

## PISOS LAMINADOS FABRICADOS CON MADERA DE *Eucalyptus regnans*



**INSTITUTO FORESTAL**  
**SEDE BÍO BÍO**

GIT Procesos y Productos de la Madera  
Concepción, 2009

## INDICE

	Página
1.- Introducción	1
2.- Metodología y materiales	1
2.1 Tipología 1	2
2.2 Tipología 2	2
2.3 Tipología 3	2
2.4 Ensayos de laboratorio	2
Características geométricas	2
Caracterización de los elementos del parquet multicapa	3
Resistencia a la huella Brinell	4
Resistencia al choque	5
Resistencia a los agentes químicos	6
Estabilidad dimensional	7
Abrasión y elasticidad	9
Contenido de humedad	12
3.- Resultados	
Características geométricas y caracterización del parquet multicapa	13
Resistencia a la huella Brinell	17
Resistencia al choque	18
Resistencia a los agentes químicos	19
Estabilidad dimensional	20
Elasticidad y resistencia a la abrasión	35
Elasticidad	36
Contenido de humedad	38
4.- Conclusiones	39
5.- Bibliografía	40

# PISOS LAMINADOS

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es fabricar y evaluar el producto piso laminado de E. regnans.

### Objetivos específicos:

- Fabricar 3 tipologías de pisos laminados: 1) lámina de Eucalipto regnans adherida a un tablero contrachapado de Pino radiata; 2) lámina de Eucalipto regnans adherida a un alma transversal de madera sólida y tulipa de Pino radiata; 3) lámina de Eucalipto regnans adherida a madera cepillada de Pino radiata.
- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los pisos laminados.

## 2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

El material experimental fue obtenido desde la primera y segunda troza de árboles de 24 años de edad, creciendo en el predio Frutillares Santa Helena, sector Los Huapes, camino Arauco a Lebu, Provincia de Arauco, VIII región.

Las láminas de Eucalipto regnans utilizadas en la fabricación de las 3 tipologías de pisos laminados fueron aserradas de un total de 20 basas de distinta escuadría (5 de 3"x6"; 20 de 6"x6"); largo de 2,45 metros, en un aserradero huincha portátil.

Una vez aserradas las láminas, de aproximadamente 55 milímetros de espesor, estas fueron sumergidas en agua fría por un periodo de 20 horas, empalilladas y dispuestas en una cámara de secado por 10 días, a una temperatura máxima de 38 °C, hasta alcanzar una humedad entre 8 y 10%.

### 2.1 Tipología 1: lamina de E. regnans adherida a tablero contrachapado de P. radiata.

El adhesivo EPI utilizado para unir la lámina de Eucalipto regnans (4 milímetros) y el tablero contrachapado de Pino radiata (5 láminas; 2,5 milímetros de espesor, calibrado a 11 milímetros), fue aplicado con un gramaje de 250 gramos/m<sup>2</sup>. El proceso de prensado de los componentes se realizó durante 10 minutos, considerando una temperatura de 50 °C y una presión de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

El proceso de fabricación del piso consideró el retape de los defectos superficiales presentes en la lámina de Eucalipto regnans, lijado, machihembrado (extremos, cantos) y barnizado. En esta última etapa se consideraron las aplicaciones superficiales que se indican: a) teñido (aplicación manual); b) 3 capas (fondo de anclaje con secado infrarrojo, sellador con secado UV, lacado con secado UV), c) lijado (grano 240); d) 2 capas (laca para brillo, laca contra rayas).

Se fabricaron 81 piezas del piso con la tipología 1: 27 piezas con el color Light Coffee; 27 piezas con el color Light Cherry; y 27 piezas con el color Natural. La dimensión final del piso corresponde a 14x130x2.130 mm.

## 2.2 Tipología 2: lámina de E. regnans adherida a madera cepillada de P. radiata.

En la fabricación del piso se utilizaron 25 piezas cepilladas de P. radiata, escuadría 24x140 mm., y largo 3,2 metros. Las etapas de elaboración se indican en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Etapas de elaboración del piso 1

Etapa	Actividad	Máquina o Herramienta
1	Partido en el canto. Espesor final de 12 mm.	Sierra huincha reaserradora.
2	Cepillado en la cara. Espesor final de 10 mm.	Regruesadora.
6	Trozado de piezas de Pino radiata a 2,6 m.	Trozador neumático.
4	Cepillado de chapas en 1 cara.	Cepillo eléctrico.
5	Lijado de chapas en 1 cara.	Lijadora orbital.
6	Encolado de las caras: madera y lámina.	PVA D4
7	Prensado vertical.	Prensa de vigas laminadas.
8	Cepillado en un canto de las piezas encoladas.	Cepilladora.
9	Partido de las piezas encoladas a 130 mm.	Sierra circular múltiple.
10	Cepillado en cara de pieza encolada a 13 mm.	Regruesadora.
11(*)	Trozado en largos variables (7 piezas).	Trozador neumático.

Nota: (\*) las chapas presentaron defectos irrecuperables.

Se fabricaron 25 piezas del piso con tipología 3: 18 piezas de 13x130x2.400 mm.; 5 piezas de 13x130x2.050 mm.; 1 pieza 13x130x1.700 mm.; 1 pieza 13x130x2.200 mm.

## 2.3 Tipología 3: lámina de E. regnans adherida a un alma transversal de piezas de madera sólida y contracara con tulipa de P. radiata.

El adhesivo utilizado para unir los distintos componentes fue un Fenolformaldehído. El prensado se ejecutó a una temperatura entre 70 a 80 °C, por un periodo de 15 minutos.

El proceso de fabricación del piso consideró el retape de los defectos superficiales presentes en la lámina de E. regnans, lijado, machihembrado y barnizado.

Se fabricaron 44 piezas del piso con la tipología 3: 14x130x2.400 milímetros. Todas las piezas fueron pintadas con color natural.

## 2.4 Ensayos de laboratorio

Una muestra de las 3 tipologías de pisos fabricados fue enviada al Laboratorio de Materiales Compuestos de la Universidad del Bío Bío (UBB) para su caracterización física y mecánica. Los ensayos ejecutados son los que se indican:

### Norma UNE-EN 13647: Características geométricas

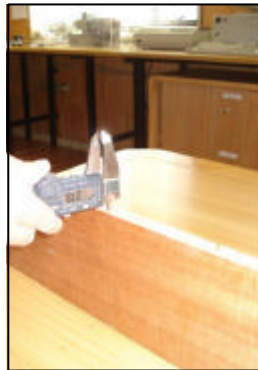
Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Se midió el ángulo recto; ángulo, profundidad y ancho de la ranura; espesor y largo de la lengüeta; espesor de la pieza y contenido de humedad. Se evaluaron 5 muestras por tipo de piso laminado, con una evaluación por cada característica considerada. Las dimensiones de las probetas evaluadas fueron 13x130x2.200 (mm³).

Las mediciones se realizaron con un pie de metro digital y un micrómetro.

La Figura Nº 1 ilustra las mediciones realizadas a las distintas muestras.



Profundidad ranura



Espesor ranura



Espesor pieza



Largo lençüeta



Ángulo recto

Figura Nº 1. Evaluación de las características geométricas

### **Norma UNE-EN 13489: Caracterización de los elementos del parquet multicapa**

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma para el parquet tipo 4. Se clasificó en forma visual el diseño de los pisos laminados y se midió la curvatura de cara y ceja<sup>1</sup>. Se evaluaron 5 muestras por tipo de piso, con una evaluación por cada característica considerada. Las dimensiones de las probetas fueron 13x130x250 (mm<sup>3</sup>).

Las mediciones se realizaron con un pie de metro digital y un micrómetro.

Utilizando el método gravimétrico se evaluó el contenido de humedad a 5 muestras por tipo de piso laminado. Las dimensiones de las probetas fueron 13x25x100 (mm<sup>3</sup>).

---

<sup>1</sup> Diferencia de altura entre las caras de dos elementos ensamblados y adyacentes cuando se disponen sobre una superficie plana.

La Figura Nº 2 ilustra las evaluaciones realizadas a las distintas muestras.



