

Bellaterra: 2017-10-25 Página 1
Expediente: **17/13289-2056**
Referencia del peticionario: **UPONOR HISPANIA SAU**
Antigua carretera de
Extremadura, km. 20,7
28935 MÓSTOLES

INFORME DE ENSAYO

Recepción de muestras: 2017-07-24

Fecha de realización de los ensayos: 2017-09-14 al 2017-10-23

1. MATERIAL RECIBIDO

Sistema de calefacción bajo el suelo Uponor.

Sistema (49 mm)

- Tarima multicapa de roble barnizado (15 mm de grosor, 4 mm de madera noble)
- Tubería polietileno reticulado Ø 16 mm
- Panel liso EPS (19 mm)

Base

- Aislamiento EPS (25 mm)

2. ENSAYOS SOLICITADOS

Tiempo en alcanzar la temperatura de confort. Potencia del sistema. Tiempo de enfriamiento.

Mermas en la tarima de madera. Verificación ancho de la junta entre tablas.

Procedimiento interno.

Atejamiento Verificación curvatura máxima de una tabla. *Procedimiento interno.*

Microrrajaduras Aspecto superficial. *Procedimiento interno.*

La reproducción del presente documento solo está autorizada si se hace en su totalidad.
Los informes firmados electrónicamente se consideran un documento original, así como las copias electrónicas. Las impresiones en papel no tienen valor legal.
Este documento consta de 19 páginas.

3. MÉTODO DE ENSAYO

La instalación de ensayos consiste en una cámara de ensayos de medidas 4.0 m (l) x 4.0 m (a) x 3.0 m (h), construida con los requisitos de la norma de ensayo UNE-EN 442-2:1997, para radiadores y convectores, es decir cinco superficies refrigeradas con agua y una superficie aislada sobre la que normalmente se instala el radiador.

Se construye en la cámara de ensayo EN 442 un sistema de calefacción bajo tierra con un área de 2m x 2m con una capa de mortero de 46 mm.

Los ensayos se llevan a cabo con una temperatura de entrada del agua de 35, 40 y 45°C y un flujo de 200 l/h, típico de sistemas de calefacción bajo suelo.

Se mide la temperatura de salida del agua. El flujo y la temperatura de entrada del agua son valores establecidos desde el inicio.

Después del ensayo de potencia, el agua no circula por los tubos y las paredes continúan la refrigeración de la cámara, se mide la temperatura para observar el comportamiento del enfriamiento.

Durante el ensayo de potencia, se controla la temperatura del aire para mantenerla a 20°C en el punto de referencia de la cámara, situado a 0,75 m desde el suelo en el centro de la cámara.

Se usan 8 termopares para registrar las temperaturas sobre la madera del suelo, espaciados por la superficie.

El estado estacionario se define con diferencias en las temperaturas de agua de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, diferencias de temperatura de referencia del aire de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y flujo de agua $\pm 1\%$. El período de estado estacionario se mantiene por al menos 2 horas en cada temperatura para permitir que se estabilicen las medidas de temperatura. Todos los datos de ensayo se registran automáticamente cada 60 segundos (temperatura de superficie, temperatura del aire, flujo de agua, temperatura de entrada del agua y temperatura de salida del agua).

Se realiza un gráfico de temperatura y tiempo para mostrar la velocidad en el aumento de temperatura en los dos sistemas.

Se realiza un gráfico de las curvas de calentamiento y enfriamiento. Se quiere medir el proceso de calentamiento y enfriamiento, de manera que después de las dos horas de condiciones de estado estacionario, el Sistema queda sin calentamiento, midiendo como disminuye la temperatura.

Al finalizar, los valores medios de los últimos 30 minutos de cada período de estado estacionario se usan para determinar las potencias de salida. La potencia térmica es para la totalidad del área calentada y no es direccional. La potencia en W/m^2 se determinará del área de suelo calefactado ($2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$).

Las temperaturas de superficie se expresarán en un gráfico para estimar los límites prácticos de operación.

Se colocan 25 mm de poliestireno expandido (EPS) en el suelo de la cámara, antes de la instalación del sistema del suelo.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ENSAYO

Cámara de ensayos UNE-EN 442

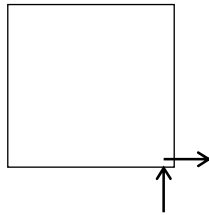
Altura: 3,00 m. Largo: 4,00 m. Ancho: 4,00 m.

Circuito cerrado. Fluido: agua.

Paneles de acero refrigerados con agua.

