

Bellaterra: 2017-10-11 Página 1  
Expediente: **16/13289-2187**  
Referencia del peticionario: **UPONOR HISPANIA SAU**  
Antigua carretera de  
Extremadura, km. 20,7  
28935 MÓSTOLES

## INFORME DE ENSAYO

**Recepción de muestras:** 2017-01-31 y 2017-05-11  
**Fecha de realización de los ensayos:** 2017-02-10 al 2017-06-02

### **1. MATERIAL RECIBIDO**

2 sistemas de calefacción bajo el suelo Uponor.

#### **Sistema (84 mm)**

- Tarima pegada de roble barnizado (130x16 mm)
- Losa de mortero en base anhidrita (46 mm)
- Tubería polietileno reticulado Ø 16 mm
- Panel termoconformado EPS (19 mm)

Base

- Aislamiento EPS (25 mm)

#### **Sistema (90 mm)**

- Tarima pegada de roble barnizado (130x16 mm)
- Losa de mortero en base anhidrita (46 mm)
- Tubería polietileno reticulado Ø 16 mm
- Panel termoconformado EPS (25 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 34 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  $\text{W/m}^2$  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.

El mortero se deja secar durante al menos un mes antes de colocar el suelo de roble para completar la reacción química y la reacción exotérmica.

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ENSAYO**

Cámara de ensayos UNE-EN 442

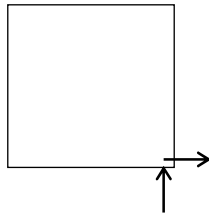
Altura: 3,00 m. Largo: 4,00 m. Ancho: 4,00 m.

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**

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

<b>Modelo</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>
	m	m
Uponor Sistema 84 mm	2,0	2,0

<b>Temperatura de entrada del agua</b>	<b>Potencia térmica nominal</b>	<b>Potencia térmica nominal</b>
	W	W/m <sup>2</sup>
35°C	48,0	12,0
40°C	136,2	34,1
45°C	224,2	56,1

<b>Modelo</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>
	m	m
Uponor Sistema 90 mm	2,0	2,0

<b>Temperatura de entrada del agua</b>	<b>Potencia térmica nominal</b>	<b>Potencia térmica nominal</b>
	W	W/m <sup>2</sup>
35°C	63,0	15,7
40°C	142,8	35,7
45°C	226,6	56,7

Tolerancia, S<sub>0</sub> = 1% de la potencia térmica. [EN-442 6.2.4.2.1]

## **5.2 MEDIA DE VALORES MEDIDOS Y RESULTADOS**

### **Uponor Sistema 84 mm**

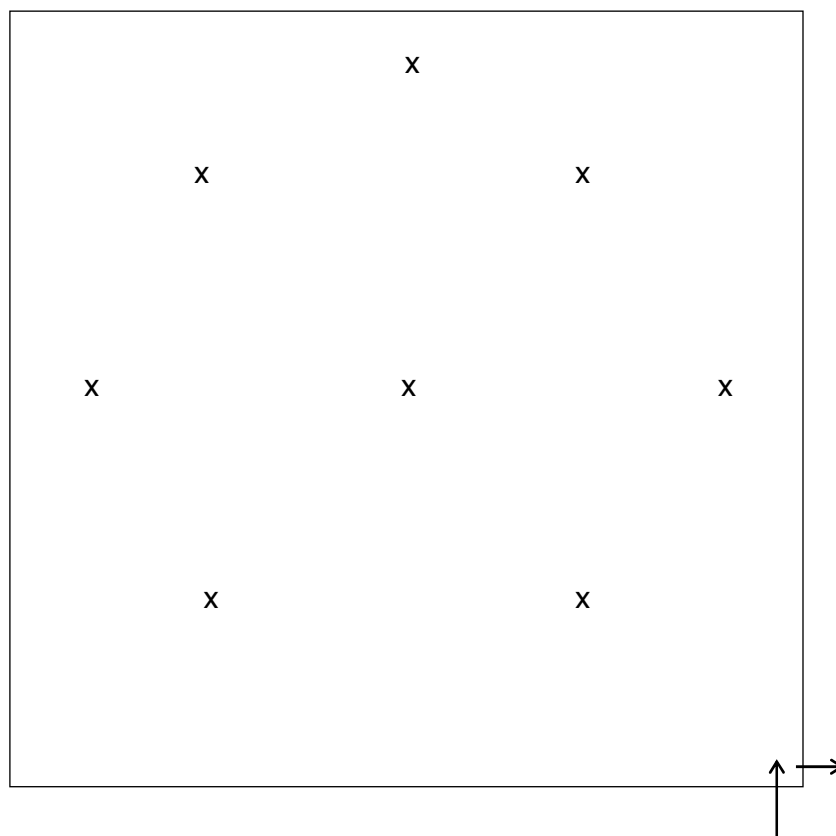
<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Punto 1</b>	<b>Punto 2</b>	<b>Punto 3</b>
----------------	---------------	----------------	----------------	----------------

