Estudio de Asimilación de Tablas de Correlación de Resistencia al Fuego para Pintura Intumescente C-THERM S990 HB aplicada en estructuras de acero

Renner Coatings Chile SpA

Santiago, 01 de abril de 2020

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código

wxdqfl178290

Título del Proyecto: *"Estudio de asimilación de tablas de correlación de resistencia al fuego para pintura intumescente C-THERM S990 HB aplicada en estructuras de acero"*

Datos Mandante

Razón Social	Renner Coatings Chile SpA
RUT	76.255.044-K
Dirección	Av. Camino Rinconada 1301, Pudahuel

Contraparte técnica

Nombre	Patricio Moreno Villarroel
Cargo	Gerente de Negocios
E-mail	pmoreno@rennercoatings.com

Información Contractual

Propuesta	IPF-P-015-20 / OT-AS-364
Informe N°	IPF-INF-085-20 / N° Dictuc 1540752

Autores

Autor	Victoria Garrido V.
Revisor	Rodrigo Aravena P.

Sr. Rodrigo Aravena Parada
Gerente Unidad
Ingeniería de Protección contra el Fuego
Dictuc S.A.

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código **wxdqfl178290**

CONTENIDO

Normas Generales 4
1. Introducción 5
2. Objetivos 5
3. Alcances 5
4. Antecedentes 5
5. Caracterización del producto 6
6. Análisis 9
6.1 Asimilación de ensayos 9
6.2 Comparación de normas de ensayo 10
7. Conclusiones 12
8. Anexos 13

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código **wxdqfl178290**

Normas Generales

- El presente informe presenta los resultados finales del estudio "**Asimilación de tablas de correlación de resistencia al fuego para pintura intumescente C-THERM S990 HB aplicada en estructuras de acero**" desarrollado durante Marzo/2020

- El presente informe fue preparado por **Dictuc** a solicitud del **Mandante** para asimilar la pintura intumescente según los requerimientos de la legislación chilena, bajo su responsabilidad exclusiva.

- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección 3 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.

- Para el desarrollo de este estudio **Dictuc** utilizó la información individualizada en los Anexos del presente informe. Dicho Anexo identifica además las fuentes que proporcionaron dichos antecedentes.

- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **Dictuc** mediante un Contrato de Uso de Marca.

- El **Mandante** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estas autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **Dictuc**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **Dictuc**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.

- El presente informe es propiedad del **Mandante** sin embargo si **Dictuc** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al **Mandante**.

- El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por **Dictuc**, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que el **Mandante** puso a disposición de **Dictuc**. El **Mandante** acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.

- El **Mandante** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial **www.dictuc.cl/tyc**.

1. Introducción

El señor **Patricio Moreno**, en representación de **Renner Coatings Chile SpA**, solicitó a la Unidad de Ingeniería en Protección Contra el Fuego (IPF) de DICTUC, realizar un Estudio de Asimilación de tablas de correlación (Masividad[1] – Espesor de aplicación - Resistencia al Fuego) para elementos de Acero Protegidos con Pintura Intumescente **C-THERM S 990 HB.**

Las correlaciones se basan en un conjunto de ensayos de resistencia al fuego realizados bajo la norma ASTM[2] E119, además del análisis numérico y gráfico de los resultados de dichos ensayos.

2. Objetivos

En base a los resultados de ensayos anteriores y a correlaciones de comportamiento debidamente validadas en bibliografía técnica, confeccionar curvas que relacionen Masividad – Espesor de aplicación y Resistencia al Fuego (RF) para el producto aplicado sobre columnas y vigas de acero de sección tipo I y huecas.

3. Alcances

El alcance del trabajo efectuado en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido "Certificados por DICTUC", tampoco formó parte de este estudio ningún tipo de inspección en obra ni ensayo.

4. Antecedentes

Los antecedentes considerados como referencia fueron aportados por el mandante y corresponden a:

- Product Evaluated: Fire resistance test C-THERM S990 HB passive fire barrier over various structural steel columns
  Proyect Number: 16-6327 Date: 3/11/2016 - Fenestration Testing Laboratory, Inc.

[1] La masividad de un elemento viene dada por el perímetro expuesto al fuego del perfil dividido por su sección transversal. Su valor es proporcional a la tasa de calentamiento del perfil, es decir, a mayor masividad más rápido se calentará el perfil en caso de incendio y mayor espesor de protección requiere. Contrariamente, entre más baja es la masividad el perfil se calentará más lento y requerirá un menor espesor de protección.