Pared derecha sin agua como en ensayos UNE-EN 442-2.

Sistema de calefacción bajo suelo (UFH)



Vista de conexiones desde arriba

5. RESULTADOS

5.1 IDENTIFICACIÓN MEDIANTE CONTROL DIMENSIONAL Y ECUACIONES CARACTERÍSTICAS

$$\Phi_{me} = q_m \cdot (h_1 - h_2)$$

Modelo	Largo	Ancho
	m	m
Uponor Sistema 49 mm	2,0	2,0

Temperatura de entrada del agua	Potencia térmica nominal	Potencia térmica nominal
	W	W/m ²
35°C	20,1	5,0
40°C	34,3	8,6
45°C	91,7	22,9

Tolerancia, S₀ = 1% de la potencia térmica. [EN-442 6.2.4.2.1]

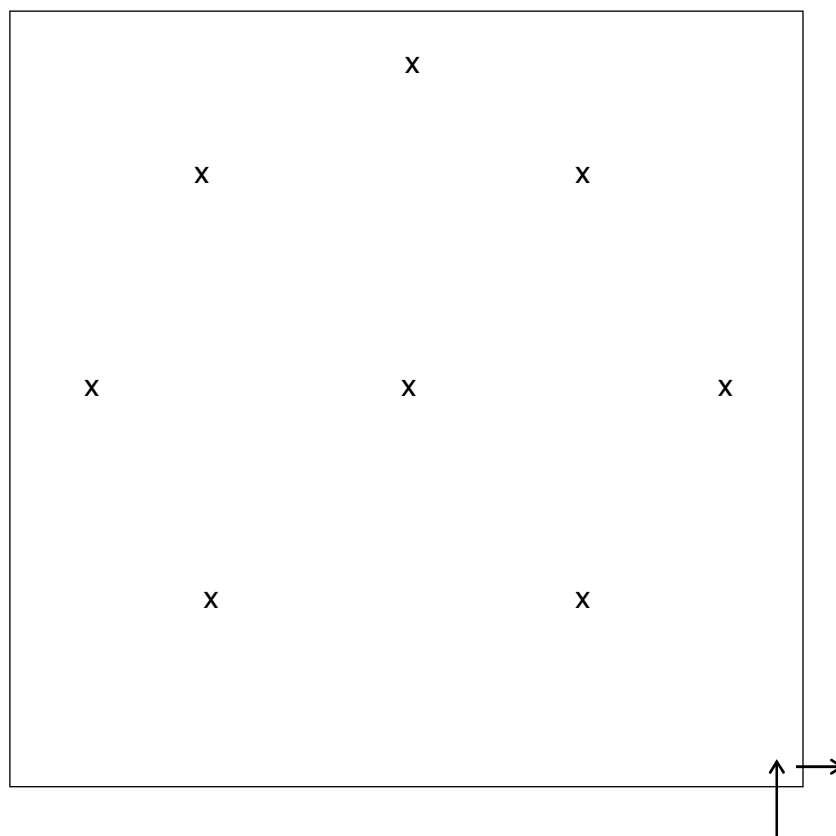
5.2 MEDIA DE VALORES MEDIDOS Y RESULTADOS

Uponor Sistema 49 mm

Símbolo	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3
----------------	---------------	----------------	----------------	----------------

Presión del aire	p	kPa	101,217	101,072	101,476
Temperatura de referencia del aire	tr	°C	20,1	19,9	20,0
Temperatura de entrada del agua	t1	°C	35,1	40,0	45,0
Temperatura de salida del agua	t2	°C	35,0	39,8	44,6
Diferencia de temperaturas	t1-t2	K	0,1	0,2	0,6
Entalpía del agua a la entrada	h1	kJ/kg	146,786	167,162	188,373
Entalpía del agua a la salida	h2	kJ/kg	146,433	166,563	186,760
Diferencia de entalpías	Δh	kJ/kg	0,353	0,600	1,613
Temperatura media del agua	tm	°C	35,0	39,9	44,9
Exceso de temperatura (tm-tr)	ΔT	K	14,9	20,0	24,9
Flujo del agua	qm	l/h	204,7	205,8	204,6
Potencia térmica nominal medida	Φ_{me}	W	20,1	34,3	91,7

5.3 TERMOPARES EN EL SUELO



Colocación de termopares en superficie, vista desde arriba.

