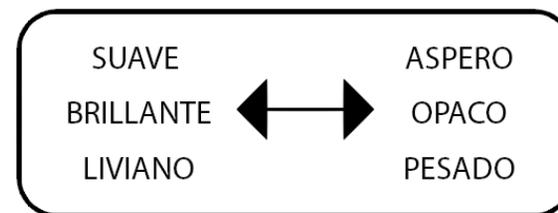
Para determinar el alcance de las pruebas perceptuales y basado en la entrevista a la experta Valentina Rognoli (Politecnico di milano), se proyectó la identidad que se espera obtener del nuevo material, para así seleccionar los atributos a testear mediante un diferencial semántico registrados en una escala de valores -4 a 4.

Se distribuyeron los atributos en 3 ejes según la profundidad del proceso cognitivo necesario para percibir.

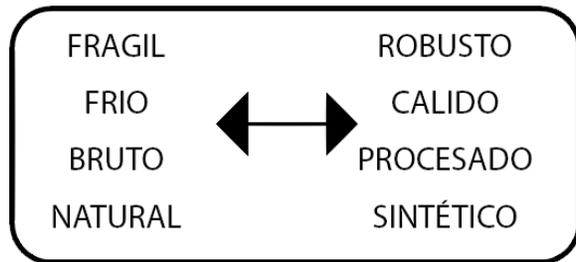
Primer nivel, se limita a la sensación directa de los sentidos sobre el material, en este caso vista y tacto.



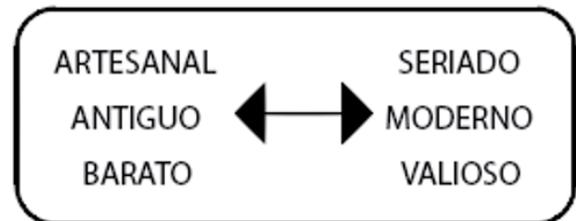
Ser de probetas a testear.



Segundo nivel, requiere de un conocimiento experiencial del comportamiento de otros materiales.



Tercer nivel, etapa más profunda de percepción, es necesario poseer un conocimiento experiencial y simbólico acerca de otros productos.



## SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Basados en una muestra representativa, propuesta por Valentina Rognoli, se determinó una muestra de 30 (32 para efectos de paridad) personas para un primer estudio. La muestra contempla tres consideraciones iniciales.

En primer lugar, se considera separar los grupos muestrales según conocimiento previo de trabajo con materiales (Grupo 1) y aquellos que se desempeñan en otro tipo de ocupaciones (Grupo 2), esto influirá la carga simbólica que se tenga al momento de percibir un material.

Paralelo a esto, entendiendo que el relato con el que se presenta una nueva situación afecta la percepción que un individuo tiene de esta, se dividirán los grupos entre quienes tengan el relato del material al momento de la prueba y a quienes se les restringirá dicha información hasta después del llenado de la ficha perceptual.



GRUPO 32 PERSONAS  
16 Grupo 1 / 16 Grupo 2



## RESULTADOS PRUEBA DE PERCEPCIÓN.

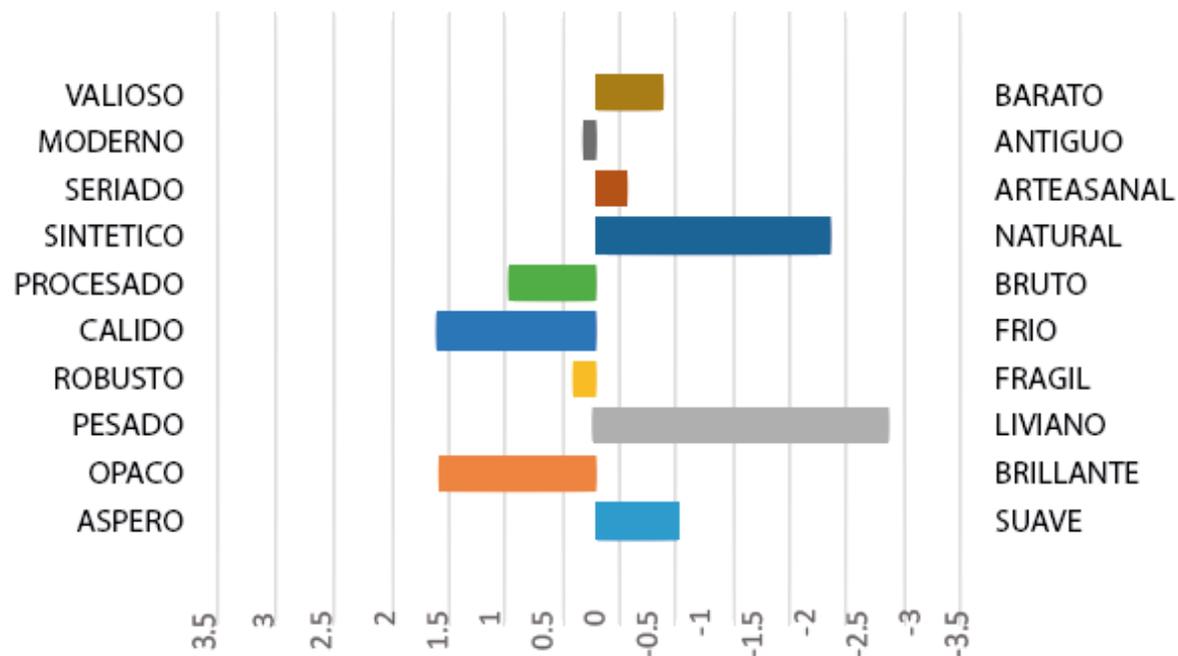


Gráfico del TOTAL de la muestra. Elaboración propia.

Los resultados se dividieron en 3 tipos, el análisis total de la muestra, el análisis según grupos de expertiz y el análisis según conocimiento del relato.

El análisis **TOTAL DE LA MUESTRA** arroja los siguientes promedios. Cabe resaltar lo que en líneas generales los atributos con una tendencia más marcada son LIVIANO y NATURAL, los que alcanzan un promedio de casi 3 puntos.

Atributos como Moderno-Antiguo y Robusto-Frágil, rodea valores cercanos a 0 siendo aspectos con gran variación de respuestas.

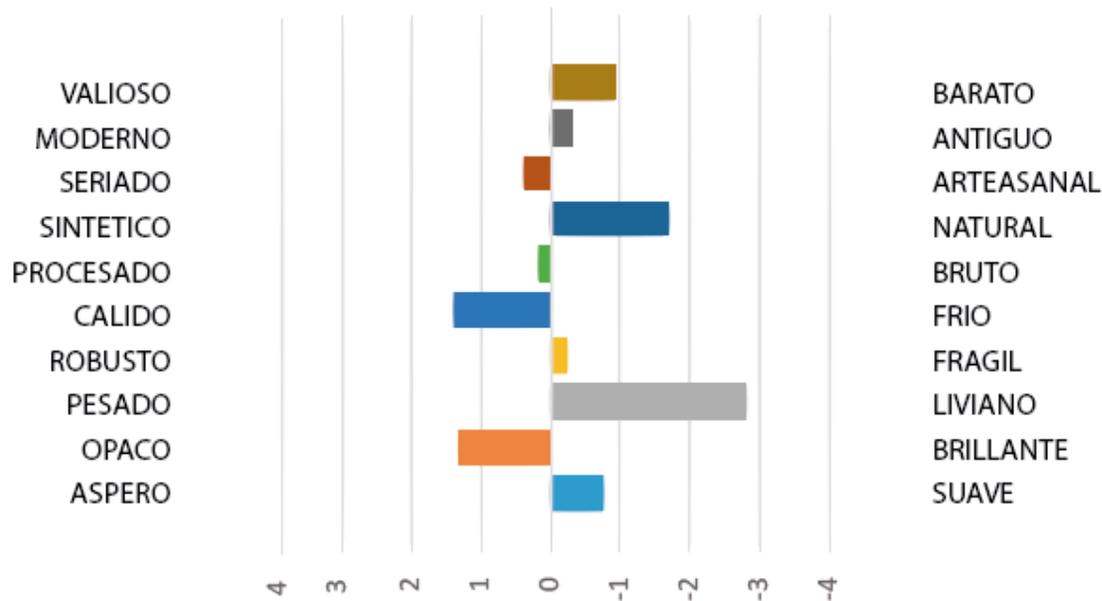


Gráfico del TOTAL G1 de la muestra. Elaboración propia.

El análisis POR GRUPOS arroja los siguientes promedios.

Los atributos LIVIANO y NATURAL siguen siendo valores altos. Se destaca que el atributo SERIADO aparece ya que se presume el conocimiento previo del proceso de un material laminado.

Se reconoce como FRÁGIL por la misma razón.

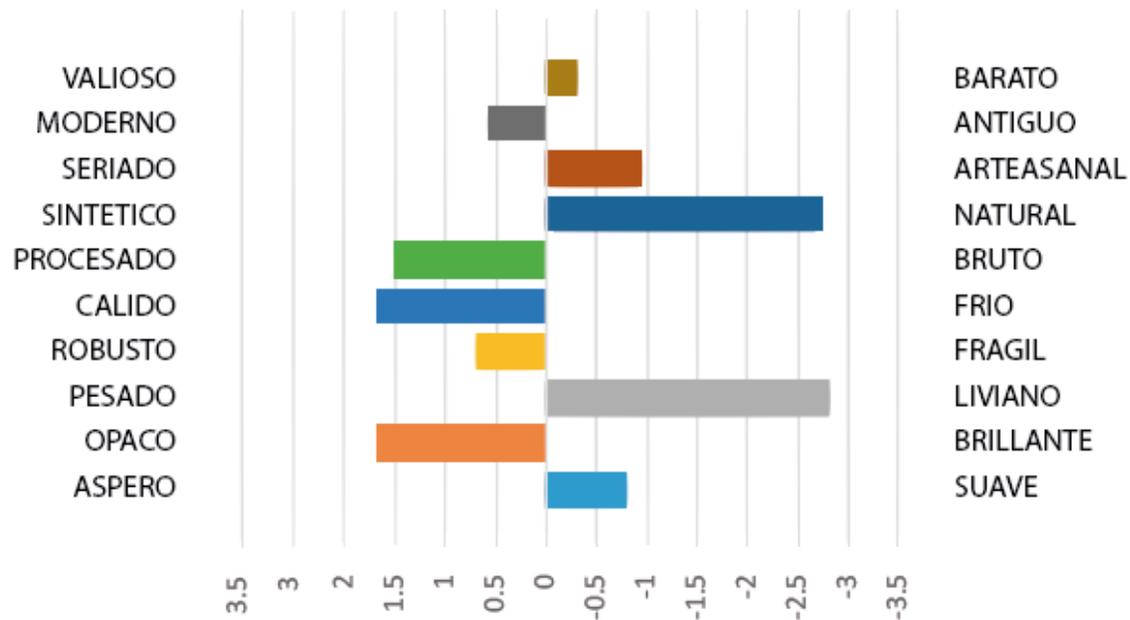


Gráfico del TOTAL G2 de la muestra. Elaboración propia.

El análisis POR GRUPOS arroja los siguientes promedios.

Presumiblemente debido al desconocimiento de procesos productivos se observa un crecimiento en los atributos PROCESADO y ARTESANAL.

El aspecto de la resistencia del material también presenta diferencias con el grupo 1, siendo ROBUSTO el que marca la tendencia.

La percepción del estilo a diferencia del caso anterior tiende a MODERNO.

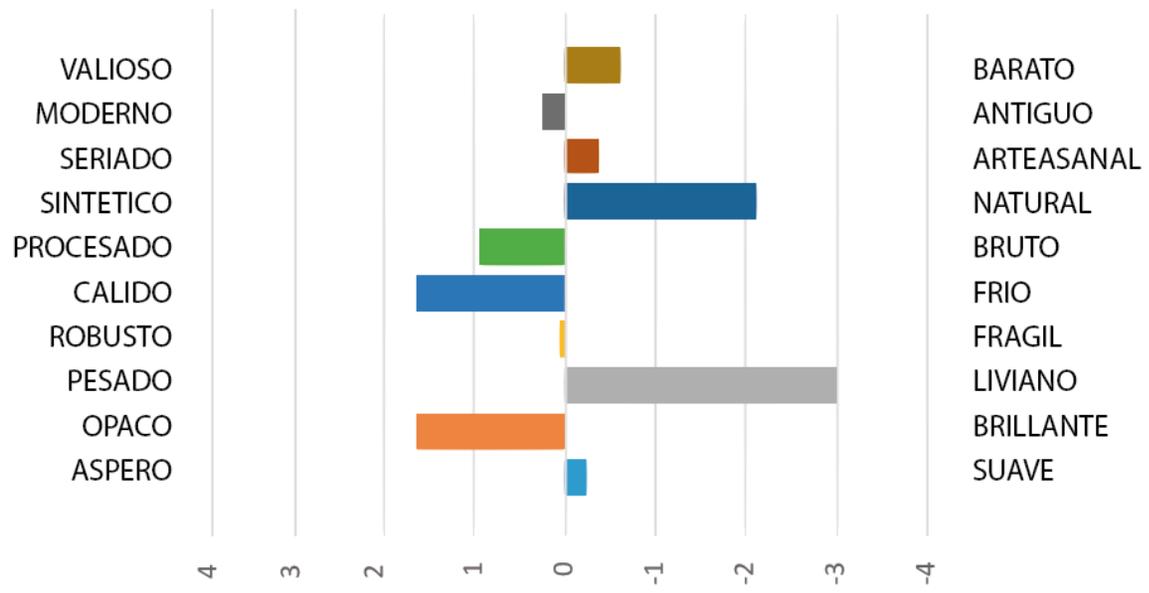


Gráfico del TOTAL CON RELATO de la muestra. Elaboración propia.