<b>Presión del aire</b>	p	kPa	102,567	102,318	101,307
<b>Temperatura de referencia del aire</b>	tr	°C	20,0	20,0	20,0
<b>Temperatura de entrada del agua</b>	t1	°C	35,0	39,9	45,1
<b>Temperatura de salida del agua</b>	t2	°C	34,8	39,4	44,1
<b>Diferencia de temperaturas</b>	t1-t2	K	0,2	0,5	1,0
<b>Entalpía del agua a la entrada</b>	h1	kJ/kg	146,321	167,062	188,446
<b>Entalpía del agua a la salida</b>	h2	kJ/kg	145,440	164,615	184,444
<b>Diferencia de entalpías</b>	$\Delta h$	kJ/kg	0,881	2,447	4,002
<b>Temperatura media del agua</b>	tm	°C	34,9	39,6	44,6
<b>Exceso de temperatura (tm-tr)</b>	$\Delta T$	K	14,9	19,6	24,6
<b>Flujo del agua</b>	qm	l/h	196,0	200,4	201,7
<b>Potencia térmica nominal medida</b>	$\Phi_{me}$	W	48,0	136,2	224,2

**Uponor Sistema 90 mm**

	<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Punto 1</b>	<b>Punto 2</b>	<b>Punto 3</b>
<b>Presión del aire</b>	p	kPa	101,343	100,982	101,121
<b>Temperatura de referencia del aire</b>	tr	°C	20,0	20,0	20,0
<b>Temperatura de entrada del agua</b>	t1	°C	35,0	40,0	45,0
<b>Temperatura de salida del agua</b>	t2	°C	34,7	39,4	44,1
<b>Diferencia de temperaturas</b>	t1-t2	K	0,3	0,6	0,9
<b>Entalpía del agua a la entrada</b>	h1	kJ/kg	146,464	167,226	188,292
<b>Entalpía del agua a la salida</b>	h2	kJ/kg	145,348	164,704	184,300
<b>Diferencia de entalpías</b>	$\Delta h$	kJ/kg	1,115	2,522	3,992
<b>Temperatura media del agua</b>	tm	°C	34,9	39,7	44,5
<b>Exceso de temperatura (tm-tr)</b>	$\Delta T$	K	14,9	19,7	24,5
<b>Flujo del agua</b>	qm	l/h	203,3	203,8	204,4
<b>Potencia térmica nominal medida</b>	$\Phi_{me}$	W	63,0	142,8	226,6

### **5.3 TERMOPARES EN EL SUELO**



Colocación de termopares en superficie, vista desde arriba.