5.4 GRÁFICOS

5.4.1 Punto 1 (35°C)

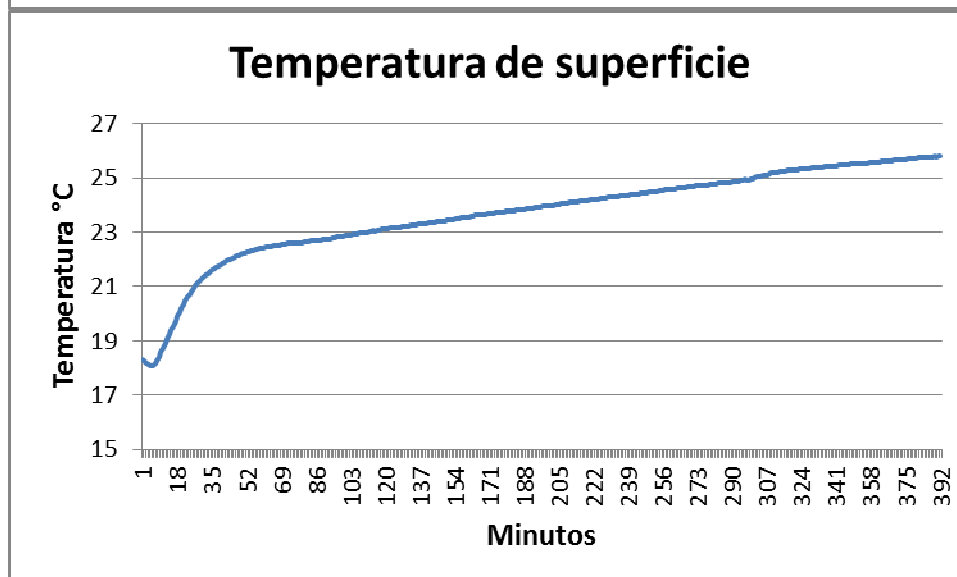
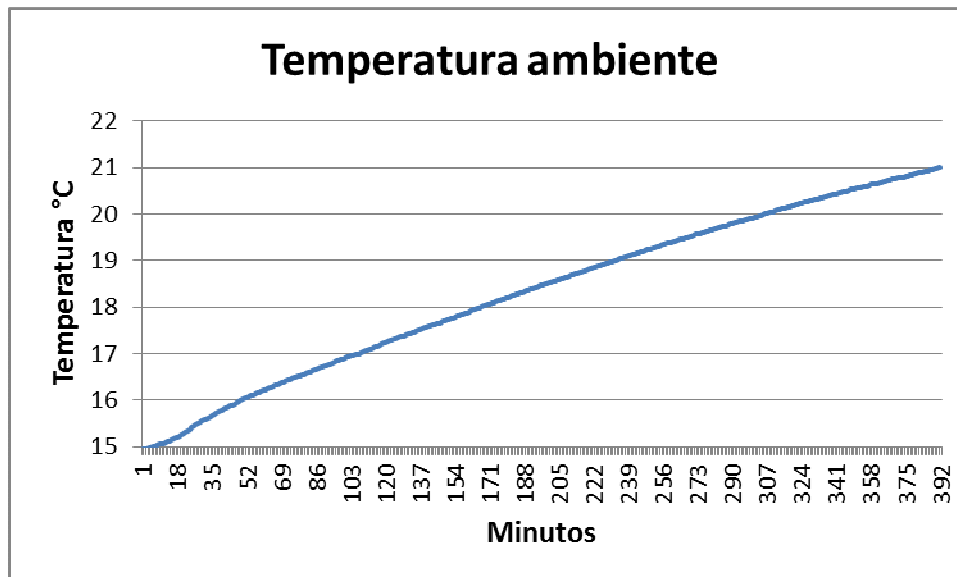
Sistema Uponor 49 mm

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	48	22,2
17	106	23,0
18	166	23,7
19	232	24,3
20	305	25,1
21	391	25,8