El análisis POR CONOCIMIENTO DEL RELATO arroja los siguientes promedios.

El relato afecta a los individuos en menor medida de lo esperado, observando variaciones mínimas en el tercer nivel cognitivo.

Cabe destacar una leve diferenciación en el valor de lo NATURAL, siendo en el caso Sin Relato, percibido como un objeto de mayor aspecto NATURAL.

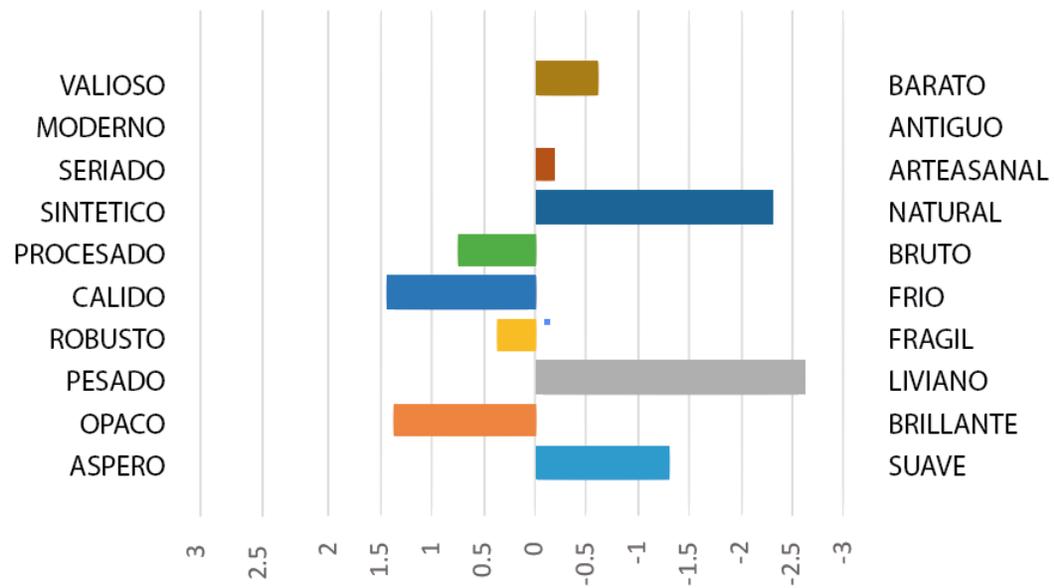


Gráfico del TOTAL SIN RELATO de la muestra. Elaboración propia.

## CONCLUSIONES PRUEBA DE PERCEPCIÓN.

El desconocer el relato no muestra variaciones significativas en este tamaño muestral. Se observa una leve variación en cuanto al aspecto de estilo, se presume que el hecho de ser un material reciclado atribuye el objeto a la tendencia actual del reciclaje y lo hace percibir más MODERNO.

El campo de observaciones opcionales arroja algunos aspectos no considerados en el ejercicio de las pruebas perceptuales. En varios casos se observó el material como un elemento versátil, ya que fue sometido a manipulaciones mecánicas y se resaltó tanto su capacidad elástica como su liviandad.

Los puntos de mayor conflicto los atribuyeron al aspecto BARATO-VALIOSO, siendo resaltado en las muestras con relato que sabiendo que era BARATO en su elaboración poseía un alto aspecto VALIOSO.

El acabado superficial llamó la atención y el hecho de poseer distintas sensaciones a favor y en contra de la fibra de la corteza fue

resaltada en varias ocasiones.

La absorción de energía fue puesta en tela de juicio en casos de individuos que se dedicaban a trabajar con materiales.

Comentarios realizados por profesionales que se mueven en el área bioquímica hacen referencia a cuidar la unión molecular entre las láminas en presencia de humedad en las muestras.

## METODOLOGÍA DESARROLLO DE PRODUCTOS.

Para dar un mayor sustento a la investigación del material, se opta por realizar distintos prototipos de objetos reales que cumplan con validar una o más propiedades del material mismo y/o su propuesta de aplicación en una eventual aplicación del mismo en el mercado.

Se realiza una investigación en dos ejes principales para así potenciar el desarrollo de cada producto, paralelamente a la línea de investigación de material se indaga en concepto de investigación de mercado para así llegar a un prototipo testearle en situación real de las características del material.

Ya obtenidos los datos mecánicos y perceptuales del material laminado de corteza de Eucalyptus globulus, se realiza una investigación de los elementos básicos de negocio aplicado a los potenciales clientes.

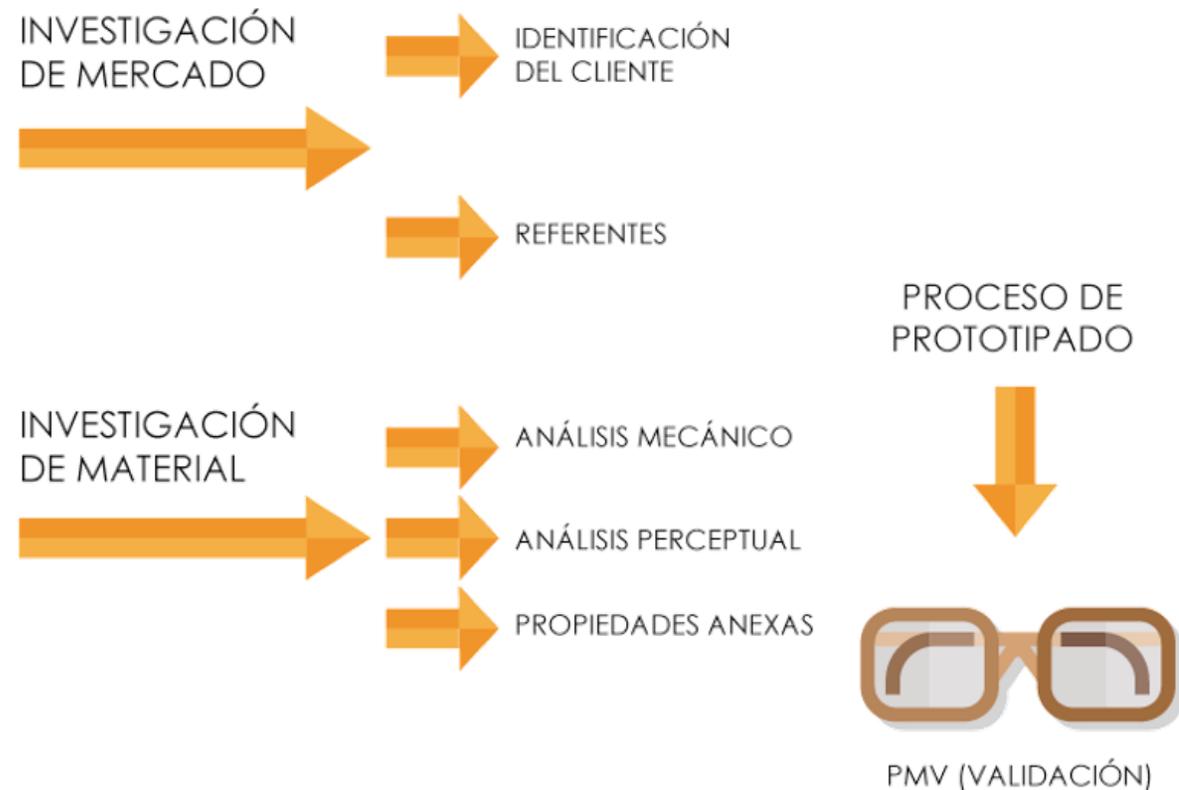
Este proceso arroja los lineamientos basales de las posibilidades de diseño y una vez complementado con el análisis del material, determinar cuál será el producto a testear y cuáles

serán los objetivos a comprobar de cada uno.

Una vez caracterizado los dos ejes, elementos tales como el esfuerzo de flexión determinan las características que puede tener un objeto diseñado con el material y las observaciones de negocio acotarán las posibilidades según los requerimientos de mercado.

Una vez determinados los prototipos mínimos viables, estos se someten a su venta, para así realizar un testeo real de las hipótesis introducidas a cada producto.

Posterior a esto se realiza un proceso iterativo de las fallas y correcciones del producto, las cuales son registradas en un análisis de defectología.



Metodología utilizada para escoger productos a testear. Elaboración propia.

## MODELO DE NEGOCIOS APLICADO A PRODUCTOS.

Para poder entender a quién va dirigido el producto y como las variables del cliente eventualmente afectan su proceso de diseño y comercialización se opta por utilizar herramientas del mundo de los negocios.

En este nivel de proyección se utiliza la herramienta acuñada por Alexander Osterwalder, el Business Model Canvas, la cual consiste en un lienzo tipo mapa mental que separa un negocio, producto o servicio en 9 ejes temáticos a tratar por separado y los que a modo proyectual se determinan a la hora de iniciar un negocio (Andrade, Sebastián 2012).

Estos 9 ejes son:

1° Propuesta de Valor: Es aquella definición que apunta a comunicar cual es el valor principal del producto o servicio y, por ende, cual es la principal razón por la cual el cliente inicia la decisión de compra.

2° Actividades clave: Son aquellas actividades necesarias para que el producto o servicio llegue a las

manos del cliente, aquí se incluyen desde, por ejemplo, actividades de recolección de material hasta realizar los despachos de venta.

3° Recursos clave: Son los recursos necesarios para realizar la actividad relacionada con la implementación o venta del producto/servicio, pueden ser desde recursos monetarios hasta recursos humanos.

4° Socios clave: Son todos aquellos entes que con lo que una relación, sea monetaria o no, afectan positivamente el negocio. Aquí cabe destacar, por ejemplo, alianzas con influenciadores o proveedores.

5° Relación con clientes: Se refiere al tipo de comunicación que se tendrá con el cliente y como será esta relación. En este eje se encuentran tipos de relaciones como la venta directa, del negocio con el cliente u otros negocios, por ejemplo.

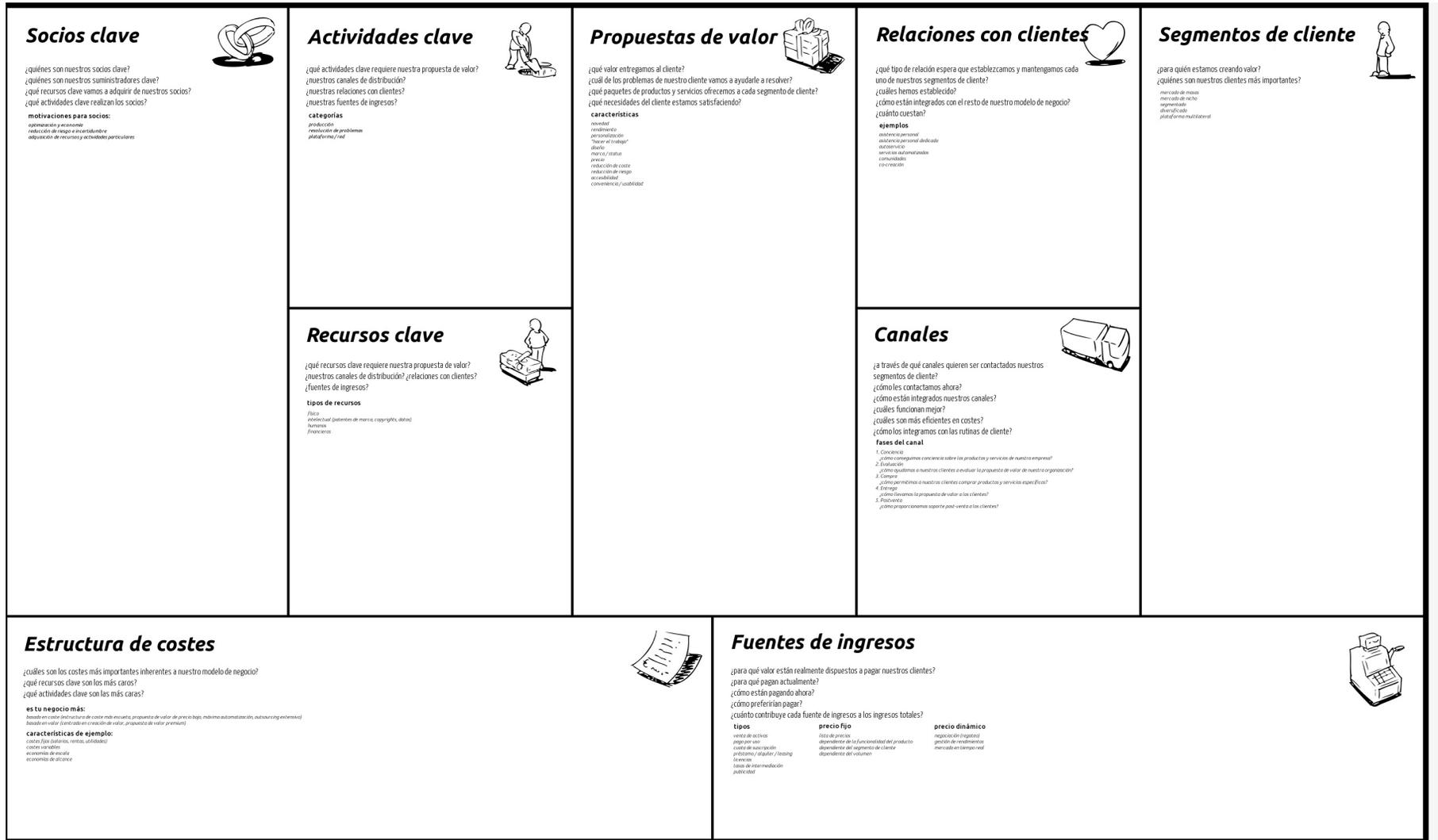
6° Canales: Se refiere a los medios por los cuales se realizará la comunicación y venta con el cliente, en estos casos puede tratarse de algún medio social como Facebook o venta por teléfono.

