



INFORME DE ENSAYO CON
FIRMA ELECTRÓNICA

RESISTENCIA AL FUEGO DE
SEGÚN NCh935/1.Of97

Cielo con envigado de madera



División Estructuras y Materiales (DEM)

Unidad de Ensayos – Fuego y Habitabilidad

Ejemplar N° 01 N° Páginas 14 Revisión N°0

Informe N° 1.168.831 /2016 Ref.: PR.DEM.2016.2002-V2 CCT

NOMBRE		FECHA
Validado por:	Victoria Garrido V.	03/01/2017
Aprobado por:	Andrés Santis A.	
Destinatario:	Daniel Olea. PUC – Centro UC de innovación en madera.	



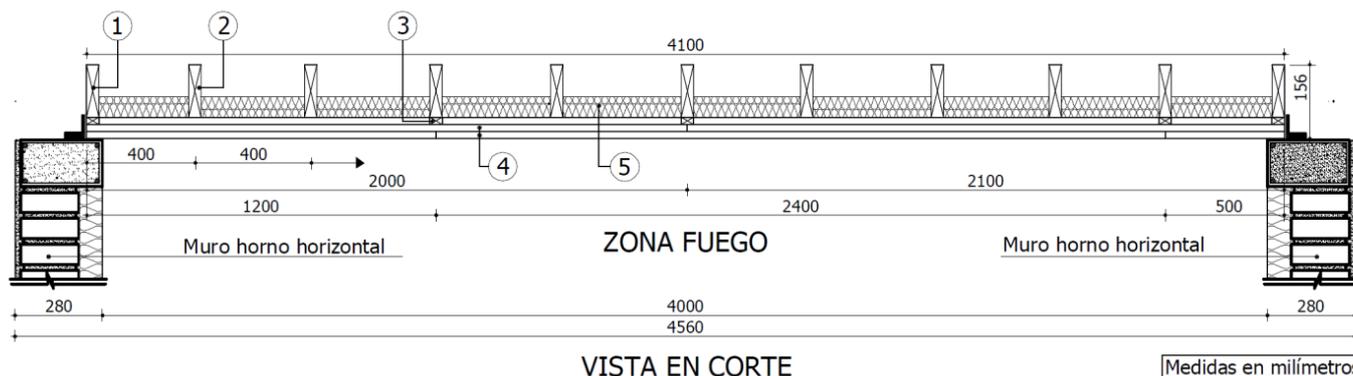
CONTENIDO

Resumen.....	Pág. 3
1. Alcance.....	Pág. 4
2. Equipos e instrumentos.....	Pág. 5
3. Acondicionamiento y montaje.....	Pág. 6
4. Descripción de la muestra.....	Pág. 7
5. Procedimiento de ensayo.....	Pág. 8
6. Resultados.....	Pág. 10
7. Conclusión.....	Pág. 12
Anexo A.....	Pág. 13

Resumen

Ensayo de resistencia al fuego según NCh935/1.Of97

Empresa solicitante:	PUC – Centro UC de innovación en madera	Dirección:	Marcoleta Nº 367, Santiago.
Solicitado por:	Daniel Olea	Elemento:	Cielo con envigado de madera
Recinto de ensayo:	Laboratorio de Incendios, Salomón Sack 840, Cerrillos.	Nº de informe:	1.168.831
		Construido en:	Fábrica / Laboratorio
		Fecha de ensayo:	23-12-2016



Nº	Elemento	Descripción
1	Viga perimetral	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½”.-
2	Envigado	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½”, dispuestos cada 0,40 [m].-
3	Entramado de cielo	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (41 x 20) mm. Piezas dispuestas perpendiculares al envigado separadas cada 0,4 [m] y piezas paralelas al envigado separadas cada 0,8 [m], ambas fijadas con clavos de 2 ½”.-
4	Cara expuesta al fuego	Doble placa de yeso-cartón “Gyplac® RF” de 12,5 [mm] de espesor, ambas placas fijadas con tornillos cabeza de trompeta punta fina #6 x 1 ¼” y #6 x 1 5/8” respectivamente cada 0,2 [m]. Sello de unión de placas es con cinta de fibra de vidrio más pasta a base yeso “Romeral®”, para ambas placas.-
5	Aislación	Lana de vidrio “Isover” de 50 [mm] de espesor y 11 [kg/m3] de densidad nominal.-

Nota: De acuerdo a lo señalado en norma NCh935/1.Of97, el resultado obtenido es válido sólo para el elemento ensayado y bajo las condiciones estipuladas en el Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.