[2] ASMT E119 "Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials".

Se debe considerar que la legislación chilena no contempla una metodología de elaboración de curvas de correlación[3] de Masividad – Espesor de aplicación – RF. En particular para ejecutar estas curvas se suelen usar metodologías validadas en el extranjero.

5. Caracterización del producto

Existe un conjunto de ensayos de la Pintura Intumescente **C-THERM S990 HB** aplicada sobre distintos columnas y vigas de acero en secciones tipo I. Los ensayos fueron realizados bajo norma ASTM E119, que es asimilable (ver análisis más detallado en capítulo 6 del presente informe) a la legislación chilena.

Además, con esos resultados de ensayos se realiza una caracterización del producto que permite evaluar la correlación masividad – espesor para diferentes temperaturas críticas. En esas correlaciones se definen los límites máximos de espesores y masividades validados para cada caso.

En la legislación chilena (NCh935/1.Of97), para las estructuras de acero la temperatura crítica promedio tiene un único valor de **500°C**, valor contenido en las tablas de caracterización que el producto **C-THERM S990 HB** ya dispone.

En consecuencia, dicha caracterización es conceptualmente equivalente a la requerida por la legislación chilena, y es la expresada a continuación como resultado del estudio de asimilación.

Observaciones:

- Todos los espesores mostrados están en micras µm (milésimas de milímetro), y se refieren al espesor seco de recubrimiento intumescente.
- Los cuadros o celdas sin información no disponen de una correlación de espesor. Del mismo modo no hay información fuera de los rangos de masividades proporcionados por las tablas. No se permiten extrapolaciones, sólo interpolaciones.
- El sistema intumescente supone compatibilidad con el recubrimiento anticorrosivo (primer) utilizado.
- Las tablas se muestran hasta la clasificación F-60 y F-120 que es la mayor clasificación que obtuvo el producto para la temperatura crítica de 500°C.

[3] La Norma NCh935/1.Of97 "Prevención de incendio en edificios – Ensayo de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción en general" es un método de ensayo, que en particular entrega las indicaciones para ensayar una columna, o una viga, pero no entrega herramientas para correlacionar los datos de distintos ensayos.

Tabla 1: Espesores de protección columnas[4] tipo I/H

Masividad [m-1]	Espesores [micras]	
	F-60	F-120
50	356	1.432
55	356	1.434
60	354	1.435
65	353	1.436
70	351	1.442
75	385	1.524
80	418	1.614
85	475	1.699
90	486	1.788
95	511	1.873
100	516	1.956
105	546	2.041
110	608	2.130
115	640	2.215
120	675	2.305
125	698	2.389
130	717	2.474
135	733	2.528
140	750	2.628
145	766	2.677
150	782	2.727
155	798	2.777
160	816	2.826
165	833	2.926
170	849	3.024

[4] La **Tabla 1** aplica también a columnas tipo I con exposición al fuego de 3 o 4 caras.

Tabla 2: Espesores de protección columnas[5] tipo I/H (Continuación)

Masividad [m-1]	Espesores [micras]	
	F-60	F-120
175	855	3.124
180	878	3.224
185	898	3.323
190	905	3.423
195	917	
200	929	
205	946	
210	965	
215	983	
220	990	
225	1.000	
230	1.017	
235	1.034	
240	1.052	
245	1.068	
250	1.076	
255	1.098	
260	1.123	
265	1.143	

[5] La **Tabla 2** aplica también a columnas tipo I con exposición al fuego de 3 o 4 lados.

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código **wxdqfl178290**

6. Análisis

6.1 Asimilación de ensayos

La resistencia al fuego se define en la norma NCh935/1.Of97 como: "*Cualidad de un elemento de construcción de soportar las condiciones de un incendio estándar, sin deterioro importante de su capacidad funcional. Esta cualidad se mide por el tiempo en minutos durante el cual el elemento conserva la estabilidad mecánica, la estanquidad a las llamas, el aislamiento térmico y la no emisión de gases inflamables*".