7° Segmentos de cliente: Es el

apartado en el que se caracteriza al cliente y se determinan mediante metodologías que indagan en las características, gustos, actividades, etc... de los clientes objetivos.

8° Estructura de costos: Son aquellos mecanismos y organigramas que determinan los egresos que tendrá el proyecto, incluyen desde gastos en compra de materiales, hasta pago de sueldos y publicidad.

9° Fuente de ingresos: Incluyen los métodos por los cuales el negocio obtendrá beneficios monetarios, ya sea por venta directa del producto o servicio, así como fuentes de ingreso anexas como la publicidad.



Modelo Canvas completo. Extraído de Innovacion.cl

## VP CANVAS

Entendiendo que el material trabajado se encuentra en fase de investigación y sabiendo que se necesita una rápida validación por parte del usuario de los factores que pueden influir en la aplicación del material a un producto, se utiliza una simplificación del Canvas de negocio, el VP Canvas.

El value proposition canvas (VP canvas) en un acercamiento detallado de los 2 ejes más importantes del modelo de negocio al momento de diseñar, la Propuesta de valor y el Segmento de cliente. Según Osterwalder, esto permitirá enfocarse en la simbiosis que ocurre entre estos ejes y como se ven afectados entre sí al observar o modificar cualquiera de los 2.

Como trabajo paralelo, se visualizan las siguientes matrices, cada una como un acercamiento a uno de estos dos ejes.

En lo que respecta al cliente, esta matriz nos permitirá mejorar su entendimiento y así visualizar aspectos de su vida diaria que puedan afectar tanto la propuesta de valor como los requerimientos de diseño a la hora de proyectar un producto.

Así, se divide este eje en los siguientes puntos a analizar. Cabe mencionar que este análisis se realiza de manera objetiva, dejando de lado por un momento la propuesta de valor tentativa que ya se ha proyectado.

Tareas de cliente: Se refiere a qué es lo que los clientes están tratando de hacer. Las actividades que realizan, los problemas que tienen que resolver o las necesidades que quieren satisfacer. Dicho de otro modo, es lo que el cliente quiere lograr con lo que se está ofreciendo como producto o servicio. Estas tareas pueden referirse a tareas funcionales, tales como podar el pasto, logros emocionales como sentirse seguro, logros sociales, por ejemplo, demostrar status o bien la satisfacción de alguna necesidad básica como la comunicación.

Dolores del cliente: Se refiere a las emociones negativas generadas al momento de realizar las tareas, estas pueden estar asociadas a los costos, la dificultad de realización de la actividad, el miedo a los riesgos (Tanto físicos como sociales), etc... Al analizar este punto podemos entender cuáles son las barreras que nuestra propuesta derriba y

cómo podemos lograr presentar un producto o servicio de alto valor para nuestro usuario/cliente objetivo.

Utilidad del cliente: Esto se refiere a los beneficios que esperaría obtener el cliente en una situación ideal, esto está directamente relacionado con los dolores que posee y las dificultades que tiene para llevar a cabo sus tareas.



Matriz 1. Elaboración propia.



Matriz 2. Elaboración propia.

Los elementos de la segunda matriz son los que ordenarán nuestra propuesta de valor, así se generará el relato de acuerdo a los elementos que satisfacen las necesidades, dolores y aspiraciones del cliente objetivo. Si la propuesta de valor es adecuada influenciará al cliente a realizar la decisión de compra. Para esto utilizamos la siguiente matriz y determinamos los elementos que darán el valor a la propuesta del producto o servicio. Los ejes a tratar son:

Producto o servicio: En concreto es el elemento central de la propuesta de valor y determinará que es lo que se está ofreciendo al cliente, responde a la pregunta ¿Qué? Y corresponde al inicio del relato.

Generador de utilidad: Corresponden a los elementos que generan un beneficio en el cliente, concretamente se presentan como las tareas que el producto o servicio permitirá realizar.

Aliviadores de Dolor: Esta sección determina los elementos que ayudan a contrarrestar los dolores observados en un cliente objetivo, esto será de suma importancia ya que diferenciará la experiencia del usuario al momento de realizar una actividad, disminuyendo sus dolores.

Se desprende de aquí la propuesta de valor del producto, aquella que engloba las características más importantes del producto y como esto afecta al cliente objetivo. Será de suma importancia para entender porque es valioso nuestro diseño y a quienes podemos llegar.

## MOODBOARD DE USUARIO.

Para tener una idea clara y visual de las posibilidades de las líneas de diseño, como referencia, a menudo se utilizan herramientas graficas que recopilan información acerca de los elementos que están presentes en los grupos de usuarios objetivos, sus entornos, elecciones, etc...

El moodboard de usuario consiste en una herramienta de diseño que permite recopilar una serie de imágenes relacionadas con un foco de interés y que nos permiten tomar decisiones a la hora de diseñar. Estas imágenes pueden estar enfocadas, por ejemplo, al tipo de accesorios que utiliza un segmento de usuario objetivo, sus lugares de vacaciones favoritos, la ropa que utiliza, etc...

De esta práctica se pueden extraer un gran número de elementos importantes y útiles para el proceso de diseño, como, por ejemplo, la paleta de colores adecuada para lanzar un producto en un segmento de usuario específico, el método de uso de iniciativas similares, el estilo del segmento y su relación con los objetos que lleva, la edad del

segmento, entre otros.

Esto se materializará en un apoyo en la definición de la identidad del producto, así como también

disminuirá las variables erróneas en el diseño ya que se parte de la base de iniciativas similares con elementos ya resueltos.



## APLICACIÓN A LINEA DE PRODUCTOS.

La aplicación de estas herramientas en el proceso de diseño de objetos a partir del material propuesto es fundamental, ya que nos permite agilizar el proceso de validación del producto disminuyendo las variables a testear.

Así el proceso expuesto en esta memoria complementa el área de diseño con herramientas del mundo de los negocios, con la finalidad de profundizar el proceso llevándolo a una experiencia real.

## PRIMERA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / UÑETAS PARA GUITARRA

El primer objeto a probar fue se menor tamaño y procesos requeridos, siendo escogido una uñeta para guitarra acústica para las pruebas. Se escogió este producto debido a su rápida fabricación y a que los cambios a realizar en las iteraciones son a escala pequeña.

Preliminarmente se escoge un mercado de nicho, los músicos de guitarras de

cuerda de nylon, ya que acota el público a buscar y posee la experiencia para destacar los atributos del material respecto a las uñetas plásticas a las que están acostumbrados. En cuanto a la búsqueda de referentes se encontraron distintos modelos y tipos de uñetas, siendo común en estas la forma, que responde al mínimo necesario para desarrollar bien su función.

Las uñetas clásicas de plástico juegan con sus colores y diseño mientras que las uñetas de madera se presentan como un objeto de lujo y líneas elegantes.

Actualmente no existe un proveedor que fabrique uñetas de madera en Chile, por lo que se abre una posibilidad de generar mercado.



## REFERENTES.



M.J.M Plectro



Púas de madera Haldu

## **OBJETIVO DEL PRODUCTO.**

El objetivo de este producto se centra en realizar una prueba aplicada a un producto de la unión entre las capas de la laminación, así como también en testear la recepción del concepto del material por parte de un cliente, se escoge un formato pequeño para así generar un producto de rápido prototipado que permita una rápida retroalimentación para futuros productos.

## ***PROPIEDADES DESTACADAS.***

- Espesor continuo constante
- Resistencia del material en función de la distribución de la dirección de la fibra.

## VP CANVAS.

Dentro de las tareas funcionales de nuestro cliente destacan el tocar la guitarra con una uñeta, además de generar un buen sonido mientras lo hace.

En un segundo nivel son personas que tienden a buscar productos que tengan cierto grado de responsabilidad ambiental, por lo que entre dos opciones tienden a escoger la más “eco-amigable”.

Están descontentos con la oferta de accesorios para guitarra existente ya que las opciones se reducen a materiales plásticos, los que además de ser dañinos con el entorno y desechables, producen siempre el mismo sonido sintético.

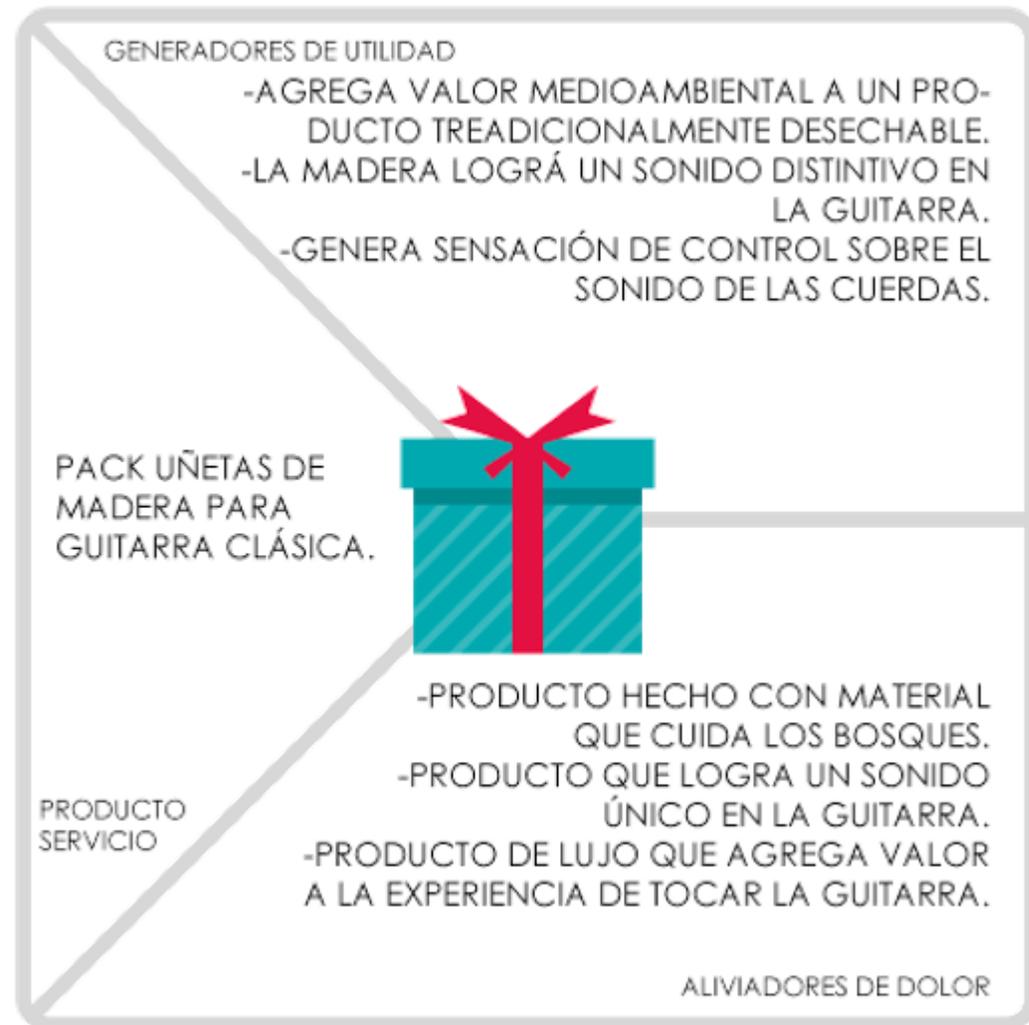
Teme ser visto como un agente que depreda el medio ambiente y tiende a mostrar al resto acciones que prueben lo contrario.

Es una persona muy preocupada de los detalles, así como perfeccionista y detallista, lo que hace que factores como las diferencias mínimas de sonido entre el plástico y madera son temas relevantes.



Como propuesta de producto se instala este pack de uñetas de guitarra que viene a satisfacer las necesidades de "tranquilidad ambiental" de un cliente, quien además ve un producto que se preocupa de elementos tales como el packaging y detalles como la mantención de la uñeta.

Entrega una visión medioambiental que agrega valor al producto y propone estas uñetas como una alternativa que logra un muy buen sonido, son exclusivas y proyecta los valores morales del usuario a través de su preocupación acerca de la procedencia de los objetos que consume.



## MOODBOARD.

Un estudio preliminar del mercado arrojó que el producto responde a un mercado de nicho, compuesto por jóvenes músicos de entre 20 y 35 años, amantes de la música. Poseen un nivel de adquisición medio-alto y se identifican por la utilización de objetos y accesorios de alto valor agregado medioambiental.

Son personas que disfrutan de los momentos a solas, y que en esa soledad se dedican a buscar un sonido controlado y armónico en sus guitarras.

Son consumidores de artículos de "detalle", compran accesorios para su pasatiempo, relacionados con la música.

Tienen una gran afición con los artículos que salen de lo común y en especial a los que están fabricados en materiales alternativos y que propone la utilización de otras materias primas para un objeto cotidiano.