PROCESO DE CALENTAMIENTO

Temperatura de inicio: 15°C

Temperatura del agua: 35°C



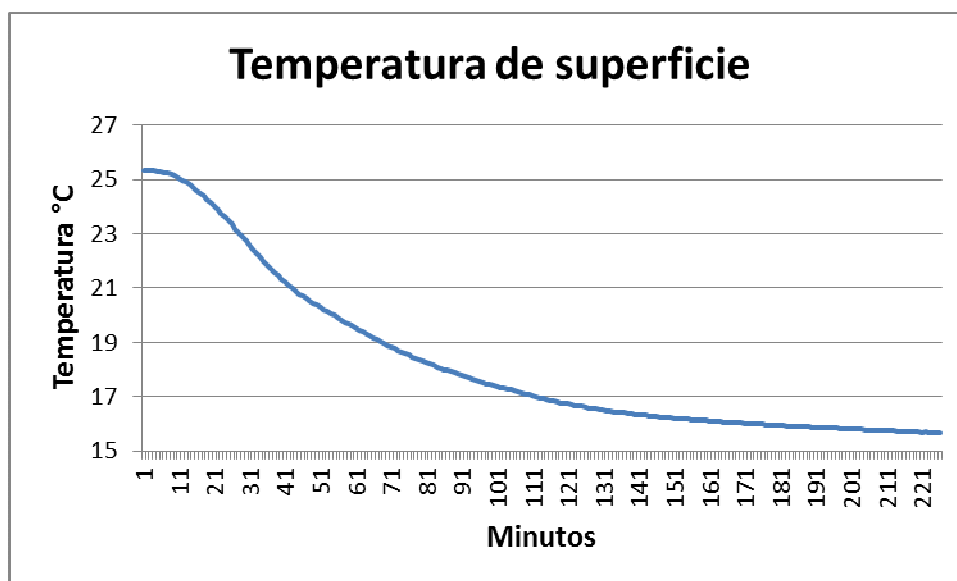
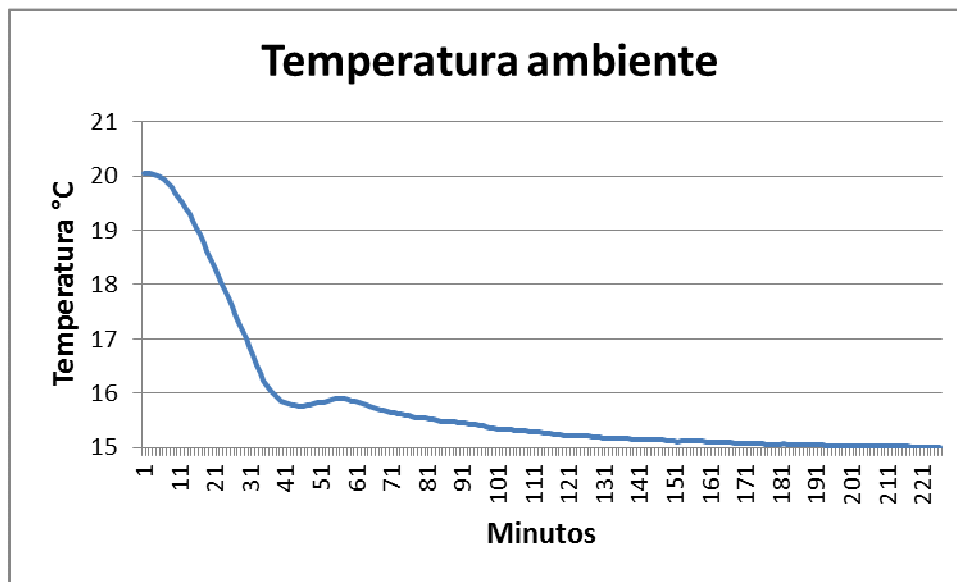
Sistema Uponor 49 mm

PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Temperatura de inicio: 20°C

Temperatura del agua: 35°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	16	24,5
18	23	23,6
17	30	22,6
16	37	21,6
15	225	15,7