Método gravimétrico



Curvatura de cara



Ceja

Figura Nº 2. Evaluaciones al parqué multicapa

### Norma UNE-EN 1534: Resistencia Huella Brinell

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Para marcar la huella sobre la cara de la probeta se utilizó una bola de acero de diámetro  $10 \pm 0,01$  mm., aplicando una carga de 1 KN en  $15 \pm 3$  segundos, manteniéndola durante  $25 \pm 5$  segundos. Después de 3 minutos se procedió a medir los diámetros de la huella residual con un pie de metro digital.

La dureza Brinell se calculó utilizando la siguiente fórmula.

$$HB = \frac{2 \cdot F}{g \cdot p \cdot D \cdot [D - (D^2 - d^2)^{1/2}]}$$

Donde;

- HB = Dureza Brinell, en Kilogramos fuerza por milímetro cuadrado.
- g = Aceleración de la gravedad, en metros por segundo al cuadrado.
- F = Fuerza nominal, en Newton.
- D = Diámetro de la bola, en milímetros.
- d = Diámetro de la huella residual, en milímetros.

Se evaluaron 4 muestras por tipo de piso laminado, con 5 repeticiones por muestra. Las dimensiones de las probetas fueron 13x130x600 (mm<sup>3</sup>).

La Figura N° 3 se ilustra el ensayo realizado.

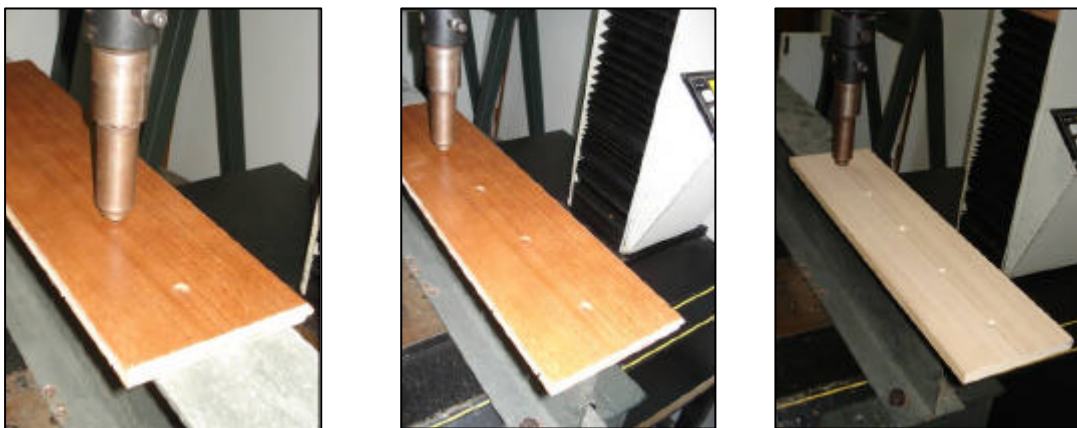
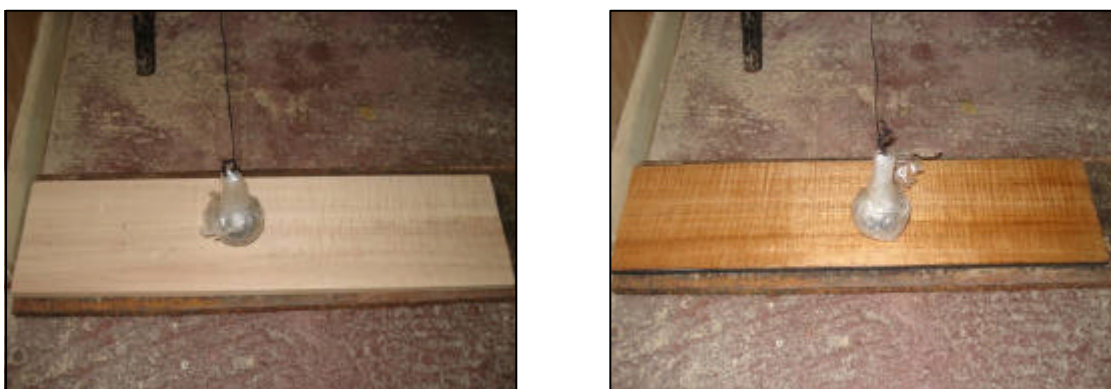


Figura N° 3. Ensayo de la huella Brinell

#### **Norma UNE 56-817-74: Resistencia al choque**

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Se utilizó una bola de 5 centímetros de diámetro y 500 gramos de peso, la cual se dejó caer libremente sobre 7 puntos distintos, a una altura inicial de 15 cm., aumentando gradualmente hasta llegar a 180 cm. Se midió el diámetro marcado en el hundimiento con un pie de metro digital y se determinó la profundidad de hundimiento calculando el lado de una esfera. Se evaluaron 7 muestras por tipo de piso laminado, una por cada altura considerada, con 3 repeticiones en cada caso. Las dimensiones de las probetas fueron 13x130x500 (mm<sup>3</sup>).

La Figura N° 4 ilustra el ensayo de resistencia al choque.



Pisos sin recubrimiento

Pisos con recubrimiento

Figura N° 4. Ensayo de resistencia al choque

## Norma UNE-EN 13442: Resistencia a los agentes químicos

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Los agentes químicos utilizados fueron etanol, vino tinto, aceite de oliva, café y tinta negra. Se sumergieron trozos de papel filtro en los agentes de ensayo durante 30 segundos, manipulándolos con una pinza, previendo el retiro del exceso por el borde del recipiente. Posteriormente, los trozos de papel filtro fueron ubicados en las zonas de ensayo y cubiertos con una capsula petri boca abajo. Después de 24 horas se retiraron las placas petri y los papeles filtro. La superficie de ensayo se dejó reposar por 16 a 24 horas, sin tapar. Finalmente, se limpió la superficie, se dejó reposar por 30 minutos y se procedió a examinar la zona de ensayo.

Se definió un código de clasificación a la zona ensayada, asignando un valor numérico a la magnitud del daño observada. Este valor fue asignado una vez que la zona sometida al agente fue comparada con la zona de referencia para cada agente. En la Tabla Nº 2 se muestra el código de clasificación numérica y las características de este.

Tabla Nº 2. Código de clasificación

Número	Características
5	Sin cambios visibles (sin daños)
4	Cambio ligero de brillo o color, visible solamente cuando la fuente de luz se refleja en la superficie de ensayo o muy cerca de la marca y se refleja hacia el ojo del observador, o bien, presencia de algunas marcas aisladas apenas visibles.
3	Marca moderada visible bajo diferentes ángulos, por ejemplo, el contorno completo del papel filtro es a penas visible.
2	Marca importante, quedando sin embargo inalterada la estructura de la superficie.
1	Marca importante; quedando alterada la estructura de la superficie; quedando retirado el material de la superficie total o parcialmente; quedando papel de filtro adherido a la superficie.

Se evaluaron 5 muestras por tipo de piso laminado, una por cada agente químico considerado, con 4 repeticiones en cada caso. Las dimensiones de las probetas fueron 13x130x600 (mm<sup>3</sup>).

La Figura Nº 5 ilustra los agentes químicos utilizados y las evaluaciones por etapa

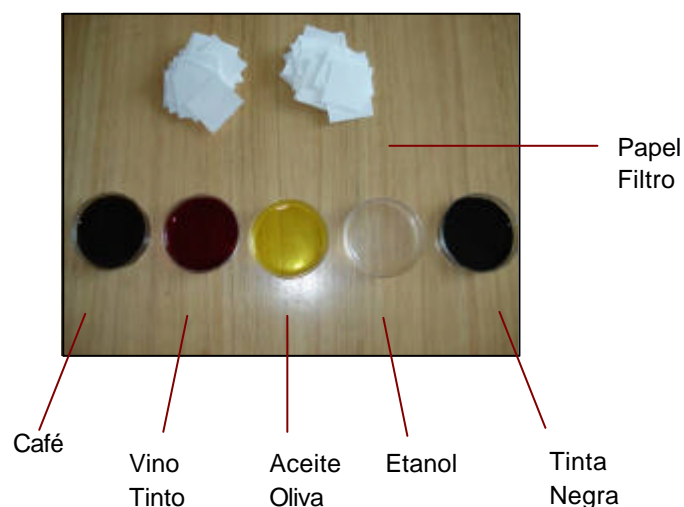






Figura N° 5. Evaluación de la resistencia a los agentes químicos

### **Norma UNE-EN 1910: Estabilidad dimensional**

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Se realizaron mediciones de masa, largo, ancho y espesor de las probetas.

