

INFORME DE ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO

Nº Informe : **724971**

Fecha : **07 NOV 2007**

SERVICIO : **ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO**
REALIZADO POR : Ing. Lehadán Celedón
SOLICITADO POR : Comercial Italinnea Ltda. / Sundoors S.A.
At. : Sr. Andrés Moreno / Carlos Escobar
DIRECCIÓN : Gerónimo de Alderete 1457/1463
Panamericana Norte 18800 lote 18
COMUNA : Vitacura / Quilicura
TELÉFONO : (02) 218 2107/ 414 8703
CORRELATIVO : INF-IPF-061-07
OT – ERF – 010/3
ANTECEDENTES : IPF-P-070-07

El ensayo se realizó en conformidad con la Norma **NCh 935/2 Of.84 “Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre”** en el Laboratorio del Área de Ingeniería de Protección Contra el Fuego de DICTUC, Avenida Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

DICTUC está inscrito en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción, de acuerdo a la **Resolución Exenta Nº 4753 del 07 de septiembre de 2007** del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, además se encuentra acreditado por INN, Acreditación LE356.



**INGENIERIA
DICTUC**
Ingeniería de Protección
Contra el Fuego
Dr. Ing. Orelvis González C.
Jefe Sección

División Ingeniería y Gestión de la Construcción
División Ingeniería Mecánica y Metalúrgica

La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica específica acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido “certificados por DICTUC”, ni reproducir en ninguna forma el logo, nombre o marca registrada de DICTUC, salvo que exista una autorización previa y por escrito de DICTUC.

INF-IPF-061-07

Resumen Ejecutivo

Elemento Ensayado	: Conjunto Puerta – Marco – Cerradura.
Norma	: NCh 935/2 Of.84 "Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre".
Resistencia al Fuego	
Obtenida	: 60 minutos.
Clasificación	: F – 60.
Fecha del Ensaye	: 27 de septiembre de 2007.
Cliente	: Comercial Italinnea Ltda. / Sundoors S.A.

Descripción del elemento ensayado:

Dimensiones:

- Puerta (hoja) de 2,25 m de alto, 940 mm de ancho y 50 mm de espesor.
- Conjunto puerta – marco: 2,27 m de alto, 995 mm de ancho y 90 mm de espesor.

Componentes de la Puerta:

- El bastidor es de madera de lenga de sección 38 x 90 mm, con uniones tipo finger joint, con perfilado perimetral de doble contacto.
- El relleno de la puerta consiste en dos placas de Yeso-Cartón RF de 15 mm y una placa central de Yeso-Cartón ST de 8 mm, divididas por un batiente central según se indica en la **Figura 1C**.
- El relleno de la puerta esta cubierto por ambas caras con una placa de MDF de 6 mm de espesor

Marco:

- Compuesto de un cabezal y dos piernas de lenga, con uniones tipo finger joint, laminado, de escuadria de 50 por 90 mm de doble contacto, e incorpora en su perfil interior una canal para cinta intumescente de 20 por 2 mm.

Accesorios:

- Par de manillas marca ITALINNEA, Línea 800 en Acero Inoxidable.
- Cerradura marca ITALINNEA/ITL, niquelada, paso.
- Cuatro Bisagras en acero niquelado, marca ITALINNEA de 3 ½" por 3 ½" por 2 mm de espesor.
- Cierrapuerta, marca TELESCO, DELTA de ITALINNEA.

*Este informe entrega los detalles constructivos, las condiciones del ensaye y los resultados obtenidos cuando este elemento específico fue ensayado siguiendo los procedimientos especificados en la Norma **NCh 935/2**. Cualquier desviación significativa con respecto al tamaño, detalles constructivos y condiciones de borde y de término del ensaye pueden invalidar los resultados del ensaye.*

La resistencia al fuego de un elemento describe su comportamiento sólo durante el incendio, y no determina su capacidad para continuar siendo usado después del incendio.

La resistencia al fuego es una propiedad de un sistema constructivo como conjunto, y no de alguna de sus partes por separado.

1. Introducción

Los señores Andrés Moreno y Carlos Escobar, en representación de Comercial Italinnea Ltda. (ITALINNEA) y Sundoors S.A., solicitaron al Área de Ingeniería de Protección contra el Fuego (IPF) de DICTUC, la ejecución de un ensayo de resistencia al fuego a un conjunto puerta – marco – cerradura, según los procedimientos establecidos en la Norma NCh 935/2 Of.84 “Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre”.

La finalidad de este ensayo es determinar la resistencia al fuego de la probeta indicada.

Este documento contiene el informe técnico presentado por IPF a ITALINNEA y Sundoor's S.A., en base a los resultados obtenidos en el ensayo solicitado.

2. Descripción del Laboratorio

El Laboratorio del Área de Ingeniería de Protección Contra el Fuego de DICTUC se ubica en Avenida Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

Cuenta con un horno basculante que permite realizar tanto ensayos de elementos verticales como horizontales. Su sistema de combustión a gas natural y un moderno sistema de control automático le permiten seguir la curva de calentamiento establecida por la norma, garantizando además una distribución homogénea de temperaturas y la distribución de presiones requerida.

3. Procedimiento General

El ensayo consiste en exponer el elemento al calor de un horno cuya temperatura se rige según la curva normalizada de Temperatura/tiempo señalada en la norma NCh 935/1 Of. 97 “Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 1: Elementos de Construcción en General”. Esta curva está dada por la relación:

$$T - T_0 = 345 \log(8t + 1), \text{ (ver Figura 3 en Anexo 7.3).}$$

Donde, T es la temperatura interna del horno, T_0 la temperatura inicial del horno y t el tiempo transcurrido en minutos.

Las temperaturas dentro del horno se miden con seis termocuplas tipo K envainadas y aisladas mineralmente y distribuidas de forma uniforme.