Por otro lado, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en su Título IV – Capítulo 3 "De las Condiciones de Seguridad contra Incendios", en el Artículo 4.3.2 indica:

"*…..Si al solicitarse la recepción definitiva de una edificación, alguno de los elementos, materiales o componentes utilizados en ésta no figura en el Listado Oficial de Comportamiento al Fuego y no cuenta con certificación oficial conforme a este artículo, se deberá presentar una certificación de un profesional especialista, asimilando el elemento, material o componente propuesto a alguno de los tipos que indica el artículo 4.3.3., de este mismo Capítulo y adjuntar la certificación de éstos en el país de origen….*"

El párrafo plantea que la demostración del cumplimiento normativo se logra mediante 3 opciones:

a) Figurar en el Listado Oficial de Comportamiento al Fuego[6]
b) Ensayo
c) Estudio de Asimilación

La OGUC **acepta** el uso de productos ensayados **en el extranjero**, sin necesidad de volver a ensayarlos en Chile (bajo norma Chilena), siempre y cuando **exista un estudio de asimilación** que así lo valide.

La asimilación se define como la evaluación de si los antecedentes de ensayo del país de origen permiten (o no) concluir respecto al resultado de ensayo que tendría el producto si fuese ensayado bajo normativa chilena. Esta evaluación se realiza respecto a las normas de ensayo involucradas y sus respectivos informes de ensayo.

[6] La pertenencia al "Listado Oficial…" es voluntaria, y es uno de los tres modos permitidos de validar el cumplimiento de las exigencias.

6.2Comparación de normas de ensayo

La **Tabla 3** muestra la comparación realizada entre las normas:

- NCh935/1.Of97: "Prevención de incendio en edificios – Ensayo de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción en general"
- ASMT E119 "*Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials".*

El objetivo de la evaluación es determinar si los criterios de la norma chilena son cumplidos por la norma americana ASTM, y si las posibles diferencias entre las normas de ambos países suponen un efecto en los resultados de un eventual ensayo.

Tabla 3: Comparación de normas de ensayo.

Ítem		NCh935/1	BS 476 Part 20 y/o 21	Comentarios
Método de Ensayo	**Programa Térmico**	6.1 "La temperatura en el interior del horno deberá ser controlada de manera que varíe en función del tiempo, dentro de los límites especificados en 6.3, de acuerdo con la fórmula siguiente: $T - T_o = 345 \log_{10}(8t + 1)$	5.1 La temperatura media en el horno deberá seguir la curva estándar tiempo-temperatura: $T_g = 20 + 750\left(1 - e^{-3.79553\sqrt{t_h}}\right) + 170.41\sqrt{t_h}$ 5.2 Definicion curva tiempo-temperatura Apendice X1.	Las temperaturas del horno no son idénticas pero la desviación media entre la norma Nch y ASTM está dentro del rango de desviación permitido por NCh
	Presión en ensayo	6.5 Especifica una sobrepresión dentro del horno durante todo el ensayo. Sólo para elementos de separación.	No relevante	El criterio de NCh sólo es válido para elementos de separación, no para elementos estructurales (vigas/columnas). No existe entonces requisito para NCh.
Equipos e Instrumentos	**Termopares (termocuplas) horno**	6.2.2 (NCh 935/1) El número de termocuplas no será menor que…. b) dos por cada metro de longitud, para vigas c) dos por cada metro de longitud, para columnas. En cualquier caso, el número de termocuplas no será menor de cinco y deberán estar regularmente distribuidas.	6.1. El número de termocuplas no será menos de ocho termopares para columna y vigas estructural Los termopares del horno serán dispuestos simétricamente y distribuidos para mostrar la temperatura cerca de todas las partes de la muestra.	ASTM satisface NCh