Los ciclos de acondicionamiento utilizados en la evaluación de la estabilidad dimensional son los que se indican: 1) acondicionamiento de las probetas durante 2 semanas, bajo humedad relativa de  $65\pm 5$  % y temperatura de  $20\pm 2$  °C; 2) acondicionamiento de las probetas durante 3 semanas, bajo humedad relativa de  $75\pm 5$  % y temperatura de  $23\pm 2$  °C; 3) acondicionamiento de las probetas durante 2,5 semanas, bajo humedad relativa de  $30\pm 5$  % y temperatura de  $23\pm 2$  °C. Finalizados los ciclos de acondicionamiento, las probetas fueron sometidas a secado en estufa a  $103\pm 2$  °C hasta alcanzar peso constante.

Se evaluaron 20 muestras por tipo de piso laminado. Las dimensiones de las probetas fueron  $13\times 130\times 250$  (mm<sup>3</sup>).

Las mediciones se realizaron utilizando un xilohigrómetro, pie de metro, micrómetro y un dispositivo para medir las deformaciones.

La Figura N° 6 ilustra el procedimiento para determinar la estabilidad dimensional.



Medición del contenido de humedad con xilohigrómetro



Probetas en cámara de climatización



Termohigrómetro



Humidificador



Secado en estufa

Figura N° 6. Evaluación de la estabilidad dimensional

## UNE-EN 13696: Abrasión y Elasticidad

**Abrasión.** El método que se aplicó en este ensayo fue modificado. La resistencia a la abrasión se evaluó desgastando la cara de la probeta con una lija número 50, adherida a un disco de 130 mm., que giró durante 10 minutos hasta alcanzar las 2.000 vueltas. Se cuantificó la pérdida de masa de la probeta y la profundidad del desgaste. Se evaluaron 5 muestras por cada tipo de piso laminado. Las dimensiones de las probetas fueron de 130x130 (mm<sup>2</sup>).

Las mediciones se realizaron utilizando un cronómetro, un pie de metro, un dispositivo para medir la abrasión, una balanza y un micrómetro.

La Figura Nº 7 ilustra el ensayo realizado para medir la abrasión.



Probeta durante el ensayo



Taladro de pedestal



Probeta ensayada



Desgaste de probeta



Balanza analítica

Figura Nº 7. Evaluación de la resistencia a la abrasión

**Elasticidad.** Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. La elasticidad del barniz aplicado se determinó luego de comprimir las probetas contra una placa de acero dotada de un conjunto de 12 conos (distinta altura; diámetro en la base de 7 mm.).

La elasticidad del acabado se definió como la altura del cono a la cual se agrieta la película de barniz. La velocidad de avance de la máquina de ensayo fue de 10 mm/min.

Se evaluaron 3 muestras por tipo de piso laminado. Las dimensiones de las probetas fueron 80x60(mm<sup>2</sup>).

Las mediciones se realizaron utilizando un micrómetro, un pie de metro y un dispositivo para medir la elasticidad.

En la Tabla N° 3 se describen las alturas de los conos utilizados en el ensayo.

Tabla 3. Número y altura de conos

Número del cono	Altura del cono (mm)
1	2,6
2	2,4
3	2,2
4	2,0
5	1,8
6	1,6
7	1,4
8	1,2
9	1,0
10	0,8
11	0,6
12	0,4

La Figura N° 8 ilustra el ensayo de elasticidad y los equipos utilizados.



Placa con conos



Probeta durante el ensayo



Probeta después del ensayo

Figura N° 8. Evaluación de la elasticidad

Después del ensayo con los conos se observó con un microscopio la presencia de grietas superficiales en los pisos laminados. En la Figura Nº 9 se observan las fotografías microscópicas que muestran los mayores agrietamientos por cada tipo de piso laminado.

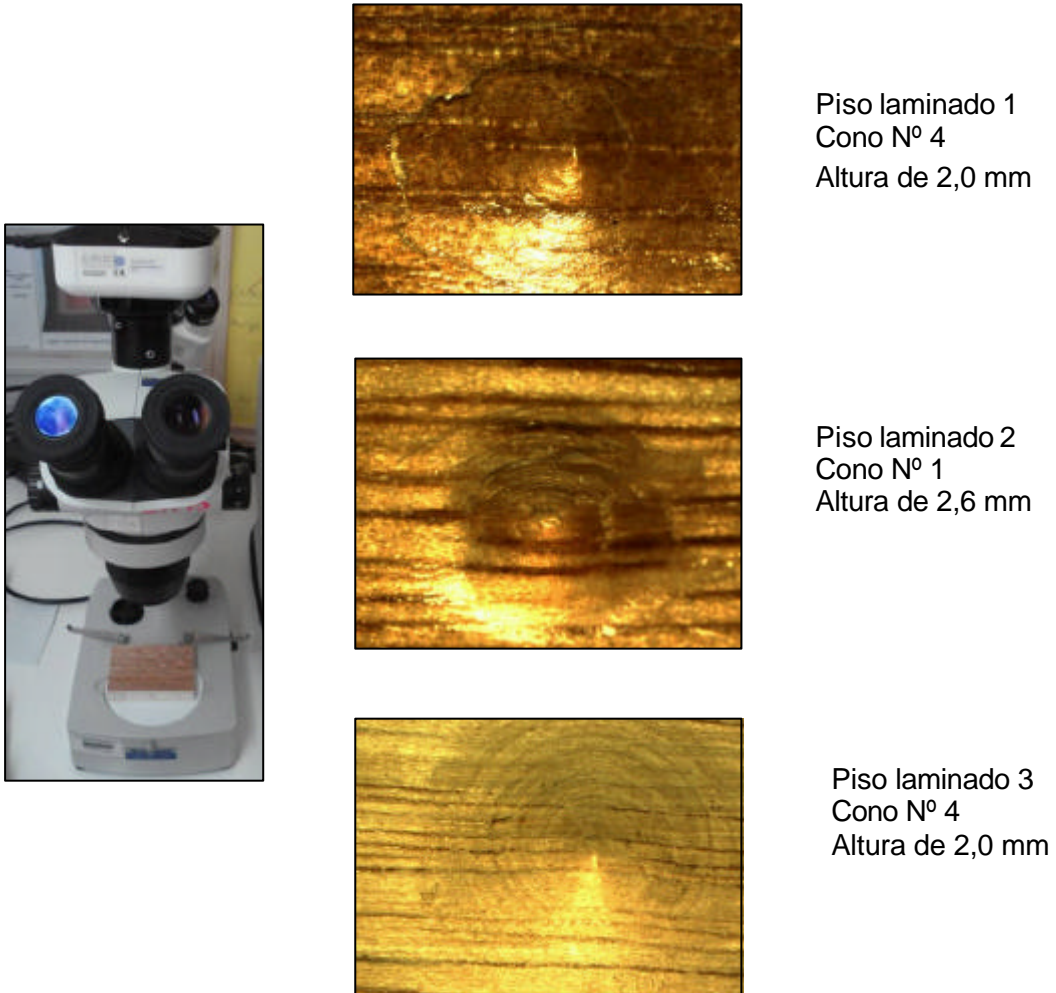


Figura Nº 9. Agrietamiento en los pisos laminados

También se observó el espesor del barniz. Para esto se procedió a realizar un corte sobre el canto de la cara barnizada de interés a evaluar. Se dispuso la probeta sobre el microscopio con el lado seccionado de la cara. Se realizaron 3 mediciones por muestra.

Se utilizó un aumento de 3x, equivalente a 0,03 mm o 30  $\mu\text{m}$ . Considerando que cada probeta evaluada tenía 2 divisiones ( $2 \times 0,03$ ), el espesor del barniz de los pisos laminados 1 y 2 fue de 0,06 mm o 60  $\mu\text{m}$ .

En la Figura N° 10 se observa fotografías microscópicas de las muestras.