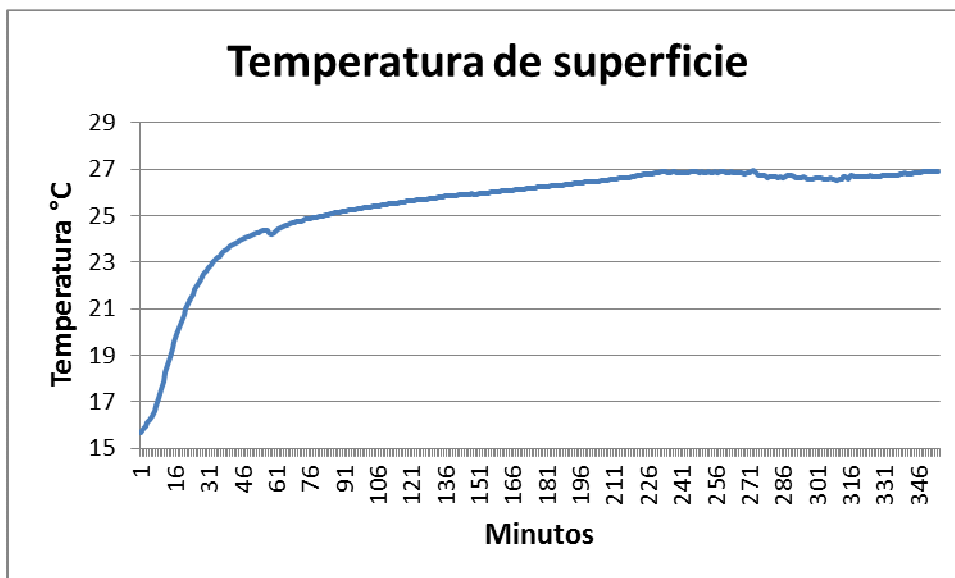
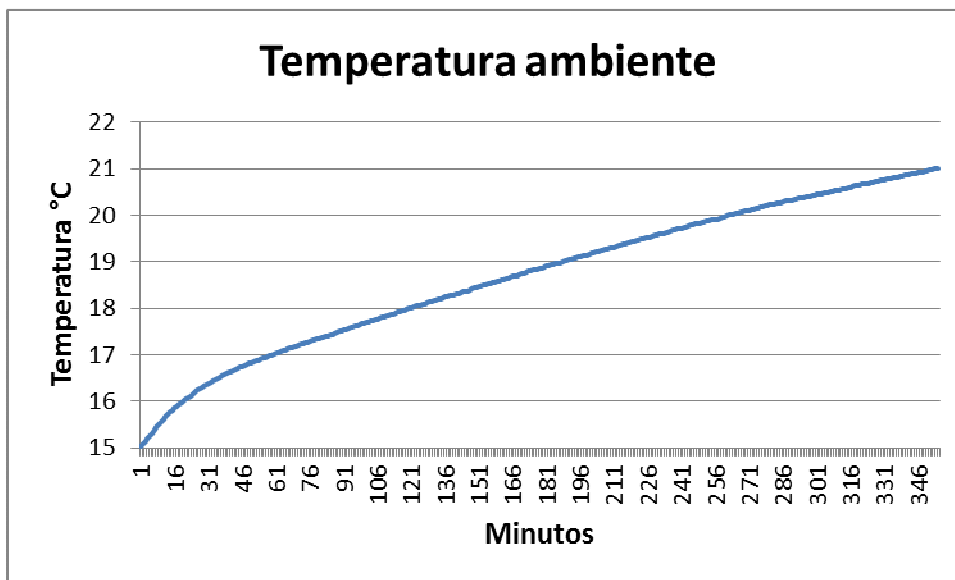


5.4.2 Punto 2 (40°C)

Sistema Uponor 49 mm

PROCESO DE CALENTAMIENTO
 Temperatura de inicio: 15°C
 Temperatura del agua: 40°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	19	20,7
17	58	24,2
18	119	25,6
19	188	26,3
20	261	26,8
21	354	26,9