Resistencia al fuego del elemento

42 minutos

Clasificación

F30

Nota: Este resumen no reemplaza el informe.

Fecha de emisión: 03 de enero de 2017



1. ALCANCE

El presente informe de ensayo ha sido solicitado a IDIEM de la Universidad de Chile por Daniel Olea, en representación de la empresa PUC – Centro UC de Innovación en Madera.

Este informe establece la Clasificación de Resistencia al Fuego de un sistema o elemento constructivo (Cielo con envigado de madera), ensayado bajo la norma NCh935/1.Of97, y según el procedimiento interno UFH-PP-209, en el Laboratorio de Incendios de IDIEM ubicado en Salomón Sack 840, Cerrillos.

2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Para la ejecución del ensayo se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

2.1 Horno de ensayo

El Laboratorio cuenta con un horno de ensayo “horizontal” equipado con un quemador a gas, modulante, de potencia térmica nominal mínima de 1700 [kW]. La boca del horno mide 3 [m] de ancho por 4 [m] de largo.

2.2 Instrumentos de medición

- Termocuplas : De tipo Chromel - Alumel y son utilizadas para el monitoreo de la temperatura al interior del horno.
- Sensor infrarrojo : Termómetro infrarrojo tipo pistola que se utiliza para medir la temperatura promedio y puntual máxima de la cara no expuesta del elemento.
- Manómetro : Manómetro diferencial de columna de agua utilizado para medir la sobrepresión al interior del horno.

3 ACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE

La probeta fue construida por el solicitante y se mantuvo en el Laboratorio por 03 días antes del ensayo.

Ésta se construyó sobre los muros del horno dejándola simplemente apoyada por todo su contorno. Todo el perímetro en el encuentro horno-muestra fue sellado con lana mineral y pasta base de yeso.

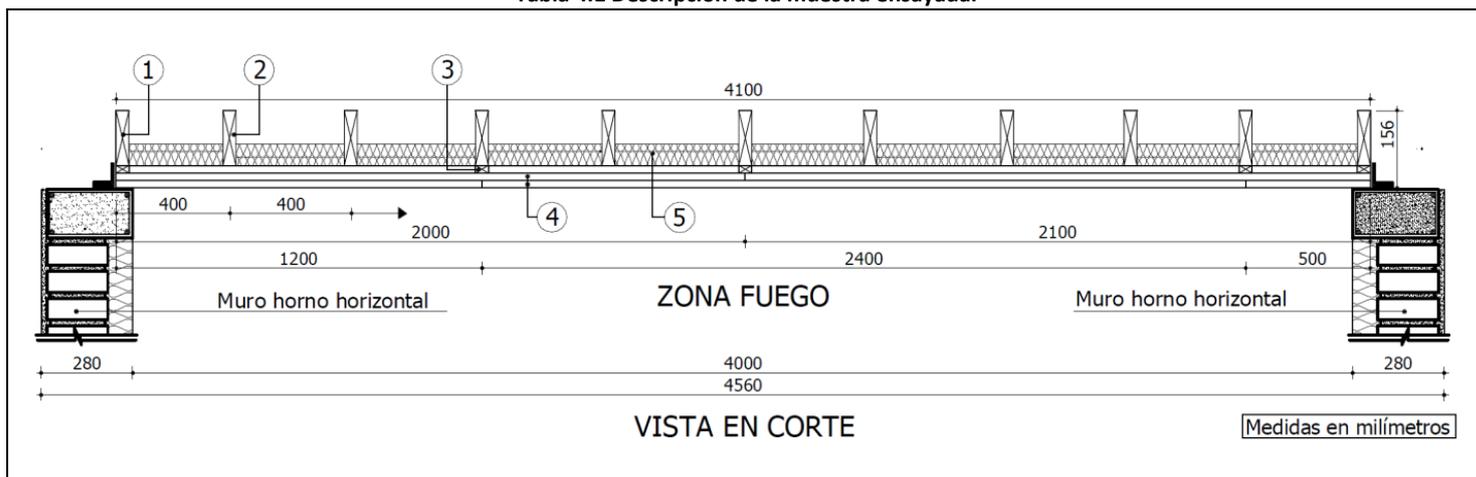
El día del ensayo, las condiciones de temperatura al inicio fueron las siguientes:

- Temperatura promedio inicial del horno : 20 [°C]
- Temperatura inicial cara no expuesta : 30 [°C]

4 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra ensayada y recepcionada por el laboratorio era de 3,50 [m] de ancho y 4,50 [m] de largo, de características constructivas según se describe en la Tabla 4.1 a continuación.

Tabla 4.1 Descripción de la muestra ensayada.



N°	Elemento	Descripción
1	Viga perimetral	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½".-
2	Envigado	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½", dispuestos cada 0,40 [m].-
3	Entramado de cielo	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (41 x 20) mm. Piezas dispuestas perpendiculares al envigado separadas cada 0,4 [m] y piezas paralelas al envigado separadas cada 0,8 [m], ambas fijadas con clavos de 2 ½".-
4	Cara expuesta al fuego	Doble placa de yeso-cartón "Gyplac® RF" de 12,5 [mm] de espesor, ambas placas fijadas con tornillos cabeza de trompeta punta fina #6 x 1 ¼" y #6 x 1 5/8" respectivamente cada 0,2 [m]. Sello de unión de placas es con cinta de fibra de vidrio más pasta a base yeso "Romeral®", para ambas placas.-
5	Aislación	Lana de vidrio "Isover" de 50 [mm] de espesor y 11 [kg/m3] de densidad nominal.-

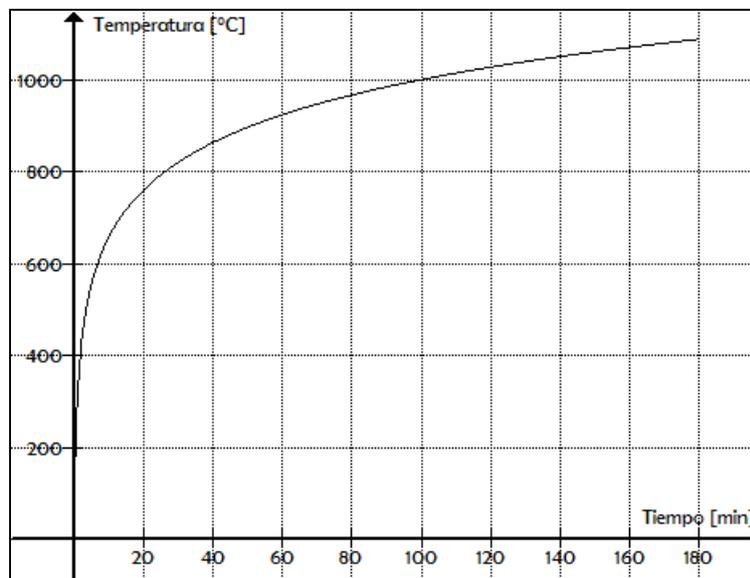
5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

5.1 General

El ensayo consiste en exponer al elemento, por su cara inferior, al calor de un horno de modo de imprimirle una temperatura según la curva normalizada tiempo - temperatura señalada en NCh935/1.Of97, regida por la siguiente relación:

$$T(t) - T_0 = 345 \log_{10}(8t + 1),$$

donde T es la temperatura del horno [°C], T_0 la temperatura ambiente al inicio del ensayo [°C], y t el tiempo transcurrido de ensayo [min]. La gráfica de esta ecuación y una tabla de valores de la curva se presentan en la Figura 4.1.



t	[min]	0	5	15	30	60	90	120	150	180
$T(t) - T_0$	[°C]	0	556	719	822	925	986	1029	1062	1090

Figura 5.1 Curva de incendio estándar

Durante el ensayo se registra la temperatura del horno, la temperatura de la cara no expuesta y las observaciones respecto al comportamiento de la probeta en términos de los criterios de resistencia al fuego señalados en 5.3.