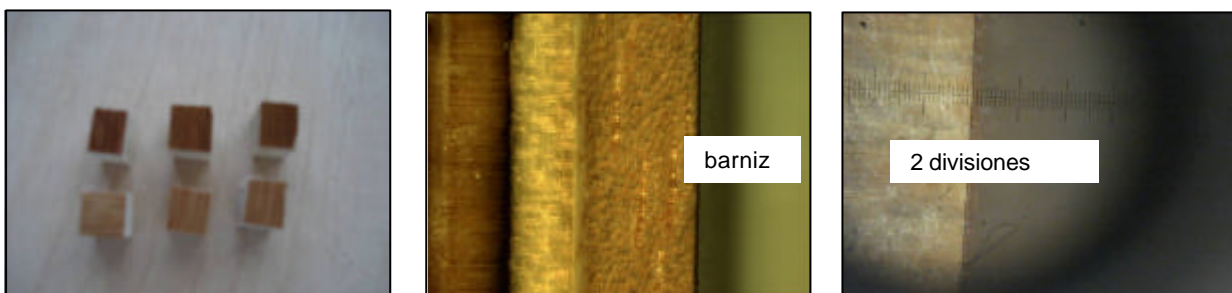


Figura N° 10. Fotografías microscópicas del espesor del barniz

### Norma NCh 176/1: Contenido de Humedad

Se aplicó el método y procedimiento especificado en la norma. Las probetas fueron pesadas con una precisión de 0,5%. Se secaron en estufa a una temperatura de  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ , hasta alcanzar peso constante. Luego fueron acondicionadas en un desecador y posteriormente pesadas. Se evaluaron 5 muestras por tipo de piso laminado. Las dimensiones de las probetas fueron  $13\times 125\times 100$  (mm<sup>3</sup>).

Las mediciones se realizaron utilizando una balanza y una estufa.

La Figura N° 11 ilustra el equipamiento utilizado para estimar el contenido de humedad.



Probetas durante el secado



Determinación de la masa

Figura N° 11. Evaluación del contenido de humedad

### 3. RESULTADOS

#### **Normas UNE-EN 13647; UNE-EN 13489: Determinación de las características de geometría; Caracterización de elementos del parquet multicapa.**

En la Tabla Nº 4 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de las características dimensionales de los 3 tipos de pisos laminados evaluados, según las normas UNE-EN 13647 y UNE-EN 13489.

Tabla 4. Caracterización dimensional de los pisos laminados

Piso laminado	Nº probeta	Ángulo recto (grado)	Promedio (grado)	Ángulo ranura (grado)	Promedio (grado)	Profundidad de la ranura (mm.)	Promedio (mm.)
# 1	1	0,08	0,25	0,60	0,33	6,81	6,83
	2	0,70		0,20		6,90	
	3	0,24		0,02		6,81	
	4	0,18		0,35		6,79	
	5	0,05		0,50		6,82	
# 2	1	0,03	0,29	0,90	0,84	NM.	NM
	2	0,20		1,00		NM	
	3	0,03		1,10		NM	
	4	0,20		1,20		NM	
	5	1,00		0,02		NM	
# 3	1	0,70	0,70	0,30	0,27	7,80	8,50
	2	1,10		0,06		8,30	
	3	0,80		0,10		9,05	
	4	0,80		0,38		8,55	
	5	0,80		0,52		8,79	

NM: No medible.

Tabla 4. Caracterización dimensional de los pisos laminados (continuación)

Piso laminado	Nº probeta	Ancho ranura	Promedio	Espesor lengüeta	Promedio
# 1	1	4,10	4,18	4,20	4,30
	2	4,29		4,32	
	3	4,31		4,40	
	4	4,02		4,28	
	5	4,20		4,28	
# 2	1	NM	NM	NM	NM
	2	NM		NM	
	3	NM		NM	
	4	NM		NM	
	5	NM		NM	
# 3	1	3,60	3,60	3,90	3,95
	2	3,70		3,91	
	3	3,66		3,99	
	4	3,52		3,95	
	5	3,50		3,98	

NM: no medible.

Piso laminado	Nº probeta	Largo lengüeta			
		Superior (mm.)	Promedio (mm.)	Inferior (mm.)	Promedio (mm.)
# 1	1	5,40	5,74	6,80	6,73
	2	5,75		6,79	
	3	5,97		6,60	
	4	5,85		6,64	
	5	5,75		6,81	
# 2	1	NM	NM	NM	NM
	2	NM		NM	
	3	NM		NM	
	4	NM		NM	
	5	NM		NM	
# 3	1	7,70	5,68	7,30	7,38
	2	5,00		7,20	
	3	5,32		7,50	
	4	4,70		7,90	
	5	5,66		7,02	

NM: no medible.



Piso laminado	Nº probeta	Espesor pieza (mm.)	Promedio (mm.)	Curvatura cara (mm.)	Promedio cara (mm.)
1	1	13,80	14,25	0,1 cóncava	0,14 cóncava
	2	14,38		0,15 cóncava	
	3	14,36		0,15 cóncava	
	4	14,39		0,15 cóncava	
	5	14,30		0,15 cóncava	
# 2	1	12,80	12,93	0,15 cóncava	0,04 cóncava
	2	12,80		0 cóncava	
	3	13,00		0,05 cóncava	
	4	12,90		0 cóncava	
	5	13,17		0 cóncava	
# 3	1	14,40	14,27	0,35 cóncava	0,39 cóncava
	2	14,50		0,35 cóncava	
	3	14,40		0,45 cóncava	
	4	14,00		0,45 cóncava	
	5	14,06		0,35 cóncava	

Piso laminado	Nº probeta	Presencia ceja	Promedio	CH (%)	Promedio
# 1	1	No hay	No hay	12,5	13,1
	2	No hay		14,6	
	3	No hay		11,6	
	4	No hay		15,2	
	5	No hay		11,6	
# 2	1	NM	NM	11,5	11,9
	2	NM		11,4	
	3	NM		12,3	
	4	NM		11,8	
	5	NM		12,4	
# 3	1	No hay	No hay	11,8	11,7
	2	No hay		11,1	
	3	No hay		11,2	
	4	No hay		12,2	
	5	No hay		12,4	

NM: no medible.

De acuerdo a la Norma UNE-EN 13489, se clasificó visualmente el diseño de los pisos laminados. Ella señala que las tres muestras de piso pertenecen a la "clase libre", es decir, permite incluir cualquier especie que pueda utilizarse para suelos de madera y que presenta un valor mínimo medio de dureza Brinell de 10 N/mm<sup>2</sup> (1,02 kg/mm<sup>2</sup>). Cabe señalar que los valores obtenidos de dureza, en las 3 muestras de piso laminado, superaron el valor exigido, lo que permite concluir que ellas cumplen con la regla de clasificación.

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de pisos ensayadas a objeto de comparar los resultados de sus características. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que existen diferencias significativas entre los tipos de pisos laminados en las diversas características evaluadas.

Existen diferencias significativas en el ángulo recto, donde el piso 3 es mayor que los pisos 1 y 2. Existen diferencias significativas en el ángulo de la ranura, donde el piso 2 es mayor que los pisos 1 y 3. Existen diferencias significativas en la profundidad de la ranura, donde el piso 3 es mayor que el piso 1. Existen diferencias significativas en el ancho de la ranura, donde el piso 1 es mayor que el piso 3. Existen diferencias significativas en el largo de lengüeta inferior, donde el piso 3 es mayor que el piso 1. Existen diferencias significativas en el espesor de la pieza, donde el piso 3 es mayor que el piso 1. Finalmente, también hay diferencias significativas en la curvatura cóncava de la cara, donde el piso 3 es mayor que los pisos 2 y 1.

## Norma UNE-EN 1534: Resistencia Huella Brinell

En la Tabla Nº 5 se presentan los resultados obtenidos del ensayo de la huella Brinell.

Tabla Nº 5. Resultados del ensayo huella Brinell

Muestra	Repetición	Piso laminado		
		# 1 (kg/mm <sup>2</sup> )	# 2 (kg/mm <sup>2</sup> )	# 3 (kg/mm <sup>2</sup> )
Muestra 1	1	17,99	31,41	21,21
	2	25,98	32,49	21,61
	3	36,62	20,76	22,01
	4	29,95	24,40	31,06
	5	16,63	23,47	15,84
Muestra 2	6	26,32	27,52	32,91
	7	28,14	28,18	23,76
	8	39,99	34,78	34,00
	9	31,31	24,94	18,57
	10	22,23	31,51	25,25
Muestra 3	11	44,21	25,10	43,53
	12	34,67	46,05	42,12
	13	23,28	39,56	17,31
	14	27,71	27,38	23,27
	15	25,25	31,30	26,71
Muestra 4	16	32,30	45,33	39,47
	17	18,00	37,27	17,30
	18	23,35	43,87	41,03
	19	37,95	30,65	20,99
	20	30,09	41,29	41,93
	<b>Promedio</b>	<b>28,60</b>	<b>32,36</b>	<b>27,99</b>

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de pisos ensayadas. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que no existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de muestras de pisos laminados.