**5.4 GRÁFICOS**

**5.4.1 Punto 1 (35°C)**

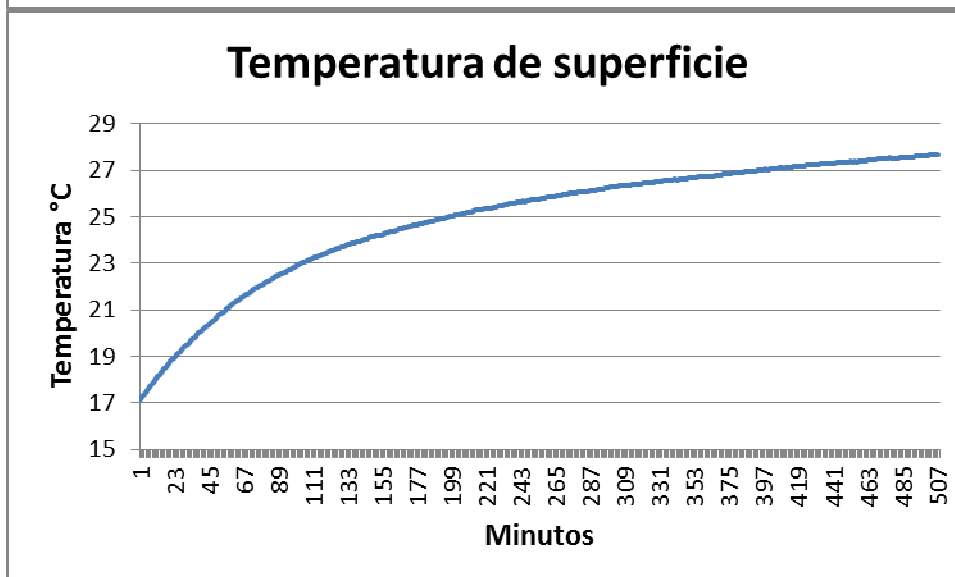
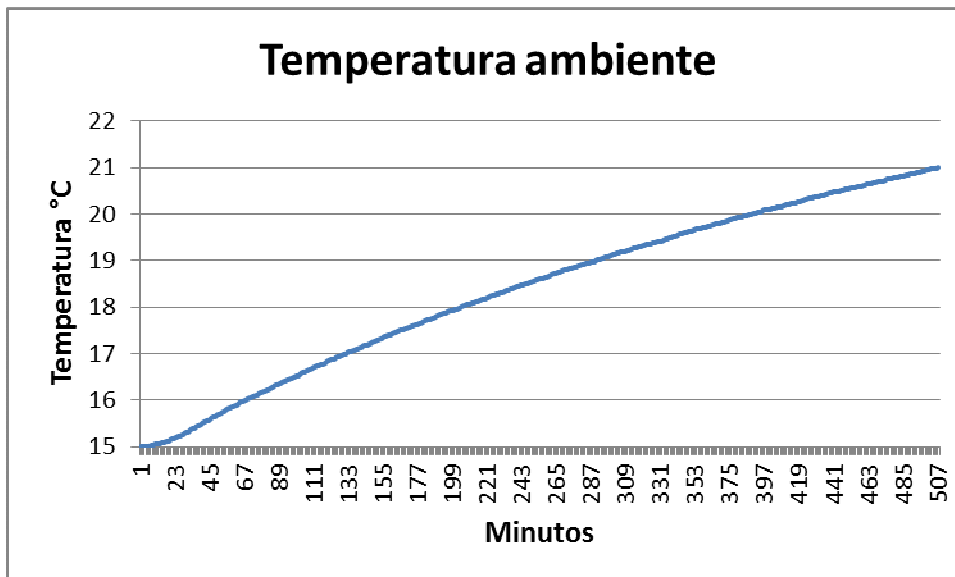
**Sistema Uponor 84 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	67	21,6
17	131	23,8
18	204	25,1
19	289	26,2
20	389	27,0
21	507	27,7