La temperatura de la probeta se mide con nueve termocuplas tipo K (ver Figura 2, en Anexo 7.2).

4. Criterio para la Valoración de los Resultados

El **Anexo 7.1** de este informe entrega los criterios para la valoración de los resultados obtenidos en este ensaye.

5. Descripción del(os) Elemento(s) a Ensayar

- **Descripción del muro en el que se monta el conjunto Marco – Puerta:** La puerta fue montada en un muro de bloques lisos y huecos de hormigón de 19 cm de espesor.
 - *Dimensiones del muro:* 3,80 m de ancho y 3,30 m de alto.
- **Descripción de la probeta:**

Según la información entregada por el mandante:

 - Dimensiones:
 - Puerta (hoja) de 2,25 m de alto, 940 mm de ancho y 50 mm de espesor.
 - Conjunto puerta-marco: 2,27 m de alto, 995 mm de ancho y 90 mm de espesor.
 - Componentes de la Puerta:
 - El bastidor es de madera Lengua de sección de 38 por 90 mm, con uniones tipo finger joint, con perfil perimetral de doble contacto.
 - El relleno de la puerta consiste en dos placas de Yeso-Cartón RF de 15 mm y una placa central de Yeso-Cartón ST de 8 mm, divididas por un batiente central según se indica en plano del bastidor adjunto
 - El relleno de la puerta esta cubierto por ambas caras con una placa de MDF de 6 mm de espesor.
 - Marco:
 - Compuesto de un cabezal y dos piernas de Lengua con uniones tipo finger joint de 50 por 90 mm, del tipo doble contacto, e incorpora en su perfil interior una canal para cinta intumescente te de 20 por 2 mm.
 - Accesorios:
 - Par de manillas marca ITALINNEA, Línea 800 en Acero Inoxidable.
 - Cerradura marca ITALINNEA/ITL, niquelada paso.
 - Cuatro Bisagras en acero Niquelado, marca ITALINNEA de 3 ½" por 3 ½" por 2 mm de espesor.
 - Cierrapuerta, marca TELESCO, DELTA de ITALINNEA.

Las Figuras 1A, 1B y 1C muestran esquemáticamente el marco y la sección de la puerta y el bastidor:

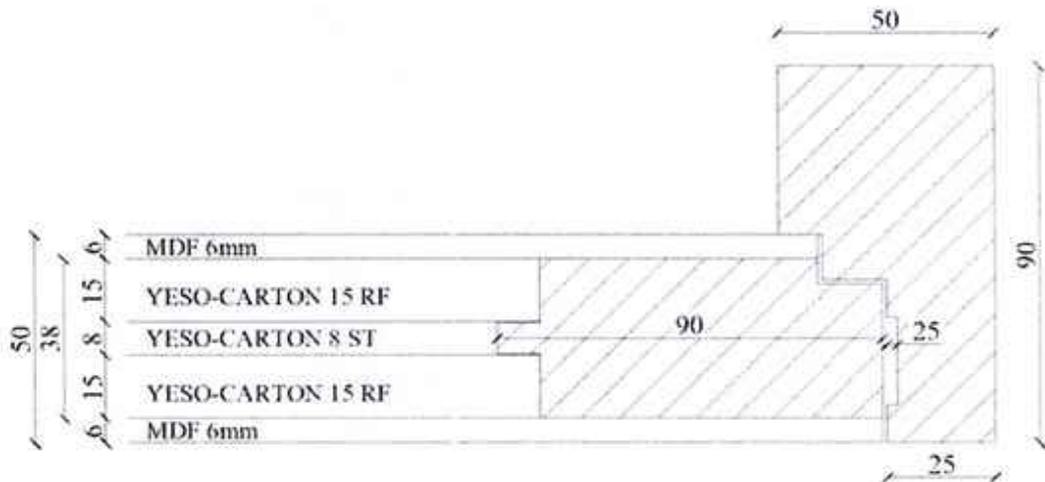


Figura 1A

Esquema en Corte del Conjunto Marco-Puerta, dimensiones en mm.

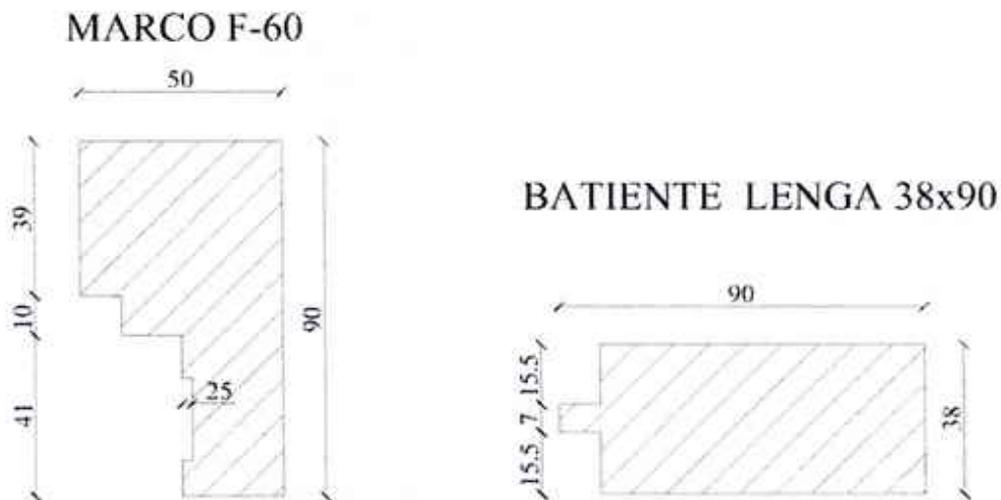


Figura 1B

Esquema en Corte del Marco, dimensiones en mm.