		6.2.3 (NCh 935/1) Las termocuplas serán de alambre desnudo de 0,75 mm de diámetro mínimo	6.1- NOTA 2: Las termocuplas serán cables de cromo-alumel calibre B & S No. 18 (0.04 pulg.) (1.02 mm)	ASTM satisface NCh
Equipos e Instrumentos	**Termopares muestra**	6.4 (NCh 935/1) Las temperaturas de la superficie de los elementos se medirán mediante termocuplas Hechas con alambre de **no más** de 0,7 mm de diámetro.	6.1 -NOTA 2: Las termocuplas serán cables de cromo-alumel calibre B & S No. 18 (0.04 pulg.) (1.02 mm) 43.1 / 24.1 Vigas y Columnas No menos de cuatro termopares en cada una de las cuatro secciones igualmente espaciadas la longitud no más cerca de 2 pies (0.6 m) desde la cara interior del horno.	ASTM satisface NCh
Tamaño muestras		7.1 Indica que:" En caso de pilares, su longitud mínima de prueba será de 2,0 m." No hay referencia a tamaño de vigas a ensayar	23.1 La longitud de la columna protegida debe ser de al menos 8 pies (2,4 m). 42.1 La longitud de la viga no debe ser inferior a 12 pies (3,7 m)	ASTM satisface NCh
Criterios de falla		9.2.2.2 Para vigas y columnas de acero protegidas se requerirá: a) que la temperatura media en cualquiera de los tres niveles, no exceda los 500°C; b) que la temperatura máxima en cualquier punto, no exceda de 650°C.	26.1 Para columnas de acero la temperatura promedio del acero en ninguno de los cuatro 4 niveles no exceda de 1000 °F (538 °C). La temperatura máxima no exceda 1200 °F (649 °C) en ninguno de los puntos medidos. 40.1.2 Para vigas de acero, la temperatura promedio registrada no exceda los 1100 ° F (593 ° C) por cuatro termopares en cualquier sección. La temperatura máxima del acero no debe haber excedido los 1300 ° F (704 ° C) en ninguno de los puntos medidos.	Los criterios **no son comparables directamente.** Sin embargo, en todos los casos existen registros de las curvas de evolución de temperatura de las muestras, con lo cual **se pueden recuperar los tiempos de falla asociados al criterio de la norma Chilena.**

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código **wxdqfl178290**

7. Conclusiones

Dado el análisis anterior expuesto en la tabla 6, la principal diferencia entre ambos ensayos está en los criterios de falla de ambas normas, sin embargo, como en todos los casos de los ensayos **existen registros** de las curvas de evolución de temperatura de las muestras, eso permite recuperar los tiempos de falla asociados al criterio de la norma chilena.

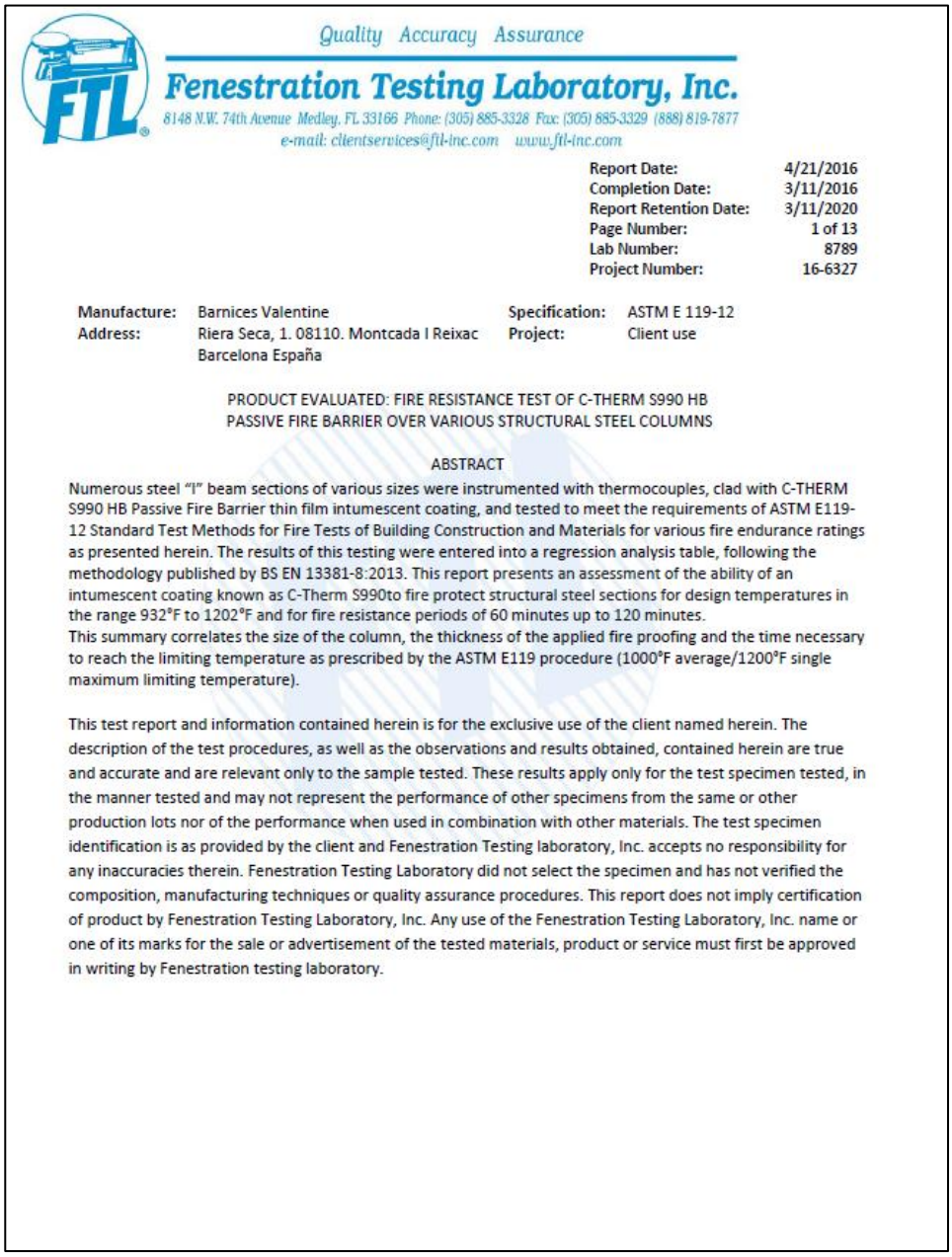
Por lo anterior, **sí es posible asimilar el producto a la legislación chilena**, dentro del alcance de rangos de masividad, espesores aplicados y tiempos de resistencia al fuego de los ensayos ya existentes.