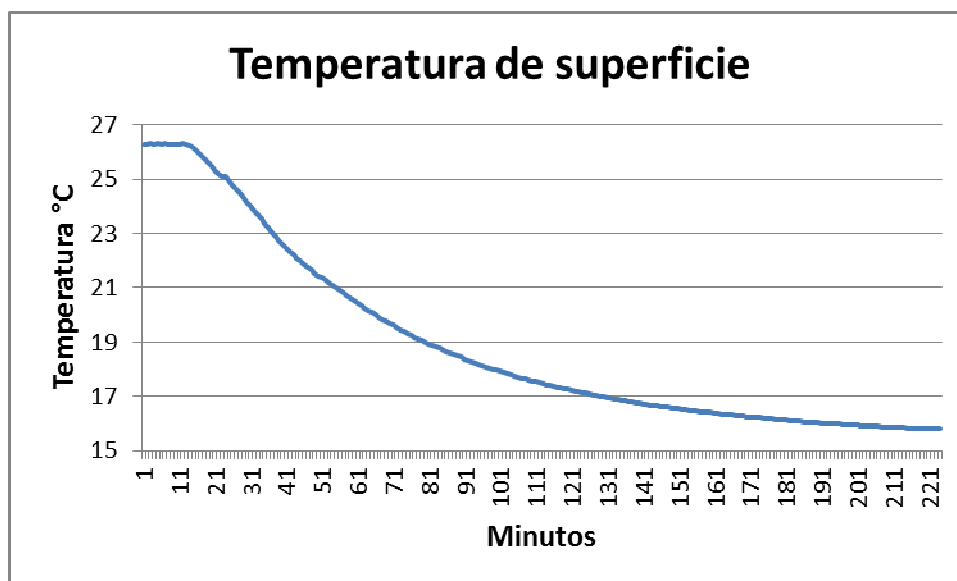
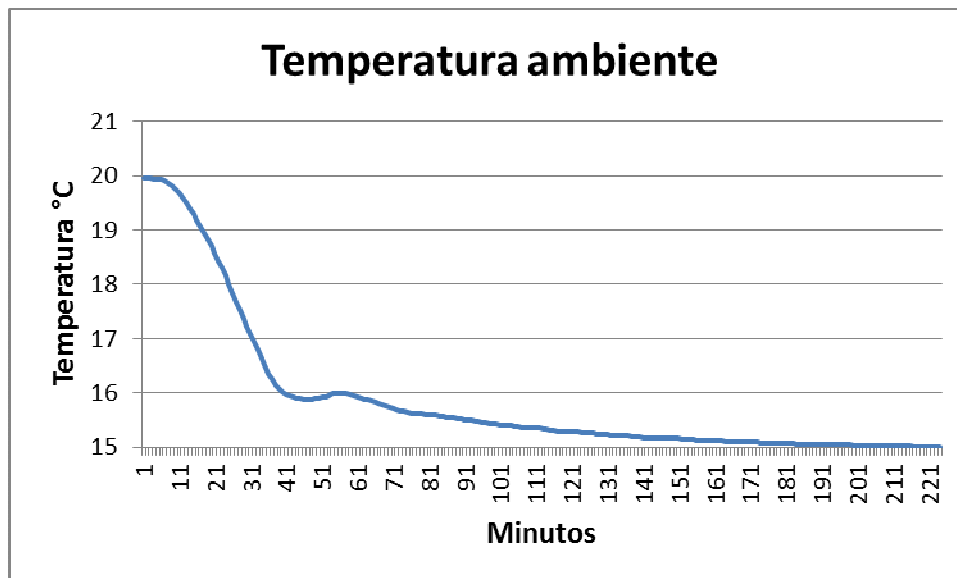
Sistema Uponor 49 mm

PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Temperatura de inicio: 20°C

Temperatura del agua: 40°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	17	25,8
18	24	25,0
17	31	23,8
16	40	22,5
15	223	15,8

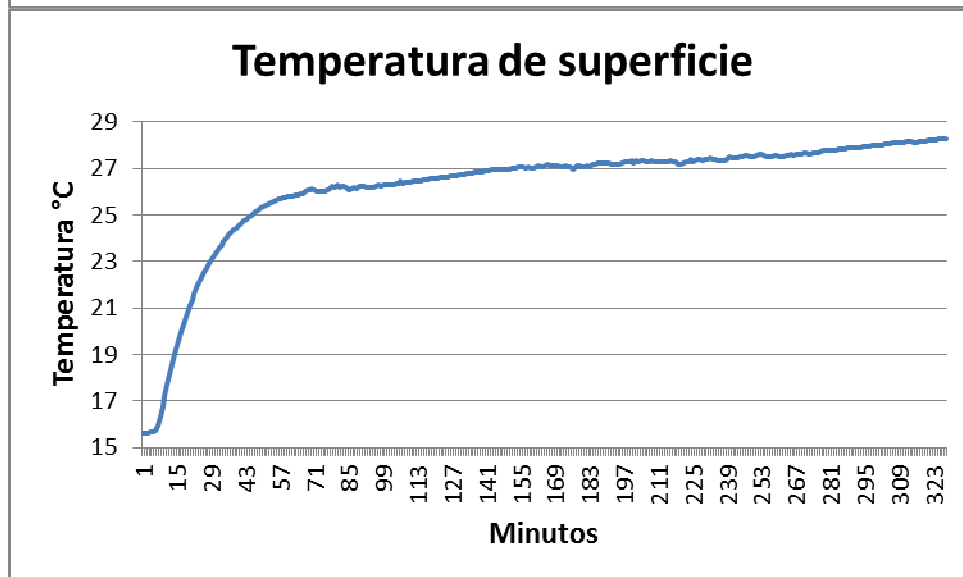
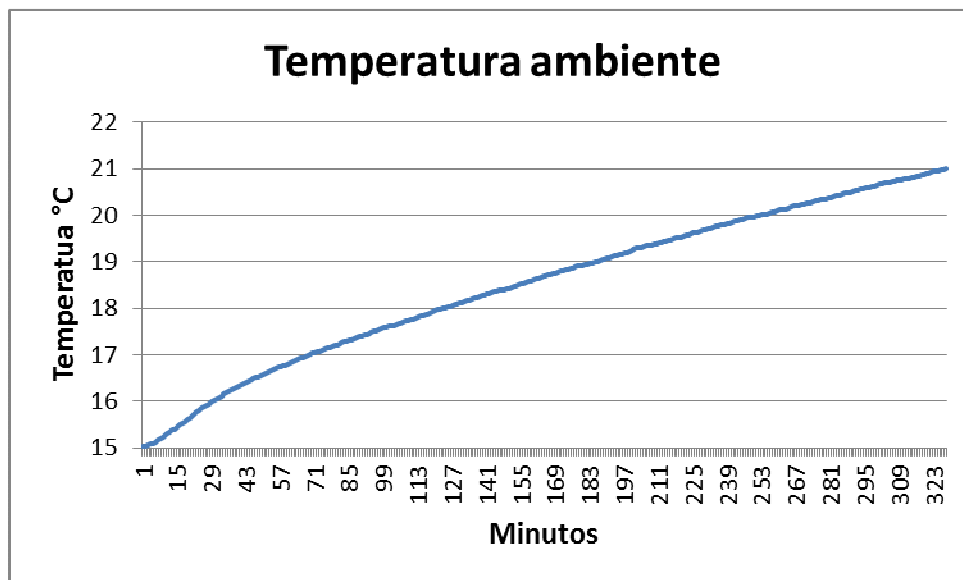