Suele frecuentar las inmediaciones de las tiendas de música, ya sea para comprar algo o ver las curiosidades del lugar.

Sabe apreciar un producto en los detalles y gusta de accesorios poco comunes.

Podemos encontrar líneas sencillas en lo que compra, siendo más importante lo que representa a la estética del producto, ya que suele ser simple y directa.



De aquí se desprende que nuestras uñetas deben obedecer a un producto de lujo, y estar orientadas en su totalidad, desde su textura hasta el packaging, a reflejar su valor medioambiental agregado. Se opta por mantener el atributo de la textura superficial de la corteza, ya que además de aportar un tema interesante en la estética del producto, agrega una apariencia de producto proveniente directamente de la naturaleza.

## OBJETIVO DEL PROTOTIPO:

- Prototipar el proceso de unión de capas en secciones de pequeñas del material.
- Testear el control de curvaturas en secciones pequeñas.
- Testear la recepción del material aplicada a un producto.
- Determinar los parámetros de corte y grabado laser sobre el material.

## PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.

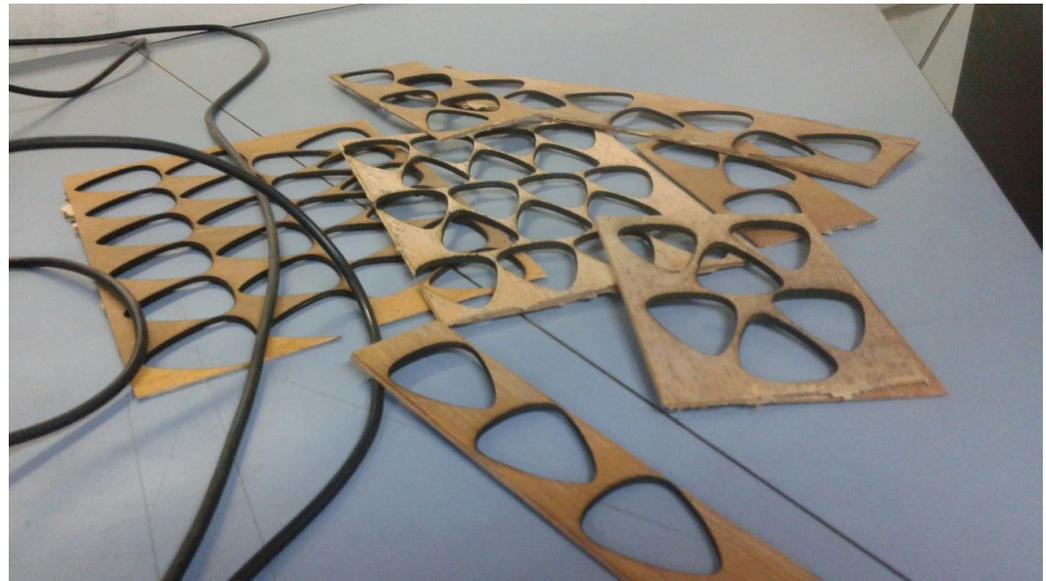
Se mantuvieron los tiempos de hidratación y prensado (8 min y 48 hr respectivamente), pero se fabricó con adhesivo Titenbond 50.

Las direcciones de las fibras se distribuyeron de forma paralela y perpendicular, con el fin de determinar cual tendría un mejor desempeño. Se trabajó con espesores totales desde los 2 hasta los 3 mm.

Se vectorizó la forma final de la uñeta y se realizaron los cortes mediante método de corte laser.



Arriba: Placas fabricadas / Abajo: Corte laser.





### **ANÁLISIS DE DEFECTOLOGÍA:**

- Defectos: Curvatura indeseada al utilizar dos capas de dirección de fibra opuesta.
- Imprecisión al momento de pulsar la cuerda.
- Ventajas: Dirección de fibra opuesta da resistencia en ambos sentidos de flexión.

## PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 2.

El primer prototipo a testear arrojó como resultado una curvatura indeseada en el cuerpo de la uñeta, si bien tenía un carácter atractivo y un agarre que se amoldaba a la curvatura de los dedos, las pruebas con el usuario arrojaron imprecisión a la hora de pulsar la cuerda.

Se optó por utilizar para el segundo prototipo dos capas con la misma dirección de fibra, debido a que el esfuerzo de flexión se realiza solo en un sentido y se corrige de paso la imprecisión de la versión anterior.

### OBJETIVO DEL PRODUCTO:

- Traspasar el atributo “natural” al producto.
- Apalejar desgaste en la punta de la uñeta.
- Incluir packaging.

El segundo testeo arrojó mejores prestaciones al momento del uso de la uñeta, se aplica aceite de oliva en la punta de la uñeta para aumentar su vida útil.

La recepción del producto es positiva y se recalca el valor medio ambiental por parte del usuario.

Al proporcionar un producto de forma muy similar a su homólogo de plástico, el usuario centra las observaciones en la diferencia del sonido obtenido.

Se utiliza como sello del packagin velcro, el cual no tiene la fuerza necesaria para resistir de forma óptima el movimiento repetitivo de apertura y cierre.

El lenguaje del empaque no facilita entender cómo se abre la caja de uñetas.



Las mejoras realizadas fueron a nivel de packagin, se optó por cambiar el sistema de cierre de velcro a un cierre tipo broche.

Se modificó la forma del packagin para agregar un lenguaje de apertura.

Se agregó una pequeña lija para traspasar el estado de la uñeta al usuario, quien se hace cargo de la mantención.

Se llegó al prototipo final de las uñetas, las cuales fueron presentadas en forma de un pack de 3 unidades y se ofrecieron al público mediante las redes sociales.







## CONCLUSIÓN PRIMER PRODUCTO.

El primer objeto a prototipar determina que, si es factible fabricar productos por adhesión de capas y que estos tienen un comportamiento similar a la madera maciza en estos formatos pequeños.

La dirección de la fibra juega un papel importante ya que incluso en formatos pequeños una contraveta genera curvaturas indeseadas posteriores.

Se pueden generar curvaturas con cierto grado de control dependiendo de la curvatura inicial de la corteza, pero para este caso dicha curva genera complicaciones en el uso. }

El producto final es capaz de transmitir su procedencia en su lenguaje visual, ya que la corteza a la vista da la impresión de madera poco procesada. La armonía packaging/ Lenguaje de producto es aceptable.

## SEGUNDA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / LUMINARIA.

Con el objetivo de diversificar las posibilidades de aplicación del material a productos y explorar las posibilidades de diseño en un producto que de la libertad de aplicar la materialidad en un sistema que no posea mecanismos complejos ni exigencias mecánicas compuestas, se escogió como segundo producto una luminaria fabricada a partir de laminación de corteza de eucalipto.

### REFERENTES.



Majalah desain ruman



Lampara años 70 todocoleccion.net



Luce.net



Ayudaparamanualidades.com

## **OBJETIVO DEL PRODUCTO.**

Prototipar un producto que aproveche las ventajas del proceso de laminación de elementos curvos en formas simples, para testear la recepción del producto por parte del usuario aplicado a un elemento mayormente estético, una luminaria.

Así mismo se busca probar la unión del material de corteza a elementos plásticos.

## ***PROPIEDADES DESTACADAS.***

-Factibilidad de generar curvas simples en sentido de la fibra de la corteza.

## VP CANVAS.

En el caso de este producto algunos elementos de valor agregado permanecen iguales en comparación a las uñetas, siendo estos elementos los que se refieren a la procedencia del material y su método de fabricación.

A diferencia del caso anterior donde se buscaba una funcionalidad que permitía realizar una labor de manera distinta a causa del cambio en la materialidad del producto, aquí podemos observar que el material mismo de la luminaria no afecta al uso que se le da al producto. Como consecuencia los dolores funcionales de alguien que quiere utilizar una luminaria no estarán relacionados con nuestro material mismo.

Ahora bien, los elementos simbólicos y los problemas morales del usuario si dan cabida a ser solucionados con el material de corteza.

Se observan diferencias ya que el cliente busca iluminar sus espacios y generar ambiente con un producto que añada valores estéticos al lugar donde se ponga. Un elemento

importante que se agrega es que se aprecian los productos de madera pero existe cierta culpa al adquirirlos.



Las utilidades principales que ofrece el producto son que permite tener objetos de “madera” pero se elimina el factor de culpa.

Funcionalmente la luminaria responde a un objeto capaz de iluminar espacios de manera controlada y generar personalizaciones de ambientes según se requiera.



## MOODBOARD.

El tipo de usuario en este caso abarca un rango etéreo de 28 a 40 años, indistinto del género amantes de la naturaleza y que disfrutan realizar actividades de desarrollo personal, tales como, pasear, cultivar amistades o leer.

De nivel económico medio-alto, son personas que se preocupan de realizar tareas mediante un objeto especialmente diseñado para ellas, y a adquirir productos únicos que le aportan el control de las variables de su entorno.

Por ejemplo, un exhibidor de vinos que mantiene el ángulo preciso de inclinación de la botella o un descanso de gato para radiadores.

Las líneas formales son sencillas y de formas definidas y más bien geométricas. A los objetos en sí mismos les atribuyen tanta importancia funcional como estética.



## PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.

Se diseña un modelo tentativo que aprovecha la posibilidad de generar formas curvas a partir de la laminación de capas de corteza, se utiliza una forma circular para probar la estabilidad del laminado curvo.

Se modela un modelo en el software Autodesk Inventor para así extraer las medidas necesarias para el proceso de laminación, y se diseñan las piezas que serán necesarias para fabricar la luminaria.

Las piezas anexas se proyectan en impresión 3D, para así facilitar el proceso iterativo.

Cabe mencionar que el concepto detrás del material es la utilización de desechos forestales de árboles no talados, por lo que la utilización de madera aserrada para dichas piezas se descarta.

El modelo consta de 8 aros unidos a un eje, el que permite moverlos de manera independiente para así controlar la dirección e intensidad de la luz de manera manual.



## OBJETIVO DEL PROTOTIPO:

-Prototipar un producto que aproveche las ventajas del proceso de laminación de elementos curvos en formas simples.

-Testear la recepción del producto por parte del usuario aplicado a un elemento mayormente estético.

-Testear la unión del material con elementos plásticos.

## FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.

Para la fabricación de los elementos laminares de la luminaria se fabrica una prensa artesanal con tubos de PVC.

Se determinan las zonas donde serán ubicadas las láminas, las que previamente son calculadas en el software de modelamiento digital.

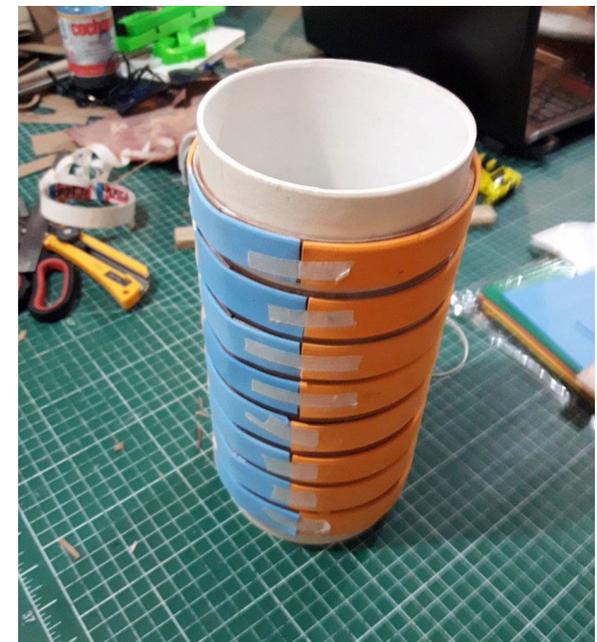
Las láminas corresponden a un corte rectangular y delgado extraído a partir de cortezas de 1.5 mm promedio, las cuales fueron hidratadas por 10 minutos en agua a 20 ° Celsius.

Una vez cortadas son ubicadas en su lugar y adheridas con adhesivo PVA Titebon 50. Se fijan provisoriamente con cinta adhesiva tape para mantener su posición.



Para lograr una presión pareja y minimizar los puntos donde se producen menos adhesión se recubren las laminaciones con una tira de goma tipo eva.