Esta asimilación requirió verificar numéricamente las curvas de Masividad / Espesor Aplicado / Tiempos RF existentes, asociadas esta vez a los criterios de falla de la legislación nacional, tal como se demostró en el contenido del presente informe.

Verifique autenticidad del documento en www.dictuc.cl/verifica con el código **wxdqfl178290**

8. Anexos

- Portada de informe referencial, documento proporcionado por el mandante



Quality Accuracy Assurance

Fenestration Testing Laboratory, Inc.

8148 N.W. 74th Avenue Medley, FL 33166 Phone: (305) 885-3328 Fax: (305) 885-3329 (888) 819-7877
e-mail: clientservices@ftl-inc.com www.ftl-inc.com

Report Date:	4/21/2016
Completion Date:	3/11/2016
Report Retention Date:	3/11/2020
Page Number:	1 of 13
Lab Number:	8789
Project Number:	16-6327

Manufacture:	Barnices Valentine	Specification:	ASTM E 119-12
Address:	Riera Seca, 1. 08110. Montcada I Reixac Barcelona España	Project:	Client use

PRODUCT EVALUATED: FIRE RESISTANCE TEST OF C-THERM S990 HB
PASSIVE FIRE BARRIER OVER VARIOUS STRUCTURAL STEEL COLUMNS

ABSTRACT

Numerous steel "I" beam sections of various sizes were instrumented with thermocouples, clad with C-THERM S990 HB Passive Fire Barrier thin film intumescent coating, and tested to meet the requirements of ASTM E119-12 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials for various fire endurance ratings as presented herein. The results of this testing were entered into a regression analysis table, following the methodology published by BS EN 13381-8:2013. This report presents an assessment of the ability of an intumescent coating known as C-Therm S990to fire protect structural steel sections for design temperatures in the range 932°F to 1202°F and for fire resistance periods of 60 minutes up to 120 minutes.
This summary correlates the size of the column, the thickness of the applied fire proofing and the time necessary to reach the limiting temperature as prescribed by the ASTM E119 procedure (1000°F average/1200°F single maximum limiting temperature).

This test report and information contained herein is for the exclusive use of the client named herein. The description of the test procedures, as well as the observations and results obtained, contained herein are true and accurate and are relevant only to the sample tested. These results apply only for the test specimen tested, in the manner tested and may not represent the performance of other specimens from the same or other production lots nor of the performance when used in combination with other materials. The test specimen identification is as provided by the client and Fenestration Testing laboratory, Inc. accepts no responsibility for any inaccuracies therein. Fenestration Testing Laboratory did not select the specimen and has not verified the composition, manufacturing techniques or quality assurance procedures. This report does not imply certification of product by Fenestration Testing Laboratory, Inc. Any use of the Fenestration Testing Laboratory, Inc. name or one of its marks for the sale or advertisement of the tested materials, product or service must first be approved in writing by Fenestration testing laboratory.