ESTRUCTURA BASTIDOR

Figura 1C
Esquema del Bastidor de la Puerta

- **Descripción de holguras y/o resquicios Marco – Puerta:** Las holguras promedio medidas son:
 - Lado izquierdo: 1 mm.
 - Lado derecho: 1 mm.
 - Borde superior: 1 mm.
 - Borde inferior: 3 mm (respecto al vano).
- **Descripción del método de fijación al muro y eventuales juntas:** El marco de la puerta fue fijado al muro por medio de pernos de anclaje de 3/8" por 4".
- **Descripción de los aislamientos, si los hubiera:** No se consideraron aislamientos adicionales a la probeta.
- **Indicación de la cara expuesta al fuego:** Se ensayó considerando que la puerta abre hacia "afuera" del horno. Este sentido de ensaye fue elegido considerando que el uso indicado de la puerta es de acceso a **caja escala**, se contempla que un eventual incendio suceda desde el pasillo, donde la puerta abre según el sentido de escape a caja escala (la puerta deberá proveer la resistencia al fuego procurando mantener la caja escala segura como vía de evacuación).

En el **Anexo 7.2** de este informe se agrega información referente a las condiciones de recepción y montaje de la probeta como de la instalación de las termocuplas.

6. Resultados del Ensayo

- *Tiempo y tipo de falla:* A los **60 minutos** del ensaye, se produjo falla por **emisión de gases inflamables**, al inflamarse los gases emitidos por la muestra al acercar una llama. Estos gases continuaron ardiendo por más de 20 s después de retirada la llama.

Al momento de la falla (a los 60 minutos de ensayo), la temperatura promedio de las 5 termocuplas instaladas en la puerta fue de 88°C.

- *Indicación si la puerta puede abrirse después de enfriada:* el estado de carbonización de la puerta impidió abrirla.

6.1 Clasificación

La probeta ensayada obtiene una clasificación de Resistencia al Fuego **F-60**.

6.2 Bitácora del ensaye

Tiempo (mm:ss)	Observación
0:00	Se inicia el ensaye.
04:37	Comienza a salir humo en la esquina superior derecha de la probeta.
34:28	Se escucha ruido de caída de material al interior del horno.
35:00	Se escucha ruido de caída de material al interior del horno.
40:27	Se escucha ruido de caída de material al interior del horno.
44:55	Se escucha ruido de caída de material al interior del horno.
56:58	Se aplica prueba de gases inflamables sin obtener resultados de falla
56:58	Se observa zona de incandescencia entre el marco y la puerta (a la altura de la manilla)
59:10	Se aplica prueba de gases inflamables sin obtener resultados de falla
60:07	Se aplica prueba de gases inflamables con resultados positivo de falla
60:30	Se detiene el ensaye.

El **Anexo 7.3** de este informe muestra los registros de temperatura y las respectivas gráficas obtenidas durante el ensaye. También se muestran las desviaciones entre las curvas teórica y real del ensaye.

7. Anexos

7.1 Criterios para la valoración de los resultados

Según lo establecido en la normas NCh 935/2, la resistencia al fuego de una puerta o elemento de cierre de huecos, con todos sus componentes, deberá juzgarse en función del menor tiempo de resistencia determinado según los cuatro criterios siguientes:

1. Estabilidad mecánica

Anotar el momento en que la muestra se deteriora, se forman brechas o se produce el fallo de los mecanismos de apertura y cierre.

Los fallos mecánicos debidos a roturas parciales, flechas, etc., podrán admitirse en la medida en que no perjudiquen la seguridad en la función que deba desempeñar la puerta o elemento de cierre en la construcción.

En caso de la ausencia de fallas de esta clase, se considerará que la duración, respecto al criterio de estabilidad mecánica, es igual a la duración del ensaye.

2. Estanquidad a las llamas

La puerta o elemento de cierre se considera estanco a las llamas, cuando al acercar una mota de algodón y mantenerla como mínimo 10 s y máximo 30 s, separado entre 20 y 30 mm del centro de fisuras, agujeros y otras aberturas del elemento de cierre, la mota de algodón no se inflama.

3. Emisión de gases inflamables

Los gases emitidos por la cara no expuesta, se considerarán inflamables si arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 s después de retirada la llama.

4. Aislamiento térmico

- Temperatura media de la cara no expuesta

Que la temperatura media de la cara no expuesta del elemento no aumente por sobre la temperatura inicial en más de 140°C.

- Temperatura máxima de la cara no expuesta

Que la temperatura máxima en cualquier punto de la cara no expuesta no exceda a la temperatura inicial en más de 180°C.

- Temperatura máxima en el marco, por el lado no expuesto.

Que la temperatura máxima del lado expuesto del marco no exceda a la temperatura inicial en más de 180°C. Esta condición NO es de rechazo, pero debe ser informada en el informe.

7.2 Preparación y condiciones del ensaye

- Fecha de Recepción de los materiales: 21 de septiembre de 2007.
- Contenido inicial de humedad de la probeta, mediciones realizadas con xilohigrómetro (condiciones ambientales en la medición: 17,5°C, 47% HR).
 - Puerta (bastidor lenga): 8,0%.
 - Marco de lenga: 9,8%.
- Tiempo de Fragüe/Secado: No aplicable.
- Condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa).
 - Durante el montaje de la probeta: 15,5± 4,7°C, 52.5% ± 14.5% HR.
 - Al inicio del Ensaye: 19,1°C y 44% HR.
- Puntos de toma de presión: Se midió la presión estática al interior del horno en tres posiciones, manteniendo una sobre presión positiva en los dos tercios superiores de la puerta.
- Ubicación de las termocuplas: La **Figura 2** muestra esquemáticamente la posición de las termocuplas. Se consideraron cinco termocuplas en la puerta (TP01 a TP05), además de otras tres en el marco, una en la manilla y otra en el cierrepuerta.
- Fecha del Ensaye: 27 de septiembre de 2007.