5.4.3 Punto 3 (45°C)

Sistema Uponor 49 mm

PROCESO DE CALENTAMIENTO
 Temperatura de inicio: 15°C
 Temperatura del agua: 45°C

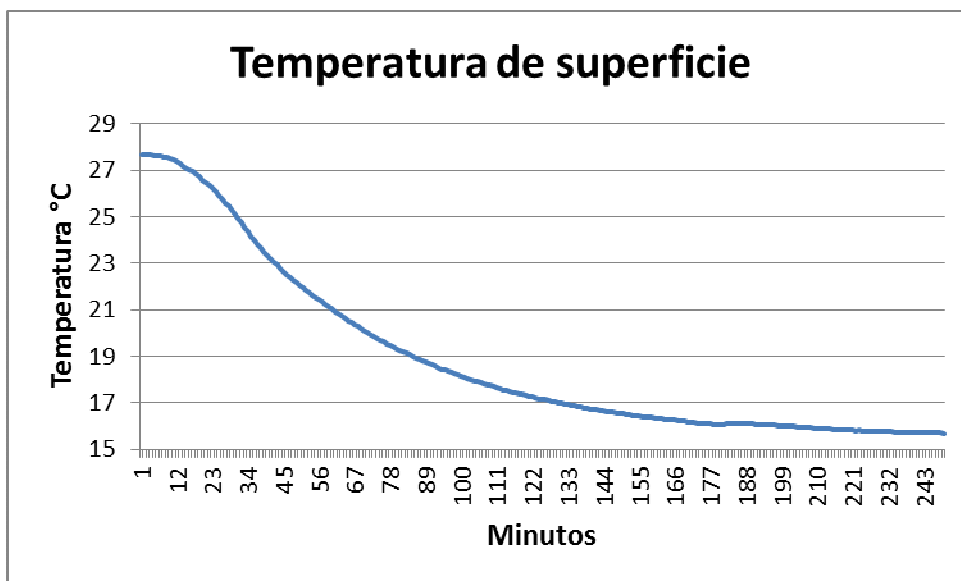
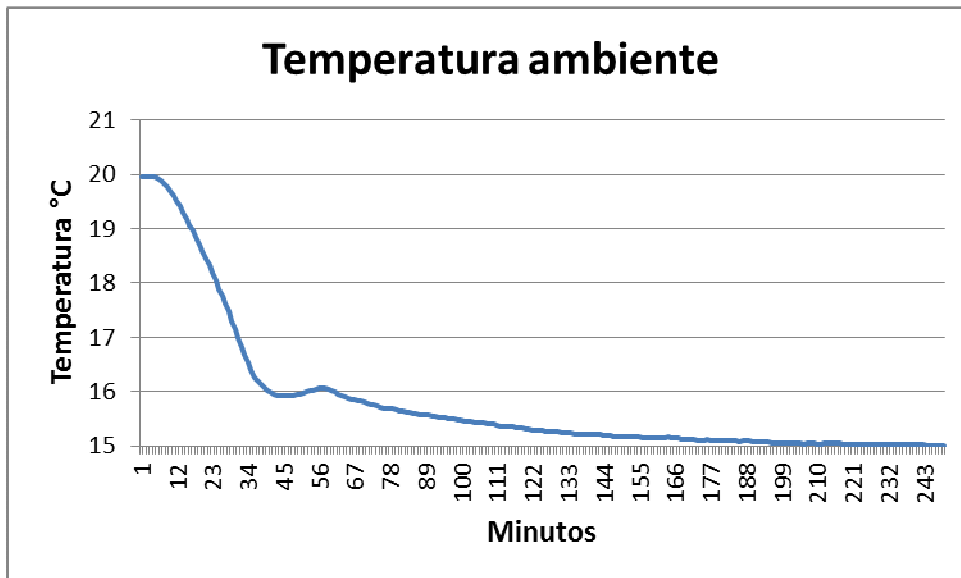
Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	28	23,1
17	68	26,0
18	122	26,6
19	185	27,2
20	252	27,6
21	327	28,3