5.2 Resistencia al fuego

De acuerdo a la norma NCh935/1.Of97, la resistencia al fuego de un elemento se expresa como el tiempo en minutos, desde el comienzo del ensayo, hasta que dejan de cumplirse las condiciones relativas a capacidad de soporte de carga, aislamiento, estanquidad y no emisión de gases inflamables.

5.3 Criterios de resistencia al fuego

Los criterios para determinar la resistencia al fuego del elemento bajo ensayo son los siguientes:

- Estabilidad mecánica. Instante en que el elemento no puede seguir cumpliendo la función para la cual fue diseñado.
- Aislamiento térmico. Instante en que la temperatura de la cara no expuesta alcanza los 180 [°C] puntual o 140 [°C] promedio, por sobre la temperatura ambiente registrada al inicio del ensayo, o si sobrepasa los 220 [°C] cualquiera sea la temperatura inicial.
- Estanquidad. Instante en que una llama (o gases a alta temperatura), se filtra por las uniones o por grietas o fisuras formadas durante el ensayo, y se sostiene por 10 o más segundos. En el caso de filtración de gases, hay pérdida de estanquidad si al colocar una mota de algodón en la filtración, esta enciende.
- Emisión de gases inflamables. Instante en que los gases emitidos por la cara no expuesta arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 [s] de retirada la llama.

5.4 Clasificación de resistencia al fuego

El elemento debe clasificarse como sigue, en función de su resistencia al fuego:

Clase F0	< 15 minutos
Clase F15	≥ 15 minutos < 30 minutos
Clase F30	≥ 30 minutos < 60 minutos
Clase F60	≥ 60 minutos < 90 minutos
Clase F90	≥ 90 minutos < 120 minutos
Clase F120	≥ 120 minutos < 150 minutos
Clase F150	≥ 150 minutos < 180 minutos
Clase F180	≥ 180 minutos < 240 minutos
Clase F240	≥ 240 minutos.

6 RESULTADOS

Se describe a continuación los resultados del ensayo.

6.1 Capacidad de soporte de carga

El elemento mantuvo su estabilidad mecánica hasta el final del ensayo.

6.2 Aislamiento térmico

La temperatura puntual máxima admisible de **210 [°C]** en la cara no expuesta al fuego se produjo a los **42 minutos** de iniciado el ensayo. En ese instante la temperatura promedio era de 148 [°C].