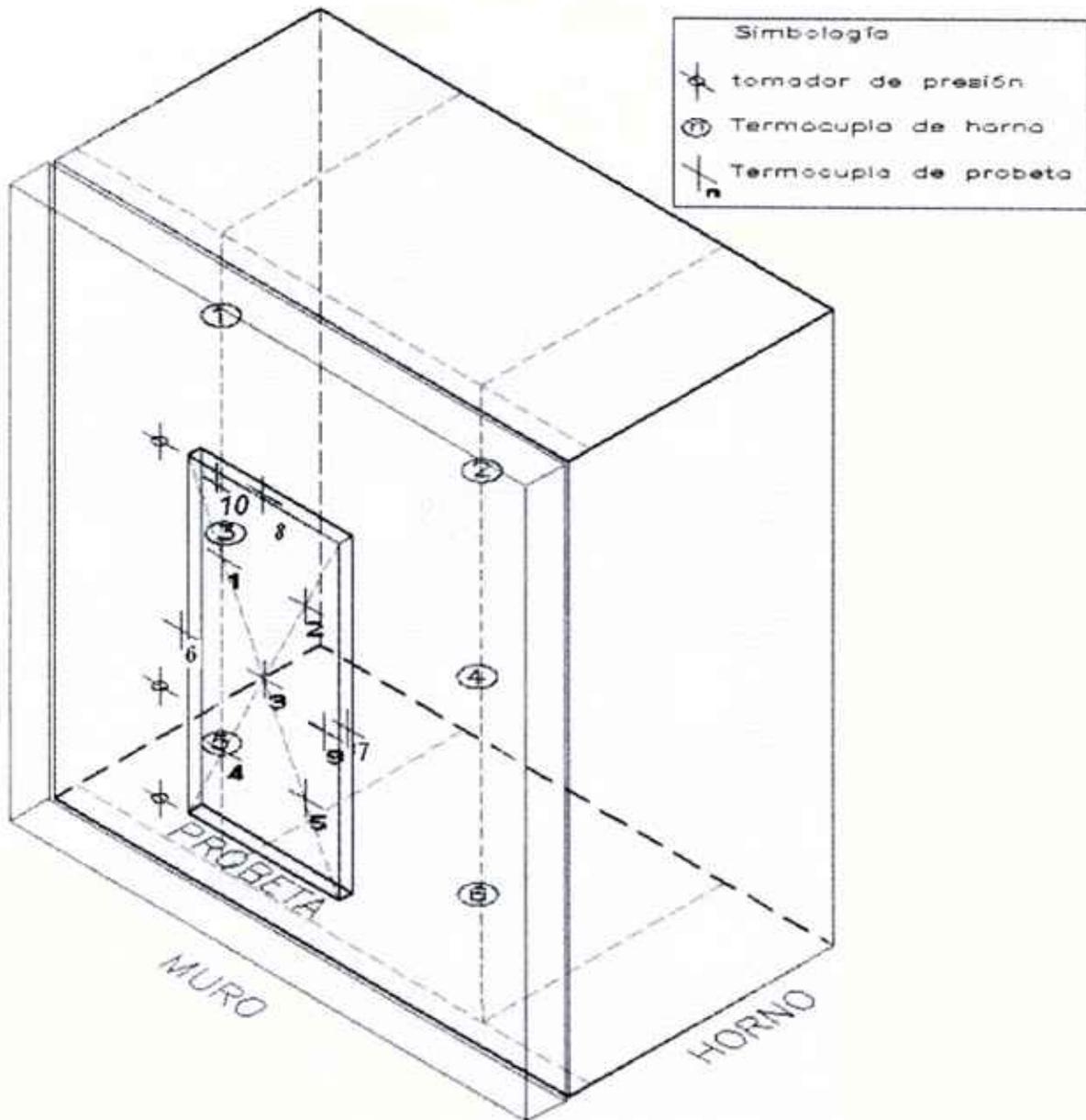


Figura 2
Ubicación de las Termocuplas de Probeta

7.3 Registros y gráficos del ensaye

En la **Tabla 1** se incluye el resumen de los datos de interés registrados durante el ensaye. La **Tabla 2** contiene los valores puntuales registrados por cada termocupla de probeta.

La **Figura 3** muestra las curvas de calentamiento teóricas y reales del ensaye. La **Figura 4** muestra las curvas de temperatura en la cara no expuesta de la probeta ensayada. La **Tabla 3** muestra las desviaciones entre las curvas teórica y real del ensaye.

Tabla 1
Mediciones Durante el Ensaye

Tiempo (minutos)	Temperatura Curva Norma NCh 935/1 (°C)	Temperatura Horno (°C)
0	19	19
1	348	277
2	443	383
3	501	456
4	543	495
5	575	539
6	602	616
7	625	661
8	644	652
9	662	647
10	677	653
11	691	651
12	704	655
13	716	666
14	727	686
15	737	711
16	747	732
17	756	721
18	764	705
19	772	715
20	780	727
21	787	728
22	794	734
23	801	742
24	807	762
25	813	772
26	819	788
27	825	784
28	830	793
29	836	802
30	841	808
31	845	820
32	850	830

Tiempo (minutos)	Temperatura Curva Norma NCh 935/1 (°C)	Temperatura Horno (°C)
33	855	835
34	859	837
35	864	839
36	868	840
37	872	847
38	876	857
39	880	866
40	884	873
41	887	860
42	891	858
43	894	856
44	898	859
45	901	873
46	904	876
47	908	881
48	911	890
49	914	883
50	917	879
51	920	889
52	923	896
53	926	908
54	928	908
55	931	904
56	934	903
57	936	903
58	939	903
59	942	904
60	944	904

Tabla 2
Mediciones de Temperatura en la Probeta (cara no expuesta al fuego)
Durante el Ensayo