## Norma UNE 56-817-74: Resistencia al choque

En la Tabla Nº 6 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la resistencia al Choque para los 3 tipos de muestras de pisos laminados evaluados.

Tabla Nº 6. Ensayo de la resistencia al choque

Altura	Repetición	Piso laminado					
		# 1		# 2		# 3	
		Hdto. (mm)	Hdto. promedio (mm)	Hdto. (mm)	Hdto. promedio (mm)	Hdto. (mm)	Hdto. promedio (mm)
15	1	0,89	0,73	0,64	0,59	0,42	0,47
	2	0,47		0,57		0,58	
	3	0,83		0,57		0,40	
30	1	0,91	0,93	0,94	0,97	0,95	0,77
	2	0,87		0,98		0,76	
	3	1,01		0,98		0,59	
60	1	1,59	1,57	1,52	1,63	1,23	1,06
	2	1,93		1,68		0,99	
	3	1,20		1,68		0,96	
90	1	1,96	1,91	2,28	2,08	2,07	1,83
	2	2,04		1,98		1,64	
	3	1,74		1,98		1,78	
120	1	2,52	2,40	2,30	2,15	2,48	2,19
	2	2,38		2,08		2,06	
	3	2,30		2,08		2,04	
150	1	2,52	2,64	2,58	2,27	2,86	2,67
	2	2,60		2,11		2,67	
	3	2,80		2,11		2,46	
180	1	3,10	2,92	3,27	2,98	3,29	3,30
	2	2,71		2,84		3,23	
	3	2,96		2,84		3,37	

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de piso ensayadas. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que no existen diferencias significativas en los diferentes tipos de muestras de pisos para cada una de las alturas evaluadas.

## Norma UNE-EN 13442: Resistencia a los agentes químicos

En la Tabla Nº 7 se presentan los resultados obtenidos del ensayo de determinación de la resistencia a los agentes químicos para los 3 tipos de pisos laminados evaluados.

Tabla 7. Resultados ensayo resistencia a los agentes químicos

Piso laminado	Repeticiones	Tinta Negra	Aceite Oliva	Café	Etanol	Vino
# 1	1	3	1	5	5	5
	2	3	1	5	5	5
	3	3	1	5	5	5
	4	3	1	5	5	5
# 2	1	1	1	3	5	1
	2	1	1	3	5	1
	3	1	1	3	3	1
	4	1	1	3	3	1
# 3	1	3	1	5	5	5
	2	3	1	5	5	5
	3	3	1	5	5	5
	4	1	1	5	5	5

De los agentes químicos utilizados en la evaluación de los 3 tipos de pisos, los que dejaron los mayores y menores efectos visibles fueron el aceite oliva y el etanol, respectivamente. Los resultados muestran que el piso laminado 2 fue el más afectado por la aplicación de agentes químicos, mientras que el comportamiento de los pisos laminados 1 y 3 fue similar.

## Norma UNE-EN 1910: Estabilidad dimensional

En la Tabla Nº 8 se presentan los resultados obtenidos después de someter durante 2 semanas a las probetas de piso laminado al acondicionamiento inicial Nº 1, es decir, humedad relativa de  $65 \pm 5 \%$  y una temperatura de  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Tabla Nº 8. Resultados posteriores al acondicionamiento Nº 1.

Piso laminado	Probeta	Masa (g)	CH (%)	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 1	1	205,12	11,80	249,98	135,67	14,44
	2	260,14	11,00	249,90	135,66	14,47
	3	253,45	11,60	250,02	135,66	14,15
	4	251,14	14,30	250,04	135,62	14,23
	5	241,24	10,70	250,11	135,74	14,19
	6	249,21	11,40	250,02	135,64	14,51
	7	247,54	12,00	249,93	135,77	13,65
	8	322,68	11,40	250,25	135,72	14,14
	9	245,17	12,00	249,41	135,64	14,29
	10	255,00	11,60	249,51	135,79	14,20
	11	266,47	9,60	251,31	135,77	14,33
	12	262,21	10,10	251,38	135,71	14,09
	13	263,14	10,50	251,26	135,54	14,20
	14	260,47	10,80	251,39	135,63	14,07
	15	257,21	9,90	251,29	135,58	14,20
	16	261,54	11,60	251,39	135,75	14,13
	17	247,48	10,30	251,24	135,64	14,19
	18	255,46	10,30	251,46	135,75	14,18
	19	249,68	10,40	251,28	135,75	14,30
	20	245,67	10,20	251,37	135,66	14,13
<b>Promedio</b>		<b>255,00</b>	<b>255,00</b>	<b>11,08</b>	<b>250,63</b>	<b>135,68</b>

(Continuación Tabla N° 8...)

Piso laminado	Probeta	Masa (g)	CH (%)	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 2	1	217,51	10,30	249,77	129,33	13,09
	2	225,00	11,60	249,99	129,79	12,73
	3	221,84	10,30	249,57	129,67	12,90
	4	231,51	11,80	249,77	129,62	12,84
	5	218,67	11,40	249,82	129,91	12,81
	6	217,54	11,30	249,96	129,64	12,84
	7	213,81	11,60	249,91	129,63	12,68
	8	259,61	11,40	249,72	129,65	12,81
	9	228,41	12,00	249,66	129,67	12,76
	10	226,84	10,90	251,21	129,58	12,73
	11	231,57	10,50	251,48	129,53	12,72
	12	215,10	10,90	251,39	129,31	12,79
	13	215,21	10,10	251,17	129,72	12,81
	14	236,10	11,50	251,43	129,50	12,73
	15	211,21	11,30	251,33	129,41	12,76
	16	231,00	11,50	251,37	129,65	12,82
	17	208,00	10,20	251,19	129,29	13,11
	18	237,10	11,20	249,42	129,42	12,82
	19	212,10	10,30	251,15	129,49	12,83
	20	233,90	11,20	251,27	129,61	12,84
<b>Promedio</b>		<b>224,60</b>	<b>224,60</b>	<b>11,07</b>	<b>250,53</b>	<b>129,57</b>

(Continuación Tabla N° 8...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 3	1	263,00	10,20	249,32	134,92	14,02
	2	245,31	10,60	250,05	135,18	13,85
	3	258,41	10,20	249,94	134,25	13,83
	4	264,20	11,00	249,78	135,05	14,16
	5	245,10	10,30	249,81	135,06	13,86
	6	253,12	10,90	249,90	134,82	13,40
	7	240,10	11,60	249,93	135,23	13,68
	8	254,27	11,90	249,13	134,92	14,02
	9	246,81	11,40	250,21	135,41	14,15
	10	250,10	12,80	250,97	135,07	13,98
	11	236,10	11,10	250,93	135,04	13,95
	12	241,60	10,80	250,98	135,21	13,93
	13	242,21	11,70	250,95	135,21	14,01
	14	256,12	11,70	250,59	135,27	14,02
	15	240,50	11,10	251,14	135,56	13,93
	16	253,00	11,60	251,11	135,22	13,76
	17	251,40	12,10	251,31	135,15	13,96
	18	258,40	11,60	251,12	135,07	13,64
	19	240,60	12,20	251,17	135,03	14,01
	20	238,00	10,90	250,95	135,73	13,90
<b>Promedio</b>		<b>248,92</b>	<b>248,92</b>	<b>11,29</b>	<b>250,46</b>	<b>135,12</b>



En la Tabla Nº 9 se presentan los resultados obtenidos después durante 3 semanas a las probetas de piso laminado al acondicionamiento Nº 2, es decir, humedad relativa de 75±5 % y una temperatura de 23±2 °C.