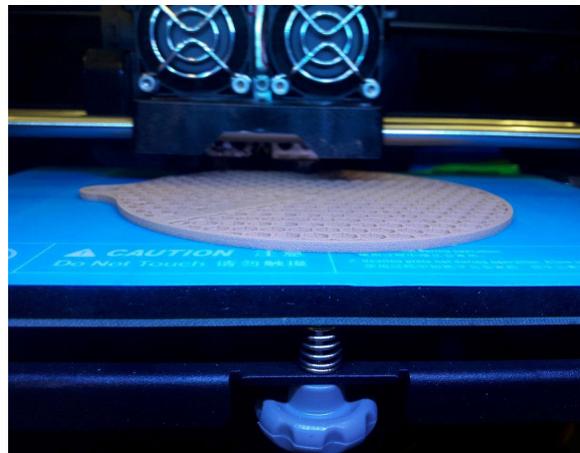
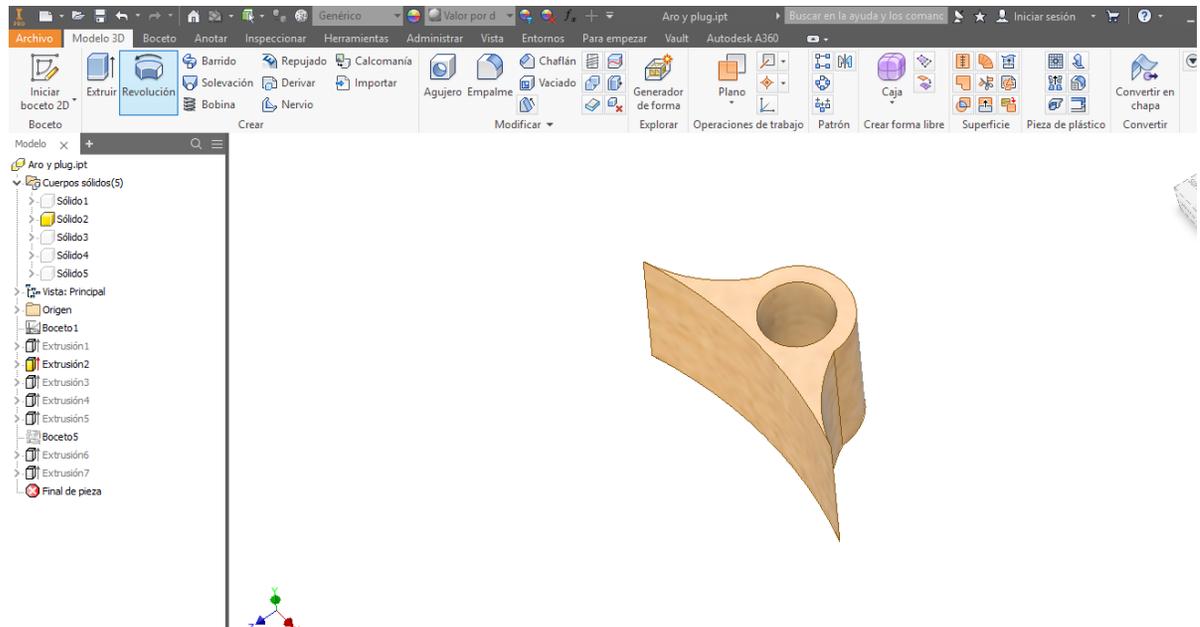
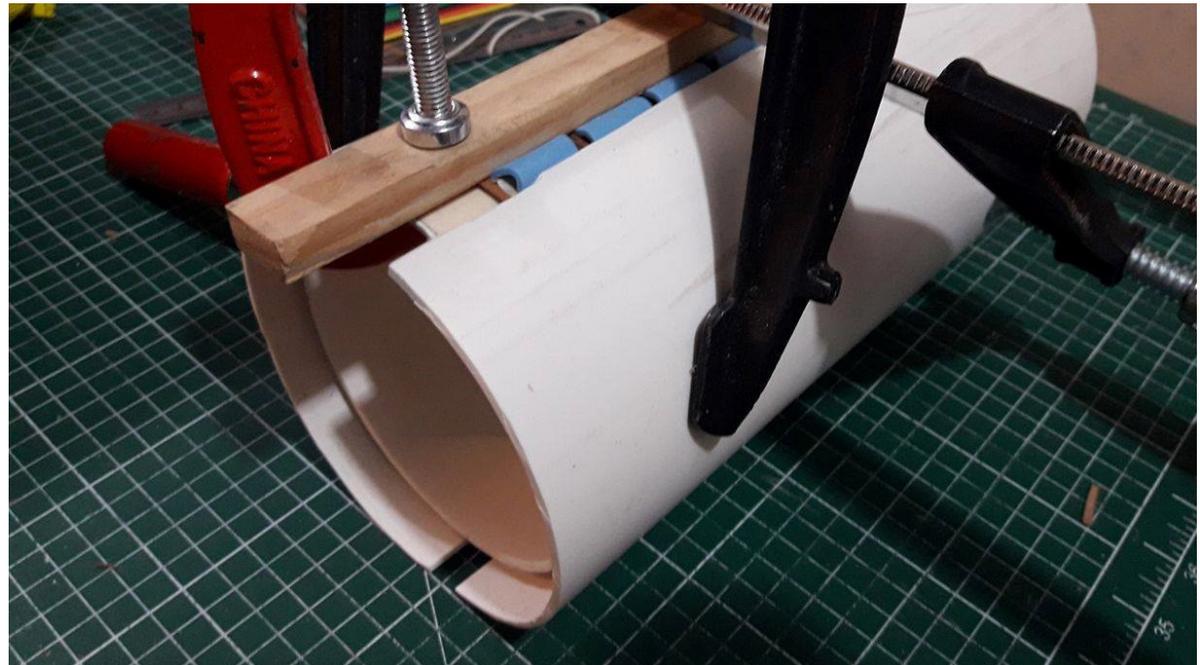
Esto repartirá la presión uniformemente.



Para ejercer la presión necesaria, un segundo tubo es colocado sobre los elementos a modo de camisa, la zona donde quedaron alineados los inicios y términos de las tiras son fijadas con un elemento extra para propiciar la unión de sus puntas.

Las piezas de unión son diseñadas en impresas mediante impresión 3D en material Polywood, que asemeja la terminación de la madera.

Como eje se utiliza una barra de acero inoxidable de 3/8.



Los tiempos de secado de los aros se mantiene en 48 horas, los cuales son dejados al aire libre por 6 horas más una vez extraídos de las prensas.

Finalmente son adheridas las piezas impresas a los aros mediante resina.







## CONCLUSIÓN SEGUNDO PRODUCTO.

El prototipo evidencia que el posible trabajar curvaturas simples estables mediante el proceso de laminación de corteza de eucaliptus, siendo de suma importancia la repartición de las fuerzas sobre la totalidad de su superficie.

En cuanto la hermeticidad en el proceso de prensado resulta importante buscar una solución que no atrape la húmedas dentro de la laminación, esto acelerará los procesos de secado.

La unión de elementos plásticos a la corteza resulta en un buen resultado. Al momento de realizar la unión con resina es imprescindible revisar que la superficie de la corteza no se encuentre con desprendimiento, siendo esta la principal causa de falla, ya que el adhesivo se adhiere a una capa suelta. Para los productos que lo permitan se recomienda realizar pequeños surcos en la superficie que permitan una mejor fijación.

La corteza si bien puede mantener la forma una vez curvada, debe ser pegada y cortada con un buen set

de matrices, ya que para el caso de este diseño de luminaria el calce entre aros y ángulo con el eje deben ser perfectos.

Para este diseño de luminaria el calce entre aros y ángulo con el eje deben ser perfectos.

## TERCERA PRUEBA DE APLICACIÓN OBJETUAL / MARCO DE LENTES.

El tercer objeto tentativo fue un par de marcos de lentes de corteza. Se aprovechó el hecho de fabricar un producto que conceptualmente ya está validado en el mercado para la aplicación del material.

Para ello se diseñó un diseño simple el cuál es fabricado mediante procesos de laminación.

El objetivo del producto es identificar el comportamiento del material en un producto que está sometido a fuerzas en distintos ejes y su comportamiento en la interacción con otros materiales, por ejemplo, la unión con el cristal y la fijación con bisagras atornilladas.

Se busca poder traspasar el proceso de curvado de chapas de madera al material y corteza mediante el diseño y fabricación de moldes de prensado fabricados con tecnologías de prototipado rápido.

En el mercado se encuentran disponibles distintas opciones de este producto, siendo este un producto de un alto precio que está orientado

grupo socioeconómicos medio-alto.

Lo que se encuentra como referente son anteojos de madera de distintos tipos, desde maderas tradicionales, nativas, recicladas y de árboles caídos, pero no existe una alternativa que utilice un desecho forestal natural como materia prima en su proceso productivo.

### REFERENTES.



Anteojos Bonoboss.

Este punto es muy importante ya que es donde radica la fuerza de la propuesta conceptual de un producto fabricado a partir de corteza.



Anteojos Panda.



Anteojos Karun.

## **OBJETIVO DEL PRODUCTO.**

El objetivo principal de este producto es testear el comportamiento del material en curvaturas complejas, logrando un producto que aprovecha la posibilidad de curvatura que tiene la laminación de corteza en secciones medias. Además se busca dotar a un producto muy elaborado de los conceptos del material hallados en la prueba de percepción.

## ***PROPIEDADES DESTACADAS.***

-Espesor continuo constante

-Posibilidad de controlar la curvatura según el orden y orientación de las capas.

## VP CANVAS.

En este caso el cliente, al igual que en los productos anteriores, tiende a valorar aquellos productos que tienen agregado un valor medioambiental en su fabricación, pero además busca proyectarlo a sus círculos sociales.

Las tareas funcionales se asumen estar cubiertas y el producto debe satisfacer los estándares de calidad del usuario, por lo que son los otros atributos los que principalmente determinan la decisión de compra.

La proyección del material como un proceso alternativo y poco común es algo en lo que el cliente se fija al buscar un marco de madera, y al estar dentro del campo visual del rostro es algo que se ve a primera vista.

Tiene miedo a no sobresalir y sentirse parte del grupo no consiente, por lo que opta por productos que visualmente comunican muy bien ese concepto. Esto lo logra a través de la proyección de una marca conocida o ciertas calidades superficiales que dejan ver que sus productos son "ecoamigables".



Al tener una conciencia medioambiental alta, también busca en la utilidad productos que directamente estén aportando a la causa del cuidado del medioambiente y, si bien el proyectar una imagen es importante, sus elecciones pesan más por objetos con alto impacto en el cuidado del planeta.

Podemos observar los elementos que responden a los dolores y tareas del cliente, los cuales dan lineamientos para enfrentar la labor del diseño de los anteojos.

Es menester mantener la textura superficial de la corteza ya que esto comunicara la procedencia del producto, que es de madera, y además su aspecto gastado y sin alisar supondrá que el origen de dicha madera se aleja de los procesos más industrializados.

El mismo punto anterior pondrá en el mercado y para el cliente un producto único, con una propuesta de valor diferente a las demás ya que actualmente este tipo de productos son proveniente de procesos industriales donde en algún momento de su ciclo propiciaron la tala de un árbol.

El usuario espera un producto con alto nivel de preocupación por los detalles y que la marca sea fiel a su propuesta de valor, esto afecta directamente a los elementos laterales de los anteojos, ya que su packaging debe estar alineado también con el valor medioambiental.



## MOODBOARD.

Este grupo objetivo comprende personas entre 25 y 35 años de un nivel socioeconómico medio alto, suele frecuentar lugares de moda y accesorios alternativos y adquirir productos que aportan más por su simbolismo que por su funcionalidad.

Suelen darles una segunda vida a objetos antiguos.

En los objetos que adquieren suelen encontrarse estilos bien definidos individualmente, y las superficies suelen caracterizarse por ir en contra de los acabados lisos y minimalistas.



## OBJETIVO DEL PROTOTIPO:

-Prototipar el proceso de unión de capas en secciones de tamaño medio.

-Testear el control de curvaturas en secciones medias.

-Testear la recepción del material aplicada a un producto.

-Probar el comportamiento del material en relación a la unión con otros componentes.

## PROCESO DE FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.

Se utilizaron 4 chapas opuestas cuya dirección de fibra forma 90°. Los tiempos de hidratación y prensado se mantuvieron en 8 min y 48 hr, respectivamente. El adhesivo utilizado fue PVA carpintero Solcrom.

El resultado presentó una leve curvatura, la que se vio disminuida por la superficie total luego del corte laser.

Los parámetros utilizados para el corte por láser CNC, luego de varios ensayos, fueron los mismo utilizados

para el corte en MDF de espesor similar.

El resultado final presenta fallas estructurales, lo que dificultó al técnico para instalar los cristales y bisagras. El material se desprendió fácilmente de la chapa superior y esto provocó una rotura en la zona delgada.

Se propone mejora el adhesivo y la distribución de las chapas, tanto en su dirección como en su orden.

En cuanto al aspecto formal se infiere que una forma acorde a la resistencia del material podría compensar las fallas estructurales.



## FABRICACIÓN DE PROTOTIPO 1.

### OBJETIVO DEL PROTOTIPO:

-Testear la metodología de laminación sobre molde aplicada al material.

-Otorgar al producto la resistencia necesaria en los puntos críticos de la estructura.

-Agregar un valor y transformar el lente en un artículo de lujo.

Para aprovechar una de las principales cualidades de la laminación de madera, la que permite generar secciones laminares curvas mediante superposición de capas, se opta por desarrollar la aplicación del material a estos marcos de lentes.