Tiempo (min)	Temp. T-cupla Probeta N°1 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°2 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°3 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°4 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°5 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°6 (marco superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°10 (cierrepuerta) (°C)	Temp. Promedio de puerta de puerta (°C)
0	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
1	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
2	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
3	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
4	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
5	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
6	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
7	18	17	17	17	16	17	17	17	18	18	17
8	18	18	17	17	17	17	17	17	19	18	17
9	18	18	17	17	17	17	17	17	19	18	17
10	18	18	17	17	17	17	17	17	19	18	18
11	19	18	17	17	17	17	17	17	19	18	18
12	19	19	17	18	17	17	17	17	19	18	18
13	20	20	17	18	18	17	17	17	19	18	19
14	21	21	18	20	19	17	17	17	20	18	20
15	23	22	18	21	20	17	17	17	20	18	21
16	25	24	18	23	22	17	17	17	20	18	22
17	27	26	19	25	24	17	17	18	21	18	24
18	29	28	20	27	26	18	17	18	21	19	26
19	32	31	21	30	28	18	18	18	22	19	28
20	34	33	22	32	31	18	18	19	22	20	30
21	36	35	24	35	33	18	18	19	23	20	32
22	38	37	25	37	35	18	18	20	24	20	35
23	40	39	26	40	38	18	19	20	24	21	37
24	42	41	28	42	40	18	19	21	25	21	38
25	43	43	29	44	42	19	19	22	25	22	40

COPIA

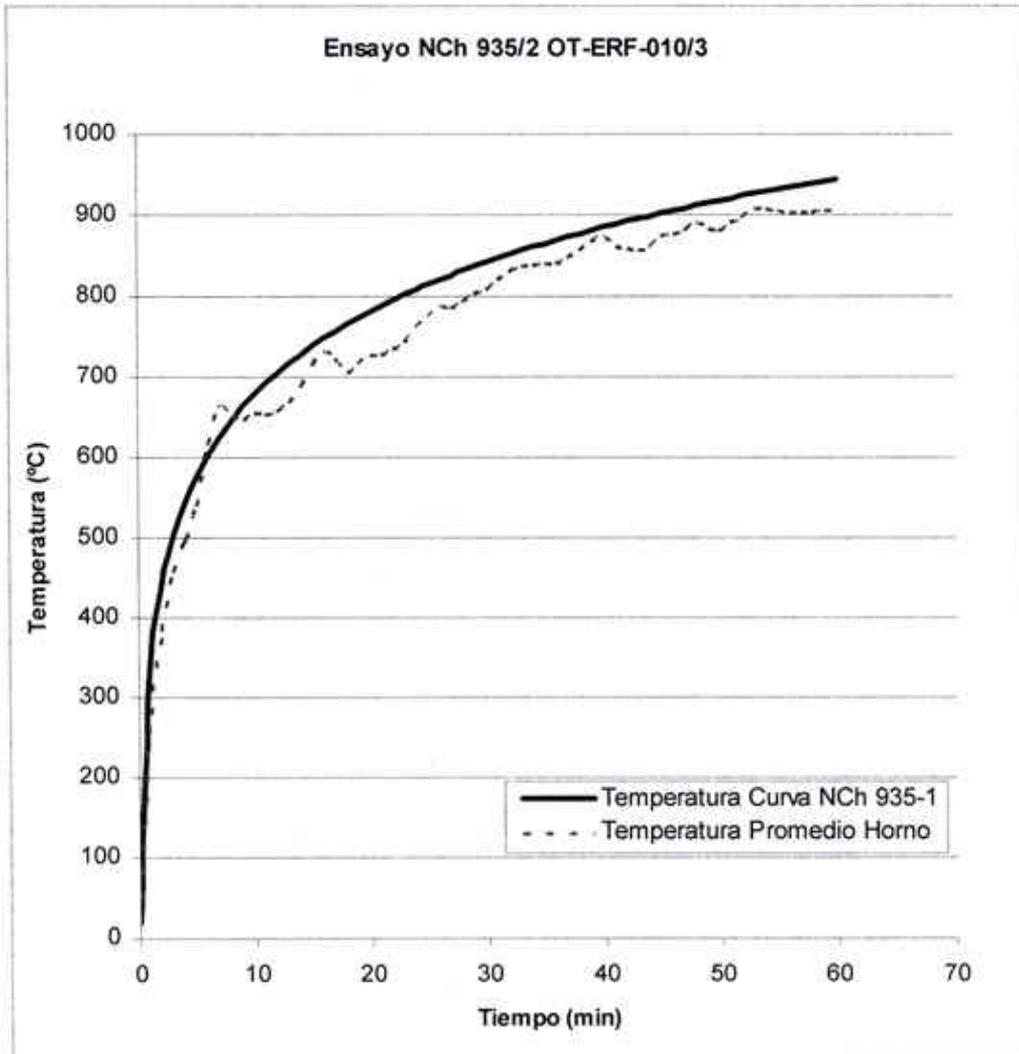
Tiempo (min)	Temp. T-cupla Probeta N°1 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°2 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°3 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°4 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°5 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°6 (marco superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°10 (cierrepuerta) (°C)	Temp. Promedio de puerta (°C)
26	45	45	30	46	44	19	20	22	26	22	42
27	47	46	32	48	46	19	20	23	26	23	44
28	48	48	33	50	47	19	21	24	27	23	45
29	49	49	35	51	49	20	21	25	27	23	47
30	50	51	36	53	51	20	22	26	28	24	48
31	52	52	37	55	52	20	23	27	29	25	50
32	54	54	38	57	54	21	23	28	29	25	51
33	56	56	40	59	55	22	24	29	30	26	53
34	57	57	41	62	57	22	25	30	30	26	55
35	59	59	42	64	59	23	26	31	30	27	57
36	60	61	44	65	61	24	27	32	31	27	58
37	61	62	45	67	62	24	28	33	31	28	59
38	62	63	47	69	63	25	28	34	32	28	61
39	62	64	49	70	64	26	30	35	32	29	62
40	63	64	50	71	64	27	31	36	32	30	63
41	66	67	52	71	65	28	32	36	33	30	64
42	69	69	54	72	66	28	33	37	33	31	66
43	70	71	56	72	66	29	33	38	33	32	67
44	71	72	58	74	67	30	35	39	34	32	68
45	72	73	60	77	68	32	36	40	34	33	70
46	72	73	62	79	69	33	37	41	34	34	71
47	72	73	63	80	69	34	38	42	35	34	71
48	72	73	65	81	70	35	39	44	35	35	72
49	72	73	67	81	70	36	40	45	35	36	73
50	71	73	70	81	69	38	41	47	35	36	73
51	71	73	72	81	69	40	43	50	36	37	73
52	71	73	75	80	69	41	44	53	36	38	74
53	71	73	78	80	69	43	45	56	36	39	74