Tabla Nº9. Resultados posteriores al acondicionamiento Nº 2

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 1	1	206,10	14,90	250,05	135,68	14,44
	2	261,47	15,30	249,94	135,67	14,48
	3	254,21	16,50	249,97	135,70	14,14
	4	253,70	15,90	249,93	135,62	14,13
	5	242,70	16,50	250,02	135,72	14,19
	6	250,60	16,40	249,94	135,71	14,52
	7	248,80	16,80	249,83	135,80	13,88
	8	233,80	15,80	249,92	135,74	14,16
	9	246,20	15,90	249,64	135,66	14,16
	10	256,00	15,30	249,85	135,81	14,21
	11	267,80	15,60	250,67	135,77	14,31
	12	263,50	16,30	251,16	135,68	14,04
	13	264,20	15,10	250,99	135,59	14,14
	14	261,10	14,70	251,08	135,66	14,00
	15	258,50	14,90	250,77	135,60	14,14
	16	264,60	16,40	251,05	135,71	13,99
	17	248,00	15,90	250,61	135,64	14,14
	18	256,20	16,30	251,15	135,70	14,08
	19	250,80	16,40	250,88	135,75	14,20
	20	246,50	16,60	250,98	135,68	14,11
<b>Promedio</b>		<b>251,74</b>	<b>251,74</b>	<b>15,88</b>	<b>250,42</b>	<b>135,69</b>

(Continuación Tabla N° 9...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 2	1	218,70	10,80	249,94	129,43	12,86
	2	226,20	11,90	250,08	129,62	12,79
	3	222,70	11,90	249,58	129,48	12,82
	4	232,50	12,20	249,81	129,57	12,82
	5	219,40	11,70	249,84	129,72	12,77
	6	218,70	11,60	249,94	129,75	12,69
	7	214,70	11,70	249,92	129,70	12,66
	8	260,80	12,10	249,75	129,60	12,81
	9	229,20	12,50	249,74	129,58	12,72
	10	227,80	12,80	250,57	129,45	12,75
	11	232,80	12,60	251,35	129,54	12,73
	12	216,40	12,00	251,39	129,20	12,81
	13	215,60	12,80	251,26	129,58	12,80
	14	236,10	12,20	251,27	129,54	12,72
	15	212,50	12,30	251,31	129,36	12,72
	16	232,30	12,70	251,25	129,57	12,78
	17	209,50	13,00	251,25	129,35	12,95
	18	238,60	12,10	250,24	129,49	12,78
	19	214,40	12,20	250,31	129,48	12,79
	20	234,40	12,30	251,24	129,55	12,75
<b>Promedio</b>		<b>225,67</b>	<b>225,67</b>	<b>12,17</b>	<b>250,50</b>	<b>129,53</b>

(Continuación Tabla N° 9...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 3	1	266,70	11,60	249,68	135,08	14,20
	2	247,00	11,60	249,91	134,95	14,03
	3	259,40	11,80	249,88	134,59	14,02
	4	266,50	12,80	249,84	135,15	14,14
	5	247,00	11,40	249,78	135,16	13,71
	6	254,40	11,70	249,91	135,00	13,76
	7	241,70	12,00	249,74	134,93	13,85
	8	256,00	11,90	249,58	134,99	13,86
	9	248,70	12,80	250,07	135,43	14,18
	10	252,10	13,00	251,13	134,93	13,87
	11	238,30	12,20	250,60	134,84	13,90
	12	243,90	11,90	251,48	135,18	13,96
	13	244,80	12,80	251,95	135,14	13,97
	14	258,20	12,30	250,90	135,23	13,98
	15	241,10	12,30	251,48	135,33	14,27
	16	254,60	12,30	251,12	135,34	13,81
	17	253,70	12,20	251,73	135,22	14,06
	18	259,30	12,10	251,05	135,12	13,76
	19	241,90	12,30	251,58	135,13	14,09
	20	239,00	12,60	250,58	135,53	14,01
<b>Promedio</b>		<b>250,72</b>	<b>250,72</b>	<b>12,18</b>	<b>250,60</b>	<b>135,11</b>

En la Tabla Nº 10 se presentan los resultados obtenidos después de someter durante 2,5 semanas a las probetas de piso laminado al acondicionamiento Nº 3, es decir, humedad relativa de  $30\pm 5\%$  y una temperatura de  $23\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ .

Tabla Nº 10. Resultados posteriores al acondicionamiento Nº 3.

Piso laminado	Probeta	Masa (g)	CH (%)	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 1	1	261,72	12,1	250,10	135,58	14,61
	2	262,11	13,8	249,96	135,74	14,50
	3	243,69	15,4	250,05	135,77	14,37
	4	254,69	13,5	249,98	135,74	14,34
	5	254,65	15,4	249,98	135,79	14,35
	6	251,64	13,4	249,99	135,78	14,29
	7	249,75	14,6	250,37	135,80	14,02
	8	234,78	15,4	249,91	135,81	13,93
	9	246,51	11,6	249,64	135,75	14,25
	10	256,51	11,1	250,03	135,75	14,35
	11	269,19	13,4	250,94	135,77	14,30
	12	264,55	12,1	251,28	135,71	14,18
	13	265,55	13,4	252,10	135,62	14,32
	14	262,35	11,4	250,54	135,84	14,22
	15	259,79	12,4	250,23	135,79	14,35
	16	265,98	11,4	251,18	135,76	14,20
	17	249,34	12,5	250,66	135,74	14,37
	18	257,52	12,6	251,19	135,68	14,22
	19	252,04	14,6	251,43	135,72	14,39
	20	247,78	12,3	251,24	135,73	14,30
<b>Promedio</b>		<b>255,51</b>	<b>13,12</b>	<b>250,54</b>	<b>135,74</b>	<b>14,29</b>

(Continuación Tabla N° 10...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probetas</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 2	1	219,92	11,20	249,94	129,54	12,86
	2	228,31	11,60	250,12	129,80	12,86
	3	224,03	10,90	249,57	129,58	12,89
	4	233,43	11,50	249,75	129,67	12,79
	5	220,00	11,40	249,90	129,63	12,82
	6	219,24	10,80	249,89	129,83	12,84
	7	215,03	11,30	250,00	129,75	12,83
	8	261,22	10,60	249,90	129,68	12,83
	9	229,41	11,30	249,83	129,60	12,81
	10	228,08	11,10	249,84	129,59	12,89
	11	233,58	10,80	251,15	129,66	12,76
	12	217,27	10,80	251,46	129,29	12,81
	13	218,29	10,60	251,44	129,67	12,78
	14	236,65	10,80	251,12	129,59	12,84
	15	213,02	10,40	251,36	129,37	12,80
	16	232,89	10,60	251,28	129,62	12,81
	17	210,08	10,90	251,38	129,41	12,79
	18	23,12	10,50	251,15	129,59	12,77
	19	215,09	10,70	250,42	129,64	12,70
	20	235,75		251,27	129,64	12,79
<b>Promedio</b>		<b>215,72</b>	<b>215,72</b>	<b>10,94</b>	<b>250,54</b>	<b>129,61</b>

(Continuación Tabla N° 10...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
# 3	1	268,12	10,8	249,76	135,14	13,97
	2	248,29	10,4	249,96	135,04	13,84
	3	260,68	11,3	249,95	135,08	14,01
	4	267,74	11,3	249,90	135,19	13,76
	5	248,27	10,9	249,85	135,04	13,90
	6	242,92	10,7	249,95	135,00	13,88
	7	255,77	11,6	249,85	135,17	13,94
	8	257,37	11,4	249,82	134,91	13,94
	9	250,12	11,8	249,99	135,10	13,73
	10	253,42	12,3	250,08	135,35	13,94
	11	239,70	11,6	251,15	134,98	14,03
	12	245,25	10,4	251,55	135,24	14,42
	13	246,06	12,4	251,40	135,21	13,96
	14	259,49	11,7	251,17	135,22	14,20
	15	242,33	11,8	251,30	135,14	13,91
	16	255,67	11,6	251,61	135,30	14,25
	17	254,92	11,4	251,25	135,23	14,14
	18	260,53	11,4	251,65	135,27	14,06
	19	243,17	11,7	251,28	135,23	14,04
	20	240,28	11,6	251,55	135,37	14,06
<b>Promedio 3</b>		<b>252,01</b>	<b>11,41</b>	<b>250,65</b>	<b>135,16</b>	<b>14,00</b>

En la Tabla N° 11 se presentan los resultados obtenidos después de someter las probetas de piso laminado al secado final, es decir, secado en estufa a  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta alcanzar masa constante.