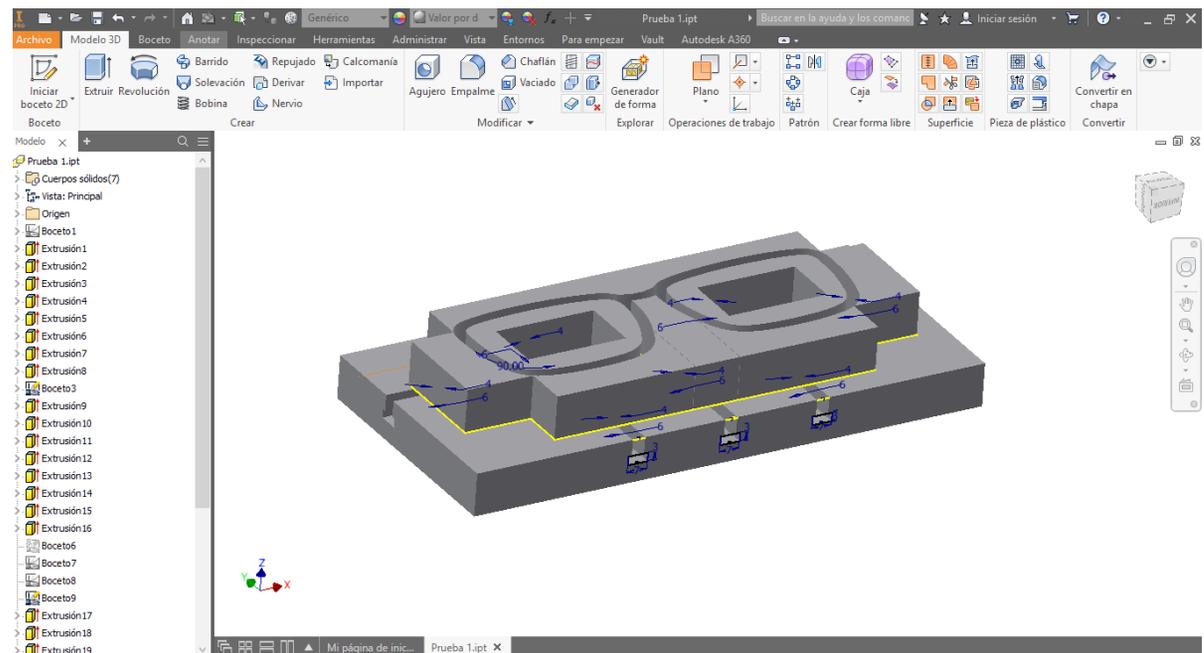
Esto con el fin de corregir las fracturas indeseadas en el material.

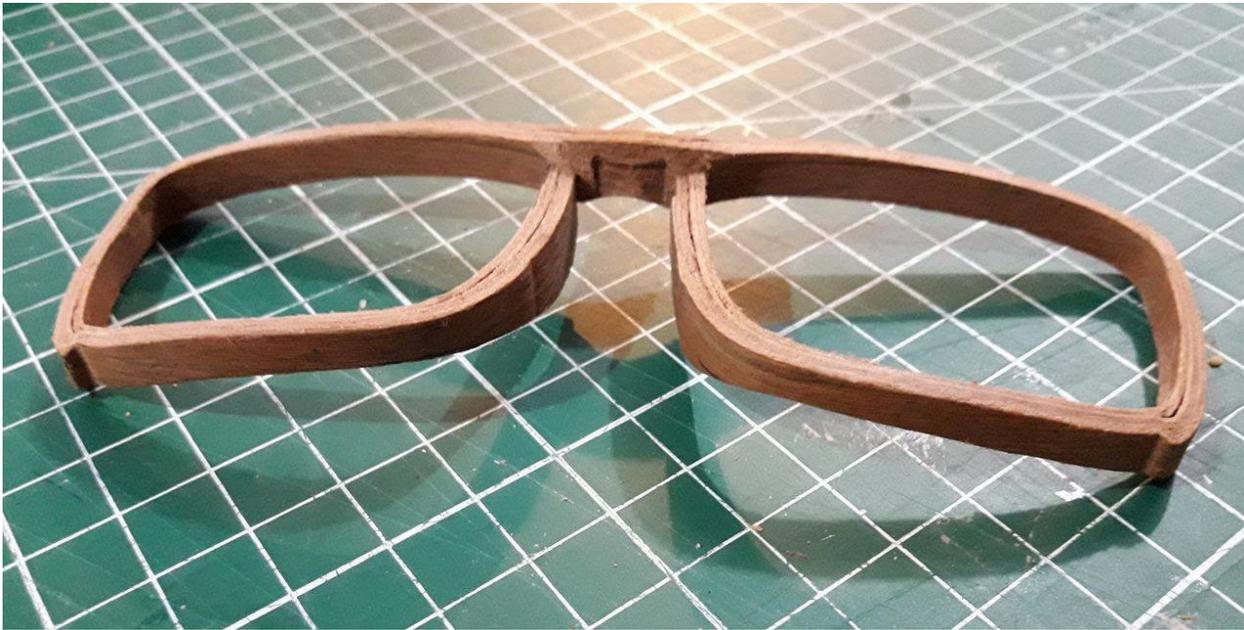
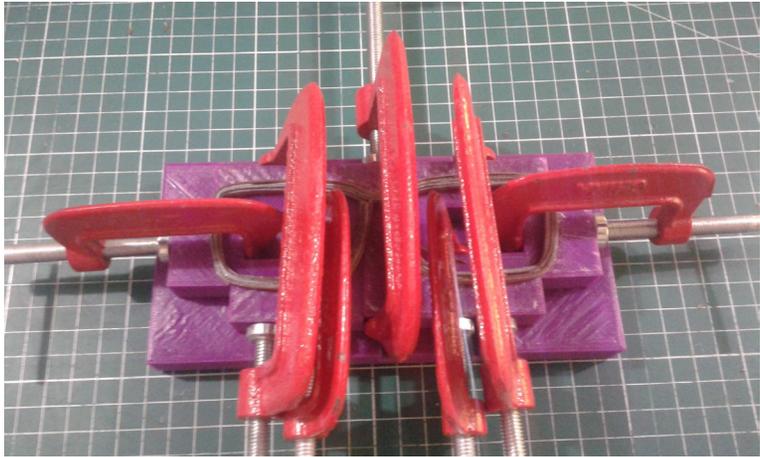
Se utilizan prensas tipo C y el material es prensado por 48 horas.

Se modela en el software Autodesk Inventor una matriz de curvado en material impreso PLA, con la forma final de los lentes.

Se cortan laminas delgadas de corteza de Eucalyptus las que son hidratadas por 20 minutos y dispuestas como los indica la figura x. El adhesivo utilizado es Titebond 50, aplicado en ambos lados de las chapas a unir.

Posteriormente el material prensado es cortado con un multitorno con la curvatura deseada de los marcos.





El primer prototipo arroja fallas a la vista.

Los puntos donde se unen los elementos que presan presentan una deformidad debido al canto de las piezas, en estos mismos puntos la unión de capas es notoriamente más deficiente.

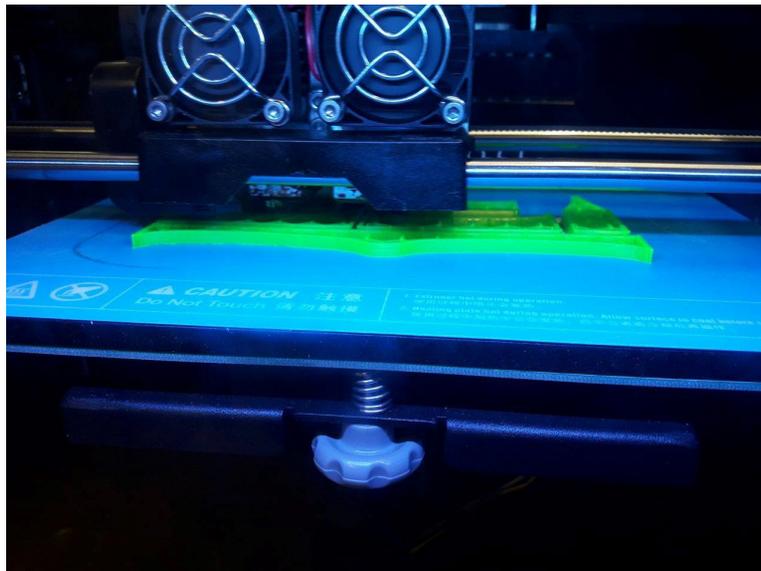
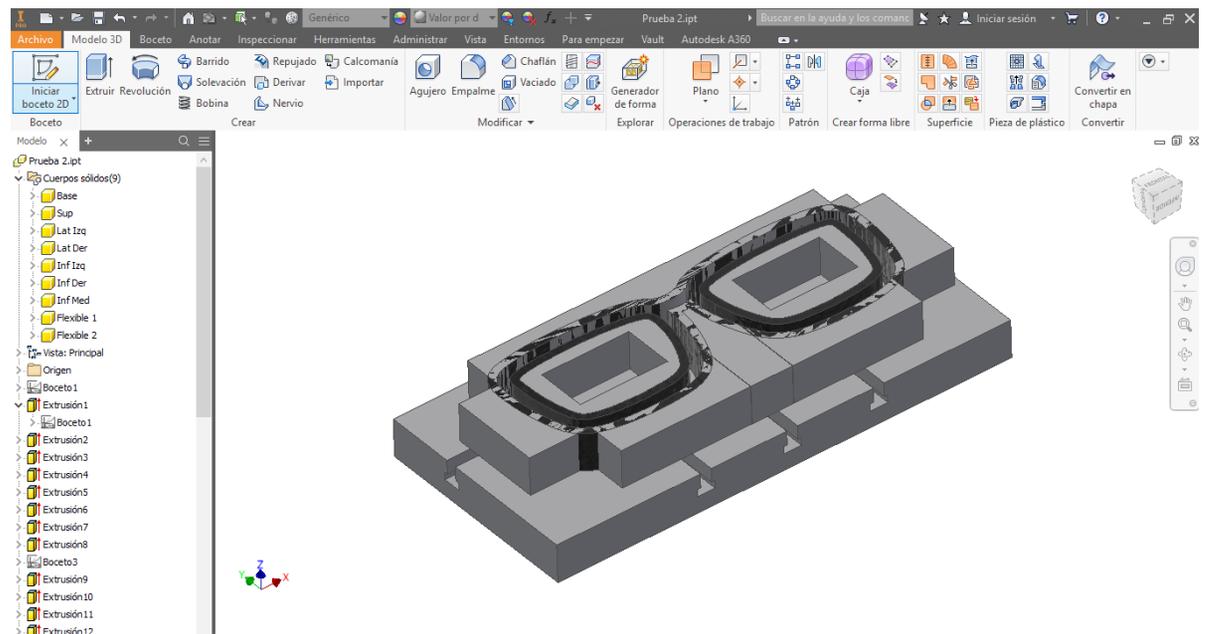
Se opta por generar una nueva iteración con un mecanismo de distribución de la fuerza del prensado.



Se vuelve a modelar la prensa en el programa Autodesk Inventor, pero se modifica el tamaño del marco y se agrega un borde externo de material PLA flexible.

Con esto se busca eliminar los puntos de marcado del proceso de prensado y repartir mejor la presión en las chapas. Se agrandó el tamaño general del antejo.

Se determino mediante el datasheet del adhesivo PVA que la temperatura de secado es 30°, por lo que el tiempo de pensado se redujo a 3 horas de horno más 12 horas de pensado al aire.







Se aprecia una notoria mejoría en el acabo de las esquinas, corroborando que la pieza flexible reparte de manera adecuada la presión en toda la pieza, en algunas áreas se aprecia una menor adhesión de capas debido a un leve ángulo que ocurre al momento de apretar las prensas.

El nuevo prensado logra mantener la forma integral de mejor manera las curvas de los marcos.



Se decide mantener la forma y el método de fabricación de las patas, debido a que la orientación de la fibra permite una mayor resistencia en el eje de esfuerzo al cual serna sometidas.

Se vectoriza su forma en el programa illustrator para su posterior corte en Laser.



La placa para el corte se fabrica mediante 3 láminas de corteza, las 2 externas están contrapuestas mientras que la del medio tiene una curvatura marcada hacia uno de los lados.

Con esto se logra una curvatura natural de la placa mediante la selección de las capas que la conformarán.









## CONCLUSIÓN TERCER PRODUCTO.

El proceso realizado da luces de que es posible fabricar laminaciones complejas con el material de corteza, teniendo siempre en cuentas que la calidad del molde es determinante para una buena terminación final. Un buen proceso ahorrará tiempo de post producción.

Si bien se pudo lograr prototipos, algunos elementos continúan siendo artesanales, es recomendable realizar matrices para cada operación para así lograr un acabado homogéneo.

La adhesión entre capa puede mejoras, a momentos se sentía como se desprendían internamente. El adhesivo puede ser cambiado y pequeños surcos aumentarían la fijación entre chapas.

El material PLA flexible se comportó de manera adecuada para la repartición de fuerzas en el prensado.

El prototipo se encuentra en etapa de prueba de procesos, ya que temas como el seriado de las operaciones, la unión de elementos y el cristal no están definidos aún. Si bien en su

versión inicial, al tratarse de un elemento de corteza plana cortada en laser, tenía bien resuelto a la unión de la bisagra y el lente, el prototipo final en corteza laminada deja pendiente ese punto.

## PROPUESTA DE VALOR DEL MATERIAL.

En cuanto a la propuesta de valor general de la línea de productos podemos identificar factores comunes que caracterizan al material, siendo su valor simbólico medioambiental uno de sus ejes más potentes.

Los usuarios comparten su gusto por materiales que tengan un impacto mínimo en el ecosistema y que generen un impacto directo en el cuidado del medioambiente. Los productos son escogidos en parte por sus elementos formales que comunican la propuesta de valor.

El material en si carga con un valor medioambiental derivado de su procedencia, ya que proviene de un origen sustentable.

La utilización de los desechos que bota el árbol de Eucalyptus de manera natural rompe el esquema de la producción tradicional, donde para fabricar un producto de la industria forestal es necesario talar un espécimen.

Lo valorable por parte del usuario es que esta metodología de fabricación va un paso más allá de las iniciativas actuales, ya que a diferencia de la madera reciclada o los productos fabricados a partir de madera de árboles caídos estos nuevos productos no se relacionan en ningún momento de manera directa o indirecta con la muerte de un espécimen de árbol.