Sistema Uponor 49 mm

PROCESO DE ENFRIAMIENTO
 Temperatura de inicio: 20°C
 Temperatura del agua: 45°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	16	27,0
18	24	25,9
17	30	24,9
16	40	23,2
15	248	15,7



5.5 ENSAYOS EN LA MADERA

Sistema Uponor 49 mm

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 2017-09-14 y 2017-10-23

ANTECEDENTES

El objeto de este informe es la comprobación dimensional y de aspecto superficial de un suelo radiante después de n después del ensayo de potencia térmica.

Se monta una plataforma de suelo radiante de 197 x 190 cm sin mortero, a partir de 9 filas de lamas de roble barniz



Verificación ancho de la junta entre tablas. Procedimiento interno

Para la realización de este ensayo se tomaron medidas con galgas del ancho de la junta entre tablas de una misma fila, y entre tablas de filas contiguas.

El ancho de la tabla es de 21 cm.

Según el peticionario, la variación del ancho de la junta entre dos tablas no debe ser mayor del 2% del ancho de la tabla.

Medidas de la junta entre tablas de la misma fila:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
1	0,30	0,35	0,05	±4,2
2	0,15	0,15	0,00	
3	0,15	0,20	0,05	
4	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	

Medidas de la junta entre tablas de dos filas consecutivas:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
6	0,00	0,10	0,10	±4,2
7	0,00	0,00	0,00	
8	0,15	0,15	0,00	
9	0,00	0,00	0,00	
10	0,00	0,00	0,00	
11	0,00	0,00	0,00	
12	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	
14	0,00	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	

Verificación curvatura máxima de una tabla. Procedimiento interno.

Para la realización de este ensayo se tomaron medidas de la curvatura de las tablas con un medidor de curvaturas tanto en sentido longitudinal como transversal.

El ancho de la tabla es de 21 cm.

Según el peticionario, la variación de la curvatura máxima cóncava o convexa no debe ser mayor del 0,5% del ancho de la tabla. Los valores positivos expresan una convexidad de la superficie y los negativos concavidad.

Medidas de la curvatura en sentido longitudinal de la tabla:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
A	-1,10	-0,05	1,05	±1,1
B	-1,16	-0,16	1,00	
C	-0,57	0,47	1,04	
D	-1,23	-0,20	1,03	
E	-0,92	-0,15	0,77	
F	-0,79	0,16	0,95	

Medidas de la curvatura en sentido longitudinal de la tabla:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
G	0,03	0,18	0,15	±1,1
H	-0,01	0,19	0,20	
I	0,11	0,31	0,20	
J	0,04	0,16	0,12	
K	0,07	0,18	0,11	
M	0,07	0,26	0,19	
N	0,07	0,16	0,09	
P	0,05	0,20	0,15	

Aspecto superficial. Procedimiento interno.

Se realizó una inspección visual de la superficie de la tarima antes y después del ensayo de potencia térmica. No se observó ningún cambio, de manera que la tarima NO sufrió ningún daño superficial.

Jefe del Departamento de Productos Industriales
LGAI Technological Center S.A.

Responsable de Reacción al Fuego y Termotecnia
LGAI Technological Center S.A.

Los resultados se refieren única y exclusivamente a las muestras ensayadas y en el momento y las condiciones indicadas.

La incertidumbre expandida indicada se basa en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura $k = 2$, que para una distribución normal proporciona un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

Garantía de Calidad de Servicio

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@applus.com

ANEXO: FOTOGRAFÍAS



Sistema Uponor 49 mm. EPS y tubo antes de la colocación de la madera.



Sistema Uponor 49 mm. Instalación de la madera.



Sistema Uponor 49 mm. Conexiones de termopares en el suelo.