Tabla N° 11. Resultados posteriores al secado final

Piso laminado	Probeta	Masa (g)	CH (%)	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 1	1	239,54	10,80	249,78	135,26	14,22
	2	239,31	11,20	249,34	135,28	13,82
	3	232,61	12,20	249,26	135,33	13,74
	4	232,52	10,40	249,26	135,38	13,21
	5	222,65	12,50	249,48	135,41	13,73
	6	229,83	10,40	249,33	135,34	13,55
	7	227,87	10,30	249,21	135,49	13,50
	8	214,12	11,30	249,17	135,35	13,56
	9	224,83	9,30	248,87	135,34	13,89
	10	233,59	9,80	249,33	135,43	14,03
	11	246,41	11,40	250,40	135,35	13,95
	12	241,15	10,20	250,47	135,32	13,80
	13	243,30	11,30	250,54	135,36	13,93
	14	239,02	9,40	250,50	135,38	13,86
	15	238,13	10,60	250,37	135,36	14,06
	16	242,40	9,50	250,49	135,39	13,86
	17	228,36	9,40	250,39	135,39	14,00
	18	234,90	10,50	250,55	135,34	13,83
	19	230,41	11,90	250,38	135,41	14,11
	20	225,56	10,10	250,48	135,36	13,99
<b>Promedio</b>		<b>233,33</b>	<b>233,33</b>	<b>10,63</b>	<b>249,88</b>	<b>135,36</b>

(Continuación Tabla N° 11...)

Piso laminado	Probeta	Masa (g)	CH (%)	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 2	1	240,25	9,60	249,24	126,59	12,62
	2	223,50	9,70	249,44	126,66	12,56
	3	234,24	8,30	249,57	126,67	12,61
	4	240,83	9,40	249,33	127,05	12,61
	5	223,47	9,30	249,31	126,67	12,66
	6	218,47	8,20	249,46	126,61	12,64
	7	229,20	9,60	249,43	127,08	12,73
	8	231,03	8,50	249,03	126,78	12,73
	9	225,10	9,30	249,01	126,54	12,60
	10	227,52	9,20	249,60	126,29	12,54
	11	215,26	9,10	250,55	127,49	12,55
	12	220,75	8,40	250,91	126,49	12,63
	13	220,94	8,30	250,67	126,78	12,64
	14	232,54	8,70	251,28	127,56	12,56
	15	217,66	9,60	250,61	126,61	12,69
	16	229,47	9,30	250,98	127,44	12,60
	17	229,17	8,50	250,78	126,64	12,67
	18	234,52	8,20	251,75	127,42	12,58
	19	218,42	8,00	250,74	127,06	12,60
	20	216,32	10,20	250,92	127,27	12,56
<b>Promedio</b>		<b>226,43</b>	<b>226,43</b>	<b>8,91</b>	<b>250,13</b>	<b>126,88</b>



(Continuación Tabla N° 11...)

<b>Piso laminado</b>	<b>Probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>CH (%)</b>	<b>Largo (mm.)</b>	<b>Ancho (mm.)</b>	<b>Espesor (mm.)</b>
<b># 3</b>	1	198,91	9,10	249,64	134,61	13,41
	2	204,57	9,00	249,66	134,68	13,47
	3	202,00	9,20	249,22	134,60	13,56
	4	210,57	10,50	249,02	134,78	13,56
	5	198,27	9,20	249,52	134,76	13,22
	6	197,56	9,10	249,43	134,72	13,38
	7	193,63	9,20	249,57	134,78	13,43
	8	235,92	9,80	249,34	134,64	13,49
	9	206,78	8,50	249,40	134,45	13,25
	10	205,50	10,20	249,38	134,91	13,44
	11	210,87	9,20	250,32	134,22	13,43
	12	196,40	8,20	251,02	134,73	13,90
	13	195,55	10,20	250,94	134,60	13,43
	14	213,77	10,20	250,68	134,74	13,75
	15	192,36	10,00	250,97	134,71	13,63
	16	210,40	9,60	250,78	134,92	13,75
	17	189,78	9,40	251,00	134,55	13,51
	18	215,83	9,30	250,80	134,66	13,59
	19	194,55	9,60	248,95	134,47	13,55
	20	212,99	9,10	250,83	135,39	13,54
<b>Promedio</b>		<b>204,31</b>	<b>204,31</b>	<b>9,35</b>	<b>250,02</b>	<b>134,69</b>

En la Tabla N° 12 se presentan los resultados obtenidos del ensayo de la evaluación de la estabilidad dimensional de los 3 tipos de piso laminado, en base a las variaciones del largo, ancho y espesor.

Tabla N° 12. Evaluación de la estabilidad dimensional

Piso laminado	Probeta	Variación dimensional		
		Largo (mm)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 1	1	0,15	0,28	3,28
	2	0,30	0,41	5,64
	3	0,38	0,39	5,35
	4	0,34	0,32	9,64
	5	0,24	0,34	5,20
	6	0,32	0,39	6,12
	7	0,55	0,27	4,50
	8	0,35	0,41	3,14
	9	0,37	0,36	3,05
	10	0,34	0,28	2,66
	11	0,26	0,37	2,89
	12	0,38	0,34	3,29
	13	0,75	0,23	3,31
	14	0,02	0,41	3,09
	15	-0,07	0,38	2,46
	16	0,33	0,33	2,92
	17	0,13	0,31	3,14
	18	0,31	0,30	3,32
	19	0,50	0,27	2,32
	20	0,36	0,33	2,64
<b>Promedio</b>		<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	<b>3,90</b>

(Continuación Tabla N° 12...)

Piso laminado	Probeta	Variación dimensional		
		Largo (mm)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 2	1	0,34	2,74	2,19
	2	0,32	2,91	2,77
	3	0,00	2,70	2,62
	4	0,20	2,43	1,64
	5	0,29	2,74	1,50
	6	0,21	2,98	1,94
	7	0,27	2,47	0,95
	8	0,42	2,69	0,94
	9	0,39	2,83	1,93
	10	0,11	3,06	3,29
	11	0,29	2,01	2,03
	12	0,26	2,61	1,64
	13	0,37	2,68	1,27
	14	-0,08	1,88	2,64
	15	0,36	2,56	1,08
	16	0,14	2,01	1,92
	17	0,29	2,57	1,11
	18	-0,29	2,02	1,78
	19	-0,15	2,40	0,89
	20	0,17	2,20	2,12
<b>Promedio</b>		<b>0,20</b>	<b>2,52</b>	<b>1,81</b>

(Continuación Tabla N° 12...)

Piso laminado	Probeta	Variación dimensional		
		Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
# 3	1	0,06	0,47	4,73
	2	0,14	0,32	3,12
	3	0,35	0,43	3,89
	4	0,42	0,37	1,70
	5	0,16	0,25	5,95
	6	0,25	0,25	4,32
	7	0,14	0,35	4,38
	8	0,23	0,24	3,85
	9	0,28	0,58	4,02
	10	0,34	0,39	4,33
	11	0,40	0,68	5,14
	12	0,25	0,45	4,43
	13	0,22	0,55	4,55
	14	0,23	0,43	3,86
	15	0,16	0,38	2,31
	16	0,40	0,34	4,30
	17	0,12	0,60	5,42
	18	0,41	0,54	4,14
	19	1,11	0,68	4,13
	20	0,34	-0,02	4,45
<b>Promedio</b>		<b>0,30</b>	<b>0,41</b>	<b>4,15</b>

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de pisos ensayadas para comparar los resultados de sus características. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de pisos, para el ancho y espesor. No hay diferencias significativas en el largo. Para el espesor de los pisos laminados, los mayores resultados se presentaron en las muestras 1 y 3, por sobre la 2. Para el ancho de los pisos laminados, los mayores resultados se presentaron en la muestra 2, por sobre la 1 y 3.

## UNE-EN 13696: Elasticidad y la resistencia a la abrasión

### Abrasión

En la Tabla Nº 13 se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la abrasión para los 3 tipos de pisos laminados evaluados.