COPIA

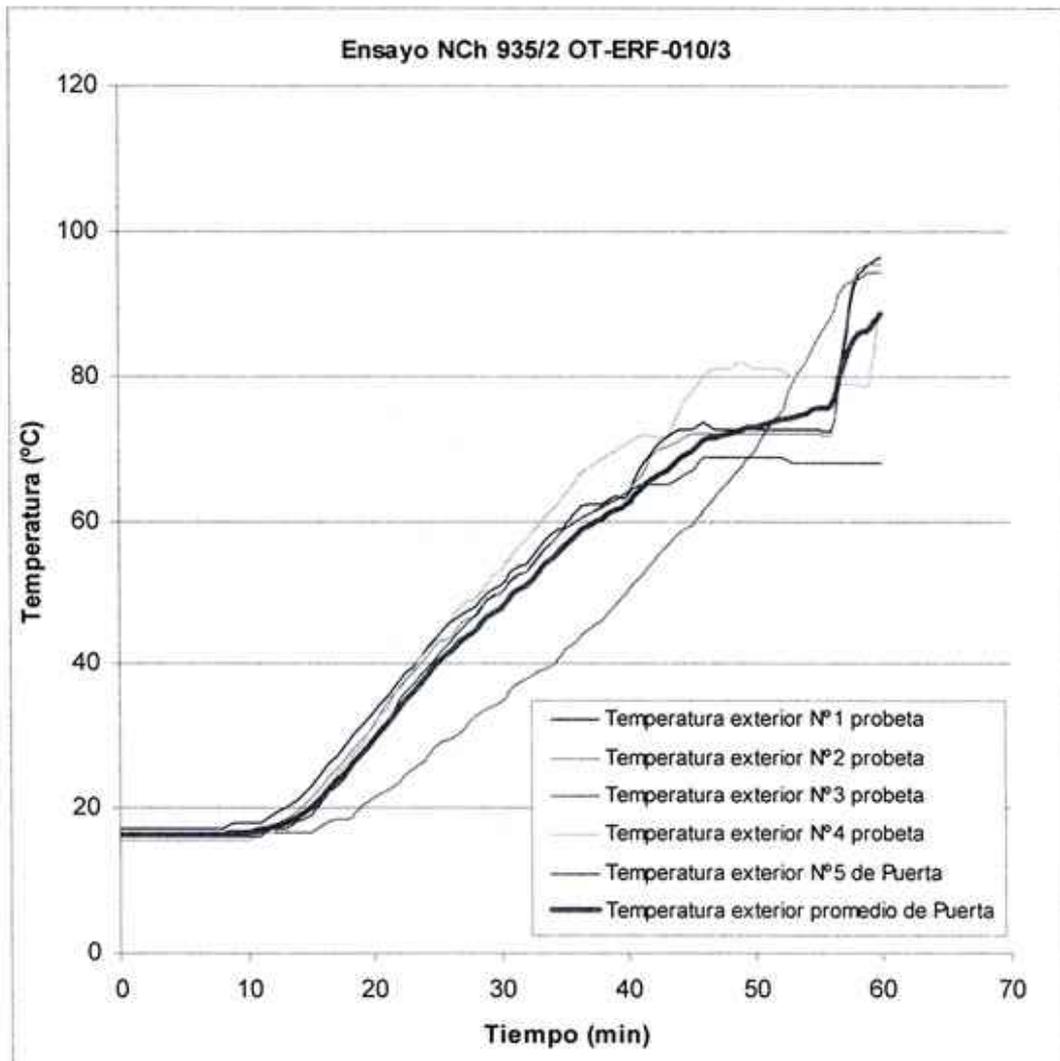
Tiempo (min)	Temp. T-cupla Probeta N°1 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°2 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°3 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°4 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°5 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°6 (marco superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°10 (cierrepuerta) (°C)	Temp. Promedio de puerta (°C)
54	71	73	81	79	69	45	46	60	37	40	75
55	71	73	85	79	69	46	46	65	38	41	75
56	71	72	88	79	69	50	48	69	38	42	76
57	81	84	91	79	68	54	51	73	38	44	81
58	91	95	93	78	68	58	55	76	39	47	85
59	93	96	93	79	68	61	58	79	40	49	86
60	94	95	93	89	68	65	61	83	40	51	88