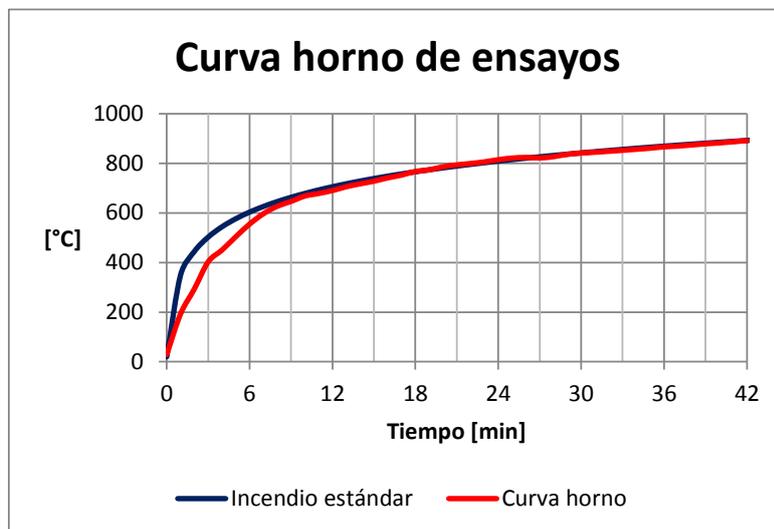


Figura 6.1 Temperatura promedio horno de ensayo

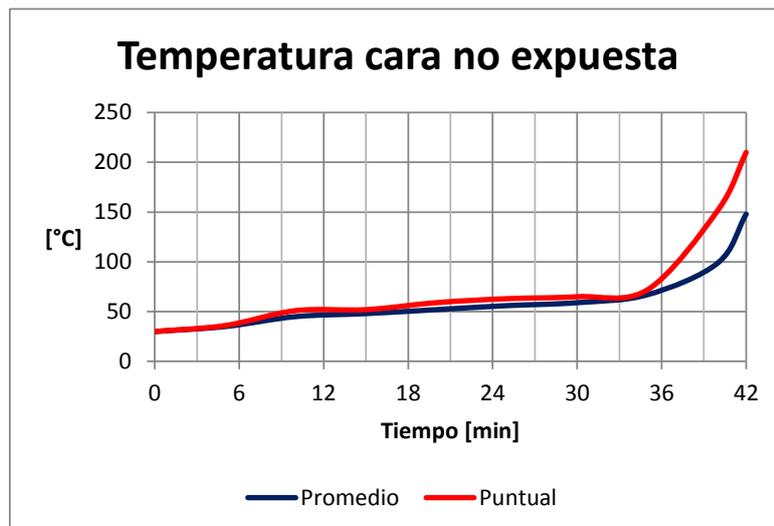


Figura 6.2 Curva de calentamiento cara no expuesta al fuego

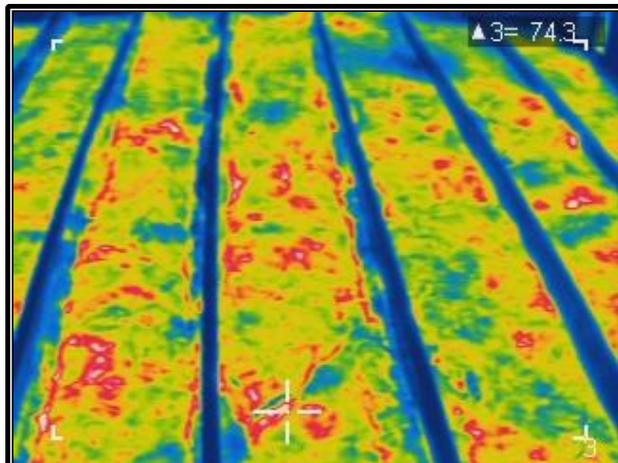


Figura 6.3 Imagen termográfica a los 35 minutos de ensayo

6.3 Estanquidad

El elemento se mantuvo estanco a las llamas hasta el final del ensayo.

6.4 Emisión de gases inflamables

El elemento no emitió gases inflamables durante todo el ensayo.

6.5 Otras observaciones

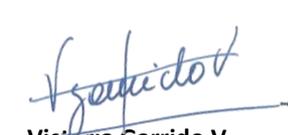
- A los 43 minutos se dio término al ensayo.

7 CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo señalado en 6.2, la resistencia al fuego del elemento ensayado y descrito en el punto 4 de este informe, resultó ser de **42 minutos**, alcanzando según lo expresado en 5.4, la **clasificación F30**.

De acuerdo a lo señalado en norma NCh935/1.Of97, el resultado obtenido es válido sólo para la muestra ensayada y bajo las condiciones estipuladas en este Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.



VALIDADO POR:	APROBADO POR:
 Victoria Garrido V. Ingeniero revisor	 Andrés Santis A. Jefe de Unidad

Santiago, 06 de enero de 2017

ANEXO A

A.1 Imágenes del ensayo

A.1.1 Al inicio del ensayo



A.1.2 A los 42 minutos de ensayo - Falla por aislamiento térmico.



A.1.3 Al término del ensayo



A.1.4 Posterior al ensayo – Vista superior de la probeta



Para verificar este documento ingrese a: <http://repositorio.idiem.cl>

El código del documento es: 7v3YiR5hW0