El mercado al cuál se apunta es de

productos de lujo, por lo que los productos se proyectan con altos estándares de calidad. El valor único y diferente, además del concepto matriz, radica en que cada producto es distinto del otro debido a las particularidades de cada trozo de corteza utilizada para su fabricación. Los elementos anteriormente mencionados forman la propuesta central del material de la siguiente manera.

**Aprovechamos los desechos producidos de manera natural por ciertas especies de árboles para fabricar productos de lujo que no dejan huella y tienen un impacto directo en el cuidado de los bosques.**

## CONCLUSIÓN APLICACIÓN DEL MATERIAL A LINEA DE PRODUCTOS.

Como conclusión general se puede destacar que el material es factible de trabajar por lo menos en los 2 procesos testeados, mecanizado y corte de placas planas y curvado mediante métodos de conformado de madera laminada.

Para el corte las consideraciones que hay que tener son el grosor de la placa final y su conformación en función del uso posterior que esta tendrá, si bien en secciones pequeñas la post curvatura es muy poca en el caso de la utilización de chapas a favor de la fibra, en el caso de la fibra en contra sentido esta presenta curvaturas posteriores importantes independiente del tamaño de la sección.

Es de suma importancia al momento de seleccionar las chapas de la placa, que estas sean provenientes de secciones adyacentes en la corteza bruta, para así asegurar que las tensiones internas sean similares y puedan contrarrestarse al momento de del prensado.

En el caso de querer otorgar unas

curva controlada, como por ejemplo para curvar las patas de los anteojos una mayor curvatura de la chapa disonante tendrá un mayor efecto en la forma final.

Como observaciones anexas, se incluyen que es importante la cantidad de húmedas de la placa al momento del corte laser, un mayor porcentaje de humedad hará necesaria más potencia de corte para atravesarla, pero evitará líneas de quemado del material.

Una corteza muy seca es propensa a quedar con marcas debidas a la flama del láser.

Para el caso del curvado de madera por matriz de molde y contra molde se observa que es un proceso perfectamente aplicable al material laminado de corteza, siendo su tratamiento muy similar al tradicional de madera laminada.

Cabe destacar que la calidad de los molden debe ser alta, y hay que ser cuidadoso en la precisión de las

medidas y tolerancias de los mismos durante su proceso. Es imprescindible mejorar los procesos de prensado, ya que se observaron problemas a la hora de controlar la disminución de los grosores del material al deshidratarse y el proceso de elaboración de curvaturas complejas se torna sucio al no tener mecanismos más elaborados de apriete y cortado.

La tecnología de prototipado rápido resulto ser una herramienta muy eficaz y rápida a la hora de proyectar las matrices de prensado.

Se recomienda en una etapa posterior la fabricación de molde de un material rígido, que permita, además, la incorporación de hilos y tuercas para mejorar el proceso de apriete. El material de impresión flexible resulto ser una buena alternativa para la distribución de la fuerza, superando a su prueba de goma EVA.

En cuanto al lenguaje del producto se produce una dualidad interesante entre las terminaciones de un proceso menos artesanal y la calidad superficial de la corteza.

Las imperfecciones propias de cada sección de corteza aportan una sensación de naturalidad y vejez al producto final, que entrevé que se trata de un producto “reciclado” en primera instancia.

Se recomienda volver a testear los elementos perceptuales del material, pero esta vez aplicado a productos fabricados a partir de corteza.

Al someter al producto a una primera repartida, los usuarios comentaron que, en el caso de las uñetas, era un producto muy interesante al no encontrarse en Chile una empresa que se dedique a su venta y que el concepto detrás del producto les es muy atractivo.

Es necesario a futuro someter a los productos al mercado para así determinar si el concepto y el material son determinantes en la decisión de compra por parte del usuario.

## FICHA TÉCNICA DEL MATERIAL

La corteza de Eucalyptus es un recurso presente en gran abundancia en los lugares donde se encuentra esta especie de árbol, su ciclo natural permite su disponibilidad durante todo el año principalmente en la época de altas temperaturas debido a su desprendimiento natural. Es la materia prima principal para la fabricación de elementos laminares a partir de la adhesión de varias de sus capas.



### Resumen

Se caracteriza un material formado por la adhesión de 4 capas de en promedio 1 mm de espesor y curvaturas opuestas opuestas. Para ello se seleccionan aquellos trozos de corteza provenientes de la misma sección de material y se disponen en contra. El resultado arroja un material susceptible a ser trabajado de manera similar a la madera laminada.



### Tiempos de hidratación

Tiempo de Prensado a T° Ambiente: 48 horas.  
Tiempo de prensado a 30°: 3 horas para su manipulación.

### Tiempos de prensado

Tiempo de Prensado a T° Ambiente: 48 horas.  
Tiempo de prensado a 30°: 3 horas para su manipulación.



## Adhesivo

Las placas de corteza son fijadas entre sí con adhesivo alifático Titebond 50. Pegamento PVA de alta resistencia utilizado en trabajos de laminación, adhesiones importantes y luthería.

Tº mínima de trabajo: 2º C.  
Sin formaldehídos.

## Datos técnicos

Módulo de elasticidad (Tracción): 1240 kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad (Flexión): 6.5 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión en límite de proporcionalidad (Flexión): 158.6654 kg/cm<sup>2</sup>

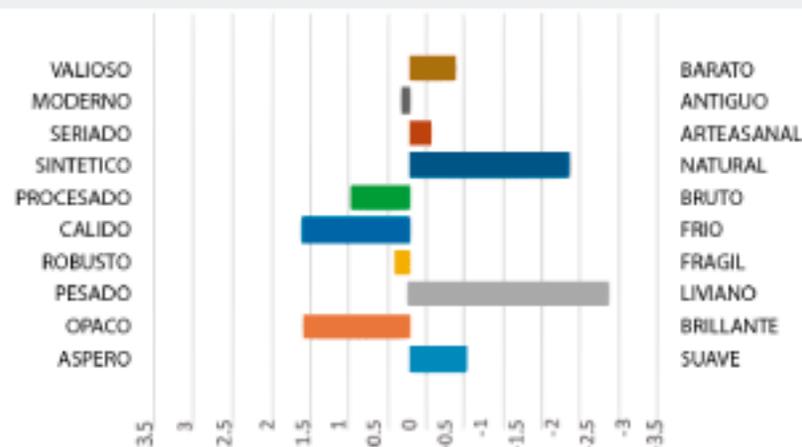
Módulo de rotura (Flexión): 319.4773 kg/cm<sup>2</sup>

Carga máxima hasta punto de fluencia (Flexión): 7.7 kg.

Carga máxima hasta punto de fractura (Flexión): 12.8 kg.

## Percepción del material

El material es recibido en su forma bruta en base a los siguientes terminos estudiados, destacandose como características importantes en los procesos de producción y diseño los términos **Liviano, Calido y Natural**.



## Colores

En estado ideal y sin haber estado expuestas a malas condiciones de interperie, es posible encontrar la siguiente gamma de colores de corteza de Eucalyptus Globulus.



## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO.

Referente a la revisión bibliográfica podemos concluir que el proceso de laminación de madera es un concepto bastante antiguo que, pensándolo estrictamente desde lo que concierne al proceso, podría ubicar su origen en los arcos romanos de piedra. La laminación de madera es una alternativa viable a los procesos tradicionales que permite transformar los mecanismos de obtención de recursos de manera diametral.

La industria forestal en Chile ha crecido exponencialmente en las últimas décadas siendo las especies introducidas las protagonistas de esta expansión.

De las especies más comercializadas en nuestro país el Pino Radiata y Eucalyptus Globulus lideran las cifras de plantación, industrialización y exportación.

Estas especies tienen diversos fines, si bien el Pino Radiata es utilizado principalmente de manera aserrada y en la fabricación de tableros de uso estructural, tiene tiempos de cosecha

más elevados que el Eucalyptus Globulus, el que principalmente se utiliza para procesos derivados de la pulpa. Lo anterior posibilitaría proponer esta investigación como un punto potenciador del Eucalyptus Globulus como una especie mega productiva, transformando un desecho no utilizado hasta ahora en un producto de valor.

Pero se propone como un concepto detrás del proceso como un nuevo paradigma de explotación forestal, que incentiva a seguir obteniendo recursos forestales de las plantaciones, pero considerando que es posible crear una industria a partir de extracciones no invasivas de los bosques.

La recolección del material se realizó en un lugar de acceso público, lo que disminuyó la cantidad de muestras a las que se tiene acceso respecto a una plantación normalizada.

Aun así, el volumen de material recolectado fue considerable entendiendo que utilizamos una mínima parte de la superficie

disponible para recolectar. Se proyecta de manera sostenible una industria de laminación de corteza, ya que los volúmenes en plantaciones son mucho mayores y de características más homogéneas.

Fue posible encontrar distintas calidades y tonalidades de muestras en la etapa de recolección. Mediante la observación de las muestras y su contraste con la ficha de recolección se determina que los factores de orientación del árbol afectan el color y el tiempo de desprendimiento.

El lado norte en nuestro hemisferio facilita el desprendimiento temprano de la corteza y la exposición a la luz arroja una tonalidad más homogénea de tonos amarillos lisos.

Se hace necesario investigar en una etapa futura en qué grado afecta esta variable la calidad de las probetas y sus valores estructurales y perceptuales, estas observaciones son de carácter referencial.

En una primera etapa experimental se demostró que, modificando un

poco los procesos tradicionales de laminación, es posible diseñar y fabricar productos a partir de la laminación de corteza. Por lo que es imperante seguir proyectando una gama de productos en función de las posibilidades que arrojó el estudio.

En una primera etapa se utilizó como adhesivo PVA carpintero marca Solcrom, el cual mostró peores resultados en cuanto la resistencia a la manipulación práctica y esfuerzos de fluencia.

El adhesivo alifático Titebond 50 es uno de los de mejores prestaciones mecánicas en el mercado y eso se vio reflejado en las pruebas. Las variables referentes al adhesivo que no se contemplaron en esta etapa fueron las de control de presión y temperatura durante el secado en prensa de las probetas, en una próxima aproximación son variables importantes a considerar.

Cabe resaltar que inicialmente se utilizaron sufrideras de MDF entre las pruebas para prensar, en una segunda etapa se cambiaron por terciado estructural y se pudo

observar un retardo significativo en el tiempo de secado, esto se debe a la capacidad de absorción de humedad que posee el MDF versus la del terciado estructural que es menor. La humedad se mantiene más tiempo en las probetas y no es traspasada a las sufrideras.

Los resultados anteriormente expuestos dan luces de una caracterización perceptual y mecánica atribuible a un material de laminado de corteza de *Eucalyptus Globulus*.

Al contrario de lo pensado, según los módulos de elasticidad, las pruebas presentaron un comportamiento rígido. Esto se debe a que la percepción de flexibilidad, destacada incluso en algunos de los sujetos de prueba, hacía referencia a un esfuerzo aplicado de manera opuesta a la fibra.

Los ensayos de tracción se realizaron en sentido longitudinal y sin combinar las direcciones de las chapas. Las fallas producidas en la aplicación de los lentes aportan a esta observación

la mirada práctica en el trabajo del material.

El ensayo de flexión por su parte arroja un bajo número de resistencia a la carga en flexión, siendo superado por más del doble por sus competidores el Pino Radiata.

Las variables de grosor del material y área transversal fueron las únicas que presentaron cierta correlación con los resultados de módulo de elasticidad y esfuerzo de fluencia, esto se explica además ya que ambas se relacionan entre sí de manera lineal.

Esto afectará las proyecciones de diseño entendiendo que mientras más gruesos sean los especímenes utilizados tendremos resultado más rígidos e sentido de la fibra.

Es necesario realizar ensayos combinatorios en lo que se refiere a la dirección de la fibra en las chapas, para así llegar a un material que posea la resistencia adecuada en la dirección del esfuerzo correcto.

En cuanto a las variables incluidas en la segunda y tercera prueba

de tracción la única que mostro una diferencia sustancial fue la debilitación de la fibra longitudinal. Los resultados mostraron un aumento considerable de los módulos elásticos en las probetas debilitadas. Se infiere que los surcos realizados en las probetas dificultaron la propagación de fracturas significativas en las probetas y elevaron su elasticidad.

Los resultados contrastados con la base de datos del software Ces Educpack, ubicaron el material bajo la mirada de dos comparaciones claves, el módulo elástico y esfuerzo de fluencia los resultados posicionan en rangos generales el laminado como un material de alta rigidez y esfuerzos de fluencias admisibles comparables a ciertas variedades de maderas de balsa e incluso el maple.

Esto proyecta la aplicación de la corteza de Eucalyptus Globulus a objetos que nos estén sometidos a grandes esfuerzos longitudinales ni movimientos repetitivos en dirección de la fibra, si bien puede aguantar manipulación directa, una fuerza considerable vencería su límite

plástico y perdería su forma original. Para utilizarlos de esa manera se requerirá de algún refuerzo intra capas, una mejor repartición estructural y un cambio de adhesivo.

Dentro de la caracterización perceptual se utilizó una metodología de diferencial semántico para determinar la percepción de sujetos de prueba referente al nuevo material de corteza, la muestra fue dividida entre quienes poseían conocimiento previo en trabajo con materiales y quienes pertenecían a otras líneas de ocupación.

En términos generales el material fue recibido por el total de la muestra como liviano y natural, esto nos invita a mantener la apariencia natural en un posible producto de diseño ya que fue una característica bien valorada por los sujetos.