PROCESO DE CALENTAMIENTO

Temperatura de inicio: 15°C

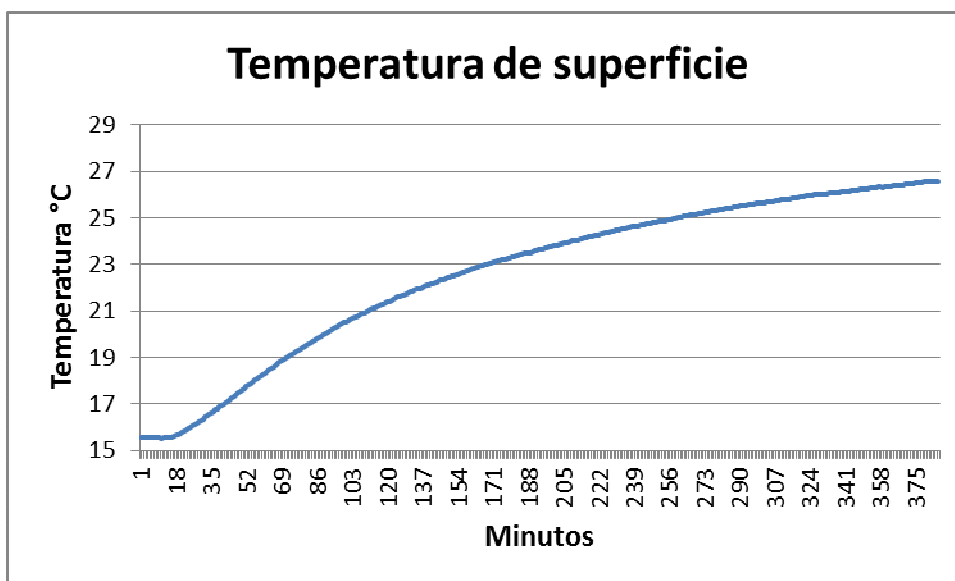
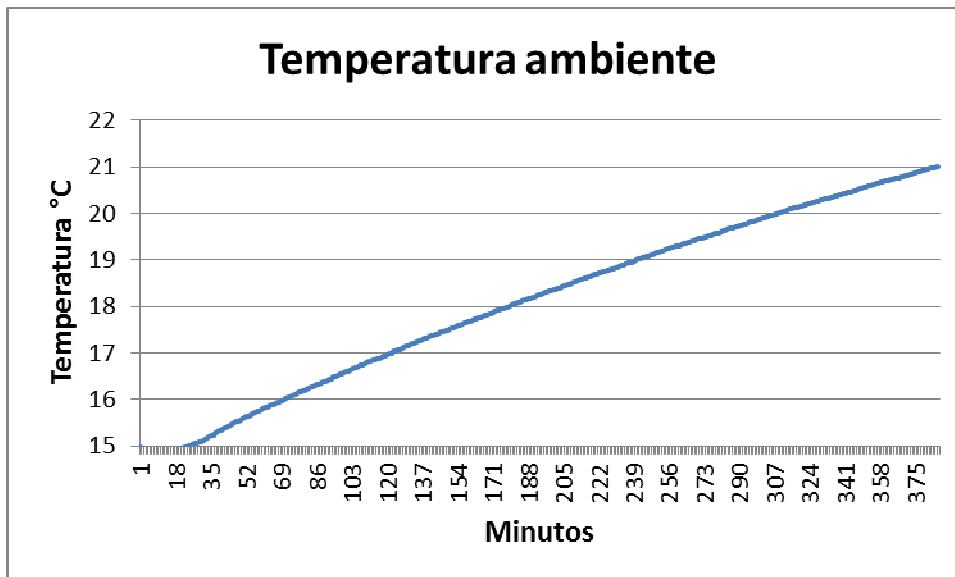
Temperatura del agua: 35°C





**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	70	19,0
17	121	21,4
18	178	23,3
19	240	24,7
20	308	25,7
21	385	26,5