Tabla Nº 13. Resistencia a la abrasión

Piso laminado	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Pérdida de masa (g)	Promedio (g)	CH (%)	Profundidad (mm.)	Promedio (mm.)
# 1	209,36	204,87	4,49	5,75	12,5	0,28	0,61
	201,3	198,69	2,61		14,6	0,32	
	192,55	184,39	8,16		11,6	1,05	
	188,79	180,49	8,30		15,2	1,10	
	195,51	190,31	5,20		11,6	0,29	
# 2	187,73	184,78	2,95	3,32	11,5	0,27	0,23
	179,37	174,48	4,89		11,4	0,38	
	180,37	176,87	3,50		12,3	0,23	
	181,76	179,03	2,73		11,8	0,09	
	174,92	172,4	2,52		12,4	0,20	
# 3	206,43	203,3	3,13	4,18	11,8	0,10	0,49
	196,52	192,74	3,78		11,1	0,15	
	195,44	191,62	3,82		11,2	0,91	
	197,75	192,12	5,63		12,2	0,65	
	204,82	200,28	4,54		12,4	0,62	

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de pisos ensayadas para comparar los resultados del ensayo de abrasión. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que existen diferencias significativas en los diferentes tipos de pisos laminados respecto de la pérdida de masa, siendo mayor en el tipo de piso laminado 1, seguida por la 3 y por la 2.

## Elasticidad

En la Tabla N° 14 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la elasticidad para los 3 tipos de pisos laminados evaluados.

Tabla N° 14. Evaluación de la elasticidad

Número del cono	Altura del cono (mm)	Repetición	Presencia de agrietamiento		
			Piso laminado 1	Piso laminado 2	Piso laminado 3
1	2,6	1	Si	Si	Si
		2	Si	Si	Si
		3	Si	Si	Si
2	2,4	1	Si	Si	Si
		2	Si	Si	Si
		3	Si	Si	Si
3	2,2	1	Si	Si	Si
		2	Si	Si	Si
		3	Si	Si	Si
4	2,0	1	Si	Si	No
		2	Si	Si	No
		3	Si	Si	No
5	1,8	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
6	1,6	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No

(Continuación tabla N° 14...)

Número del cono	Altura del cono (mm)	Repetición	Presencia de agrietamiento		
			Piso laminado 1	Piso laminado 2	Piso laminado 3
7	1,4	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
8	1,2	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
9	1,0	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
10	0,8	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
11	0,6	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No
12	0,4	1	No	No	No
		2	No	No	No
		3	No	No	No

De los 12 conos evaluados, en los pisos laminados 1 y 2 se observó agrietamiento en los conos 1, 2, 3 y 4. En el piso laminado 3 se observó agrietamiento en los conos 1, 2 y 3.

## Norma NCh 176/1: Contenido de Humedad

En la Tabla N° 15 se presentan los resultados obtenidos de la determinación del contenido de humedad en base seca para los 3 tipos de muestras de pisos laminados evaluados.

Tabla N° 15. Evaluación del contenido de humedad en base seca

Piso laminado	Repetición	masa inicial (g)	masa final (g)	CH (%)	Promedio CH (%)
# 1	1	20,46	18,63	9,82	9,46
	2	18,95	17,38	9,03	
	3	20,17	18,38	9,74	
	4	19,17	17,55	9,23	
	5	19,59	17,96	9,08	
# 2	1	16,38	14,85	10,30	10,29
	2	16,33	14,79	10,41	
	3	16,33	14,8	10,34	
	4	17,44	15,83	10,17	
	5	17,03	15,45	10,23	
# 3	1	19,29	17,41	10,80	10,86
	2	19,56	17,66	10,76	
	3	16,71	15,08	10,81	
	4	18,51	16,68	10,97	
	5	18,55	16,72	10,94	

Se realizó un análisis estadístico de los resultados de las muestras de piso ensayadas para comparar los resultados obtenidos. Un análisis de varianza ANOVA, con un test de rangos múltiples LSD, con un nivel de confianza del 95%, señala que existen diferencias significativas en los diferentes tipos de pisos laminados. La muestra de piso laminado que presentó el mayor CH fue la 3, seguida de la 2 y la 1, respectivamente.



#### 4. CONCLUSIONES

- Se fabricaron los tipos de pisos laminados que se indican:

Piso 1: Lámina E. regnans adherida a un contrachapado de P. radiata.

Piso 2: Lámina E. regnans adherida a piezas de madera aserrada de P. radiata.

Piso 3: Lámina E. regnans adherida a piezas transversales y tulipa de P. radiata.

- Los resultados de las determinaciones de las características de geometría (norma UNE-EN 13647) y multicapa (norma UNE-EN 13489) indican que los pisos que presentaron las mayores dimensiones fueron los números 1 y 3.
- El análisis estadístico de las determinaciones de la Huella Brinell (norma UNE-EN 1534) y la Resistencia al Choque (norma UNE 56-817-74) señalan que no hay diferencias estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos para los diferentes tipos de pisos laminados.

Los resultados promedios de la huella Brinell para los pisos laminados 1, 2 y 3 fueron de 28,60 kg/mm<sup>2</sup>; 32,36 kg/mm<sup>2</sup> y 27,99 kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente.

La resistencia al choque, entre las alturas de ensayo de 15 y 180 cm., los resultados promedios fueron de 0,75 mm a 2,92 mm; de 0,59 mm a 2,98 mm; y de 0,47 a 3,30 mm, para los pisos laminados 1, 2 y 3, respectivamente.

- Los resultados de las evaluaciones de los agentes químicos (norma UNE-EN 13442) señalan que el piso laminado 2 fue el más afectado, no así los pisos laminados 1 y 3.

El “aceite de oliva” fue el producto que más afectó los tres tipos de pisos. El “etanol” fue el menos dañino.

- Los resultados de las evaluaciones de la estabilidad dimensional (norma UNE-EN 1910) señalan que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de piso laminado, en el espesor y el ancho. No existen diferencias en el largo. El piso laminado 2 fue el más estable en el espesor. Los pisos laminados 1 y 3 fueron los más estables en el ancho.

En el espesor, los resultados promedios fueron de 3,90 mm; 1,81 mm y 4,15 mm, para los pisos laminados 1, 2 y 3, respectivamente. No existen diferencias significativas entre los pisos 1 y 3. Si hay diferencias significativas de los pisos 1 y 3 respecto del piso 2.

En el ancho, los resultados promedios fueron de 0,34 mm; 2,52 mm y 0,41 mm, para los pisos laminados 1, 2 y 3, respectivamente. No existen diferencias significativas entre los pisos 1 y 3. Si hay diferencias significativas de los pisos 1 y 3 respecto del piso 2.

- Los resultados de la evaluación de la resistencia a la abrasión (norma UNE-EN 13696) indican que hay diferencias significativas en los resultados de la pérdida de masa entre los 3 tipos de piso laminado, no apreciándose diferencias en la profundidad. La pérdida de masa fue mayor en el piso laminado 1, seguido por el 3 y por el 2, respectivamente. El piso laminado más resistente a la abrasión fue el tipo 2, seguido por el tipo 3 y el 1, respectivamente.

Para la pérdida de masa promedio en la abrasión fue de 5,75 g; 3,32 g y 4,18 g, para los pisos laminados 1, 2 y 3, respectivamente.

- Los resultados de la evaluación de la elasticidad (norma UNE-EN 13696) señalan agrietamientos en la superficie de los pisos 1 y 2 al utilizar los conos 1, 2, 3 y 4. En el piso laminado 3 se observó agrietamiento al utilizar los conos 1, 2 y 3. En el resto de los conos no se observó un agrietamiento visible en los 3 tipos de pisos laminados. El piso laminado 3 fue el que presentó mejores propiedades de elasticidad.
- Los resultados de la evaluación del contenido de humedad (norma NCH 176/1) indican que existen diferencias significativas entre las tres muestras de piso laminado. El mayor valor lo registró el piso 3, con un 10,86%, seguido del piso 2 (10,29%), y el piso 1 (9,46%).
- En general, el piso laminado 3 presentó el mejor comportamiento a las propiedades evaluadas. Los pisos laminados 1 y 2 presentaron comportamientos variables.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

UNE 56-817: Suelos de madera. Control acabado superficial. Ensayo resistencia choque.

UNE EN 1534: Suelos de madera. Determinación de la resistencia a la huella (Brinell).

UNE EN 1910: Suelos de madera y parquet. Determinación de la estabilidad dimensional.

UNE 13696: Suelos de madera y parquet. Elasticidad y resistencia a la abrasión.

UNE EN 13647: Suelos de madera y parquet. Determinación de la geometría.

UNE EN 13442: Suelos de madera. Determinación de resistencia a agentes químicos.

UNE EN 13489: Suelos de madera de parquet. Especificaciones o requisitos mínimos que debe cumplir el parquet multicapa a nivel europeo.

NCh 762. Determinación del contenido de humedad.