COPIA

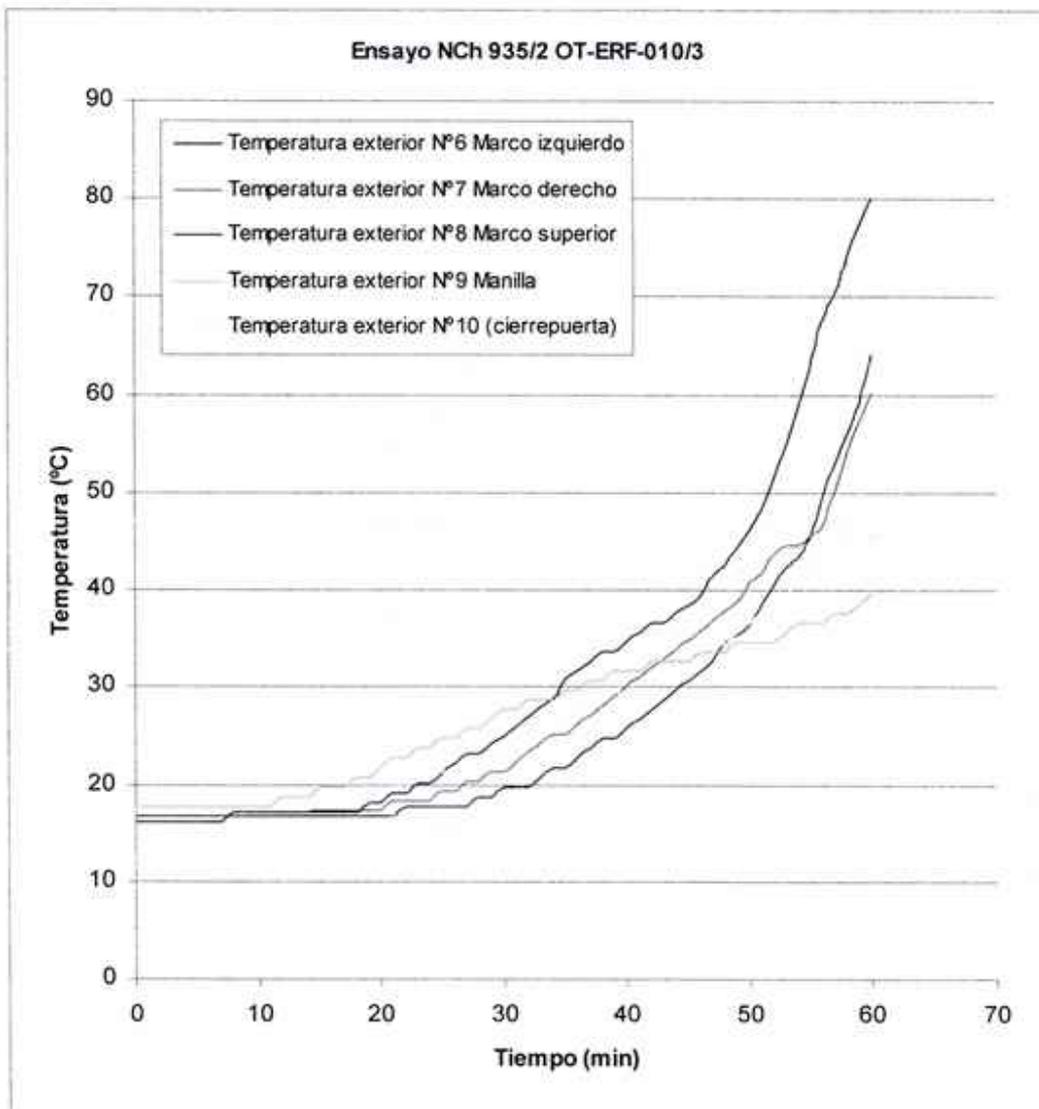
724971

**Figura 3**

Curvas de Temperatura Normalizada y Real al Interior del Horno

**Figura 4**

Curvas de Temperatura de Cara No Expuesta de la Puerta

**Figura 5**

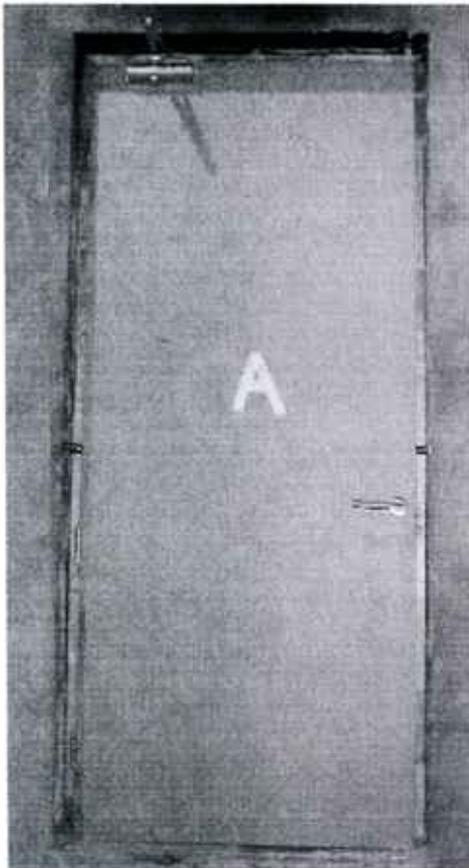
Curvas de Temperatura de Cara No Expuesta del Marco y Accesorios

Tabla 3
Desviación de Temperatura

Tiempo (min)	Área bajo curva NCh 935-1 (°C x min)	Área bajo curva Horno (°C x min)	Desviación Real Horno (%)	Desviación máx. NCh 935-1 (%)
0 - 10	5290	5062	-4.3%	±15%
0 - 30	20758	19667	-5.3%	±10%
30 - 60	26947	26133	-3.0%	±5%