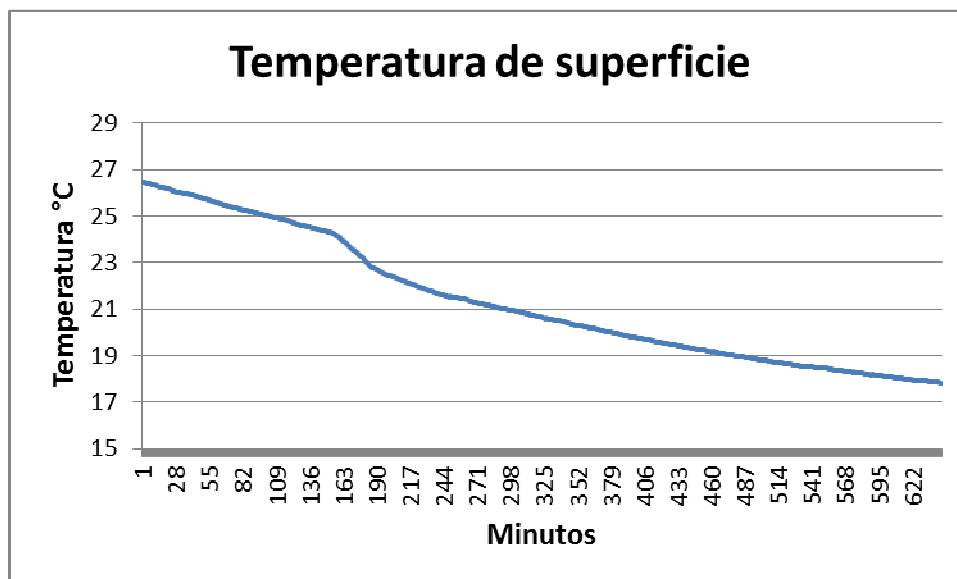
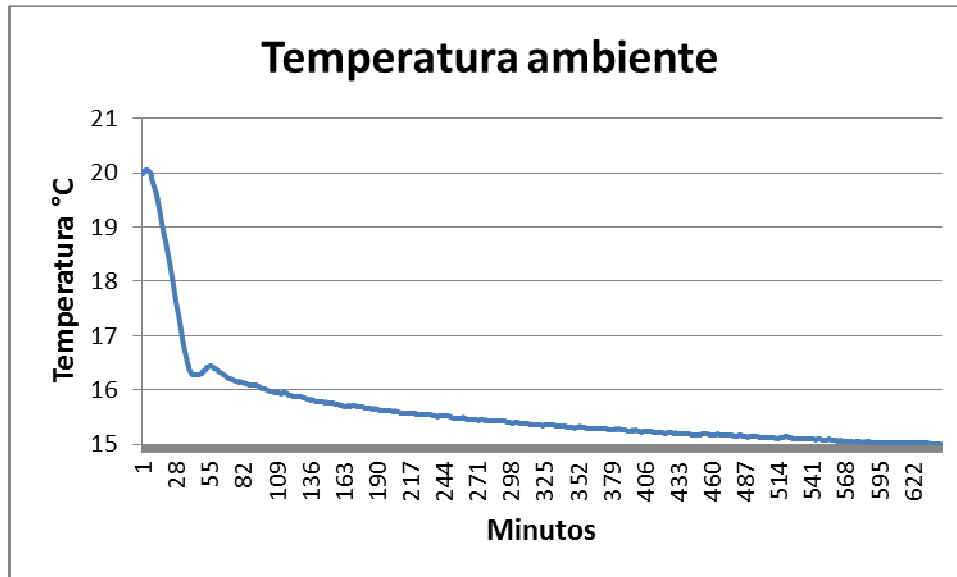
**Sistema Uponor 84 mm**

PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Temperatura de inicio: 20°C