Al ser un objeto liviano da luces de desarrollar productos que sean manipulables por los usuarios o bien utilizarlo para alguna función que requiera aportar liviandad a un diseño final.

Las diferencias sustanciales entre los grupos de estudio es que los que previamente han trabajado con materiales reconocían el proceso productivo como un producto seriado.

En normas generales el material da la apariencia de ser barato en su presentación por lo que desarrollar bienes de lujo irá necesariamente ligado de la mano del diseñar el concepto detrás del proceso productivo y su carga simbólica, no exclusivamente por su calidad visual.

Los aspectos interrogados en los primeros niveles de percepción en general se mantuvieron constantes, siendo los atributos de los niveles superiores afectados por la carga de conocimiento previo del oficio de materiales.

El aspecto de modernidad fue afectado de manera leve en el estudio diferenciando los grupos que poseían el relato de los que no. Quienes estaba en conocimiento del origen del material tendieron a caracterizar el material levemente hacia el termino moderno, esto se

puede deducir porque los temas relacionados con el reciclaje tienen una carga más contemporánea.

Podemos concluir a modo general que el concepto detrás de un sistema productivo nacido en base a la gestión de desechos es posible de implementar, ya que las pruebas muestran que la laminación de corteza posee cualidades mecánicas comparables a especies comerciales y el análisis perceptual arroja características homologables a una línea de productos.

Como estudio general las pruebas anti microbianas dieron negativo a el control de la bacteria *Escherichia coli*, desmitificando los prejuicios iniciales de que, debido a su uso tradicional para tratar enfermedades infecciosas, la corteza pudiera presentar propiedades anti microbianas por lo menos a dicha bacteria.

Si bien estos fueron resultados desalentadores, ya que se descarta una amplia gama de usos médicos y alimenticios, el determinar el

estudio con una metodología seria en laboratorio será un aporte al conocimiento y ahorrará mucho trabajo a aquellos que quieran indagar en dichas propiedades a futuro.

Las inclusiones de herramientas del mundo de los negocios permitieron sentar una base por dónde empezar los procesos de diseño y extraer lineamientos a la hora de proyectar un producto. Si bien se notan elementos en común al desarrollar el VP canvas de cada producto, lo que nos daría un hipotético cliente de la marca, cada producto posee particularidades que afectaron su diseño final.

Todo esto sumado al trabajo junto a ingenieros y biotecnólogos hacen visible que el trabajo multidisciplinar genera muy buenos resultados y que el diseñador posee las competencias necesarias para abordar este tipo de desafíos.

Los prototipos arrojaron resultados alentadores en la aplicación del material a productos de diseño, el

set de uñetas para guitarra llegó a ser un producto terminado, por lo que se encuentra ad portas de su comercialización.

Las conclusiones del primer producto, por la parte de negocio, ubican al usuario como una persona joven músico de 20 a 35 años con un gran sentido medioambiental y que busca productos especialmente diseñados para sus requerimientos, trata de mantener el control sobre los sonidos que produce y se siente atraído por objetos muy detallistas.

Esto se tradujo como la mantención de la textura superficial y el alineamiento de la dirección de las fibras del laminado. Adicionalmente se diseñó un packaging sobrio y detallista, el cual contiene una lija para la mantención del borde de la uñeta. Se impregna la punta de la púa con aceite para prolongar la vida útil del producto.

El primer prototipo prueba que es posible realizar uniones de capa de corteza en secciones pequeñas utilizando adhesivo PVA y que el

prensado de las chapas con sus fibras alineadas otorga estabilidad a la forma posterior. Mediante prueba in situ al cortar con la maquina laser se determinaron los parámetros de corte, pero que no eran constante debido a la irregularidad en la potencia de la máquina.

La luminaria determinó que es posible lograr una curva laminada estable en secciones largas, siendo un desafío la construcción y control del prensado, se recomienda en un trabajo posterior corregir defectos en el ángulo de prensado y generar las matrices de corte necesarias para normalizar los calces de manera milimétrica.

En cuanto a la adhesión de elementos plásticos a la corteza, estos muestran un buen resultado siempre y cuando se tenga el cuidado de nos unirlos en lugares donde la corteza este soplada.

Su usuario objetivo se determinó que son personas de entre 28 y 40 años amantes de las actividades al aire libre y preocupados de adquirir

productos que proyecten una conciencia medioambiental en su lenguaje.

Fue posible transmitir el lenguaje de corteza a los aros que componen la luminaria, lo cual le da un carácter natural y único debido a su falta de uniformidad.

El caso de los marcos para lentes, el prototipo se encuentra en estado de pruebas, ya que algunos elementos como el vidrio y la serialización del proceso no se encuentran de todo resueltos. El cliente objetivo de estos marcos se definió como una persona de entre 25 y 35 años de poder adquisitivo medio-alto, que suele frecuentar sitios de moda y estar dentro de las últimas tendencias. Teme que lo vean como un depredador del medioambiente y desea proyectar esto en sus objetos hacia el resto.

Independiente de esto fue posible determinar que es factible tratar la corteza de Eucalyptus Globulus como una chapa de laminación teniendo en cuenta factores como

la integridad de la sección y sus tiempos de hidratación. La adhesión con elementos metálicos también dio buenos resultados, debiéndose principalmente al adhesivo en base a resina utilizado.

Se recomienda cambiar el material del molde, ya que independientemente de la ayuda que posibilita debido a la rapidez con que se pueden fabricar moldes en impresión 3d, después de movimientos repetitivos se fractura, y además no tienen buen comportamiento al someterlos a elevadas temperaturas.

La propuesta de valor general de la corteza de Eucalyptus Globulus se definió de la siguiente manera "Aprovechamos los desechos producidos de manera natural por ciertas especies de árboles para fabricar productos de lujo que tienen un impacto directo en el cuidado de los bosques."

Esto es de vital importancia ya que deja en evidencia que este proyecto tiene miras a futuro y determina su calidad de iniciativa tanto

escalable como proyectable hacia otras especies de árbol.

El norte de la iniciativa es poder desarrollar materiales a partir de árboles nativos de nuestro país para así generar una industria que permita al dueño de un predio forestal percibir un ingreso constante a lo largo de los años vendiéndonos la materia prima, en vez de uno único al talar un árbol para conseguir material.

Se proyecta generar un negocio que permita de manera inteligente que convivamos con la naturaleza y sentar los precedentes de que vivir del bosque es posible reduciendo al mínimo la intervención humana para así cuidar este recurso que cada vez está más escaso y explotado.



## BIBLIOGRAFÍA.

- Anders Q. Nyruud, Kristian Bysheim, Tina Bringslimark. Natural building materials: what are the users' perception of naturalness?
- ARTE. CONCURSO NACIONAL DE PROYECTOS FONDECYT 1997.
- Barros Santiago. INTRODUCCIÓN DE ESPECIES DE *Eucalyptus* A CHILE. RESEÑA HISTÓRICA.
- Barros Santiago. PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN CHILE.
- Bergmann Tiest, W. M. (2010). Tactual perception of material properties. *Vision Research*, 50(24), 2775–2782. doi:10.1016/j.visres.2010.10.005
- Bermúdez Alvite, J. D., Touza Vázquez, M. C., & Sanz Infante, F. (2002). Manual de la madera de eucalipto blanco. San Cibrao das Viñas (Ourense): Fundación para o Fomento da Calidade Industrial e Desenvolvemento Tecnolóxico de Galicia.
- Broman, N. O. (2001). Aesthetic properties in knotty wood surfaces and their connection with people's preferences. *Journal of Wood Science*, 47(3), 192–198. doi:10.1007/BF01171221
- Chadwick, A. C., & Kentridge, R. W. (2015). The perception of gloss: A review. *Vision Research*, 109, 221–235. doi:10.1016/j.visres.2014.10.026
- CIFAG. Crecimiento sustentable.
- CSCAE. Madera Laminada Encolada.
- Daniel Alberto Soto Aguirre, INFOR. Exportaciones Forestales Chilenas.
- Daniel Alberto Soto Aguirre, INFOR. La industria de Astillas.
- Daniel Alberto Soto Aguirre, INFOR. Mercado Forestal.
- Daniel Soto. Exportaciones de productos forestales no madereros 2009.
- Daniel Wisecarver, S. T. EL SECTOR FORESTAL CHILENO: POLITICAS, DESARROLO DEL RECURSO Y EXPORTACIONES.
- David Brinberg, Matthew Bumgardner, Kim Daniloski. Understanding perception of wood household furniture: application of a policy capturing approach.
- Dunn Fernando, Valencia Juan Carlos. SOBRE-MEDIDA EN EL LARGO DE TROZAS MÚLTIPLO DE *Eucalyptus nitens* PARA PRODUCIR CHAPAS DEBOBINADAS CALIDAD CLEAR.
- El Mansouri, N.-E. (2007). Despolimerización de lignina para su aprovechamiento en adhesivos para producir tableros de partículas. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili.
- Falk, B., & Schmitt, R. (2014). Sensory QFD: Matching Sensation with Measurement. *Procedia CIRP*, 17, 248–253. doi:10.1016/j.procir.2014.01.136
- Fleming, R. W. (2012). Human Perception: Visual Heuristics in the Perception of Glossiness. *Current Biology*, 22(20),

R865-R866. doi:10.1016/j.cub.2012.08.030

Fleming, R. W. (2014). Visual perception of materials and their properties. *Vision Research*, 94, 62–75. doi:10.1016/j.visres.2013.11.004

Fujisaki, W., Tokita, M., & Kariya, K. (2015). Perception of the material properties of wood based on vision, audition, and touch. *Vision Research*, 109, 185–200. doi:10.1016/j.visres.2014.11.020

Grosse Hans, G. J. PROYECCION DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA PROPIEDAD (PYMP) Y LA PYME MADERERA EN CHILE. Grupo empresarial ENCE. La gestión forestal sostenible y el Eucalipto.

Høibø, O., & Nyrud, A. Q. (2010). Consumer perception of wood surfaces: The relationship between stated preferences and visual homogeneity. *Journal of Wood Science*, 56(4), 276–283. doi:10.1007/s10086-009-1104-7

Høibø, O., & Nyrud, A. Q. (2010). Consumer perception of wood surfaces: The relationship between stated preferences and visual homogeneity. *Journal of Wood Science*, 56(4), 276–283. doi:10.1007/s10086-009-1104-7

INFOR. (2015). Anuario Forestal 2015.

Instituto Forestal Chile. Eucalyptus: Principios de Silvicultura y Manejo.

Jennifer Rice, Robert A. Kozak, Michael J. Meitner, David H. Cohen. Appearance Wood Products and Psychological Well Being\_Rice e.

Jon Bingen Sande, Anders Qvale Nyrud. Consumer preferences for wood surfaces – a latent variable approach.

Matthew S. Bumgardner, Scott A. Bowe. SPECIES SELECTION IN SECONDARY WOOD PRODUCTS:IMPLICATIONS FOR PRODUCT DESIGN AND PROMOTION.

mayor, a. (2009). Uso de la lignina para el desarrollo de adhesivos usados en tableros de madera.

Medina Alex, E. V. ANTECEDENTES DE DESARROLLO Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE VARIEDADES HIBRIDAS ENTRE Eucalyptus nitens y Eucalyptus globulus EN CHILE EXPERIENCIA CMPC.

Mynttinen, S. Young people's perceptions of the wood products industry – a relational view.

Nyrud, A. Q., Roos, A., & Rødbotten, M. (2008). Product attributes affecting consumer preference for residential deck materials. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(6), 1385–1396. doi:10.1139/X07-188

Padilla, S. (2012). Predicting perceptions: Proceedings of the 3rd international conference on. [S.l.]: Lulu Com.

Pérez Cruzado Cesar, Vega Nieva Daniel, Veja Guillermo. APLICACIÓN DE LA PARAMETRIZACIÓN A Eucalyptus nitens DEL MODELO 3-PG A ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE LA ESPECIE EN GALICIA, ESPAÑA.

Pinilla Juan Carlos. Modelo de crecimiento para eucalyptus globulus en monte bajo entre valparaiso y los lagos.

R. Bennewitz, N. Vergara, J. Flores. INVENTARIO DE LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTO DE LA VII REGION.

Sandrine Costa, Serge Garcia. Lisette Ibanez. Taste and Quality Perception of Attributes in Product Differentiation: An

Econometric Model with Latent Variables.

Somoza Veiga\_ Luis. La madera laminada encolada: historia y definición.

Sotomayor, A. PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA NATURAL MEJORADA, CRECIENDO BAJO LA INFLUENCIA DE SISTEMAS SILVOPASTORALES CON LA ESPECIE PINUS CONTORTA DOUG.

Stefan Weinfurter, A. E. CONSUMER PERCEPTIONS OF INNOVATIVE WOOD-POLYMER COMPOSITE DECKING WITH A FOCUS ON ENVIRONMENTAL ASPECTS.

T.G. Baker, P. V. SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE EUCALIPTOS PARA PRODUCTOS DE MADERA SOLIDA DE ALTO VALOR EN EL SUR DE AUSTRALIA.

Toivonen, & Ritva. Dimensionality of quality from a customer perspective in the wood industry.

Tom Burton. Review of research on public perceptions of naturalness.

URBAN FERNANDEZ, F. (1980). Un método de investigación de origen psicolingüístico: el diferencial semántico.

Vallejos Oscar, T. J. PRODUCTIVIDAD DE Eucalyptus globulus EN LA REGIÓN DEL MAULE.