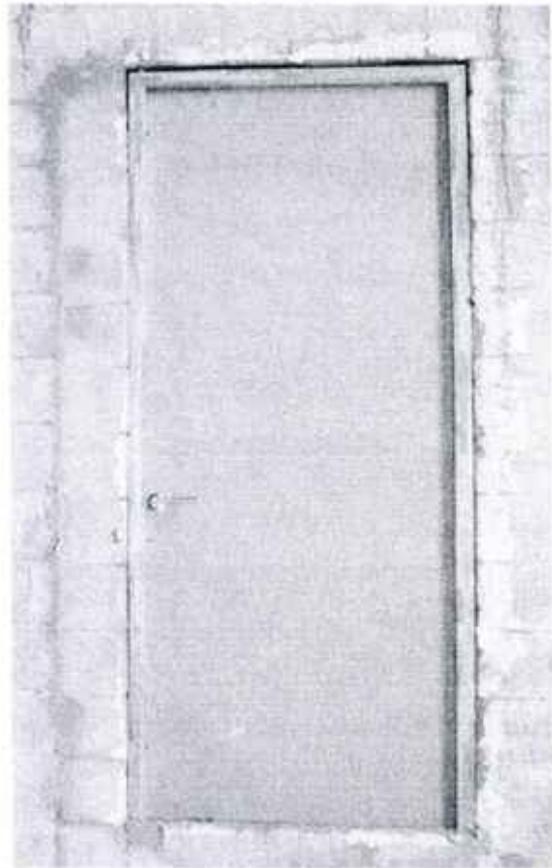
7.4 Fotografías

Se adjuntan a continuación imágenes durante la preparación de la probeta, y durante y después del ensaye.



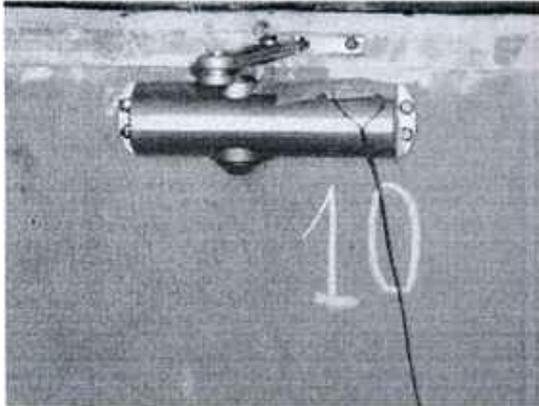
Fotografía 1

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) antes del ensaye

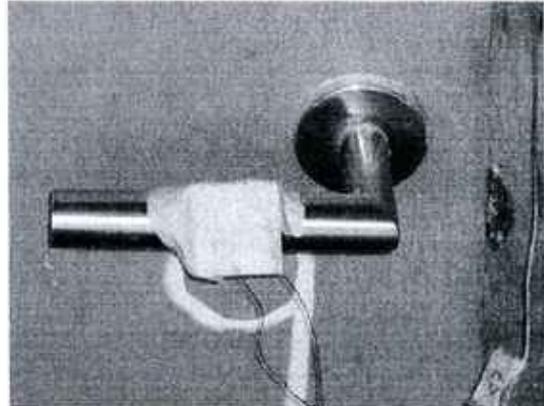


Fotografía 2

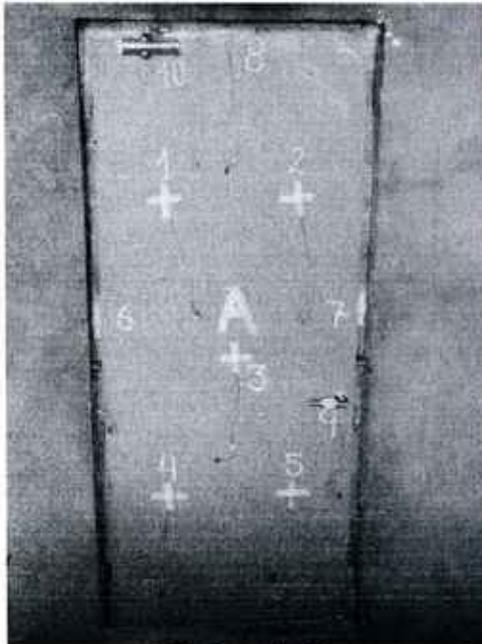
Vista de la puerta (cara expuesta al fuego) antes del ensaye

**Fotografía 3**

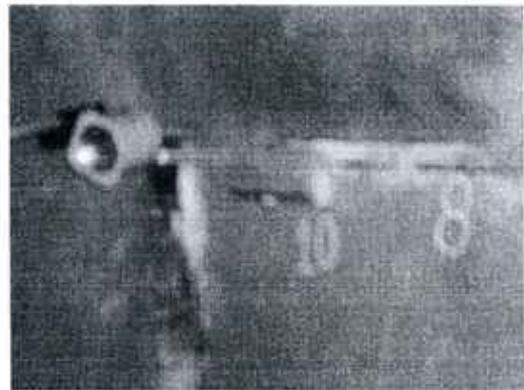
Vista del cierrepuerta (cara no expuesta al fuego) antes del ensaye

**Fotografía 4**

Vista de la manilla (cara expuesta al fuego) antes del ensaye

**Fotografía 5**

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego), se aprecian las termocuplas de probeta durante el ensaye

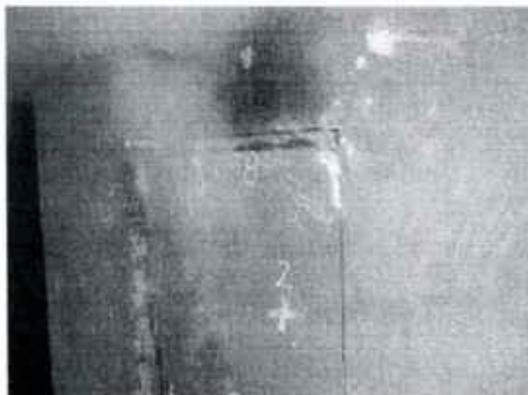
**Fotografía 6**

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego), se aprecia la emisión de humos y gases a los 59 minutos de ensaye



Fotografía 7

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) durante la prueba de emisión de gases inflamables a los 60 minutos de ensaye



Fotografía 8

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) tras la prueba de emisión de gases inflamables (a los 60 minutos de ensaye), la llama se sostiene por mas de 20 segundos, produciéndose la falla de la probeta