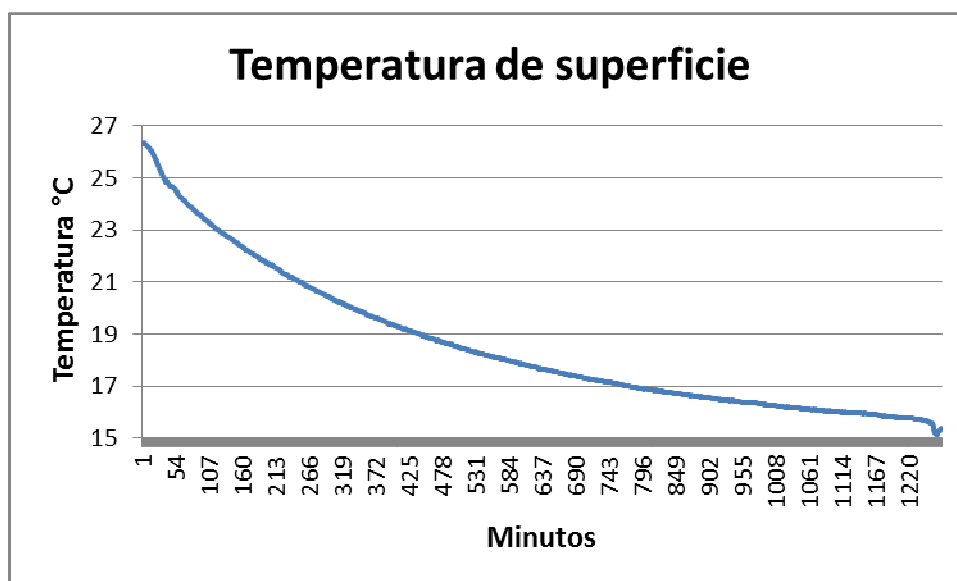
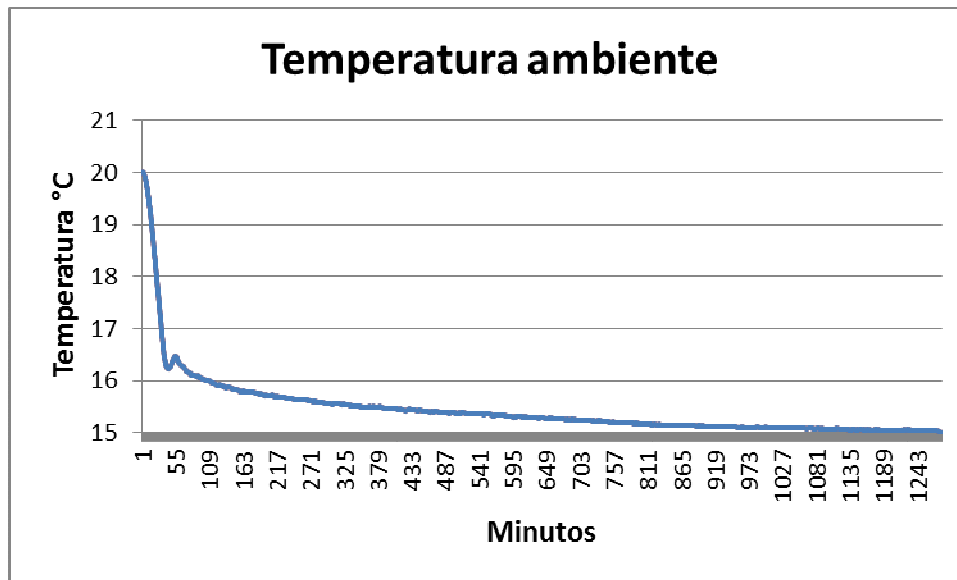
Temperatura del agua: 35°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	17	26,2
18	25	26,0
17	32	26,0
16	101	25,0
15	644	17,8



**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	17	26,0
18	25	25,6
17	32	25,2
16	105	23,3
15	1281	15,5

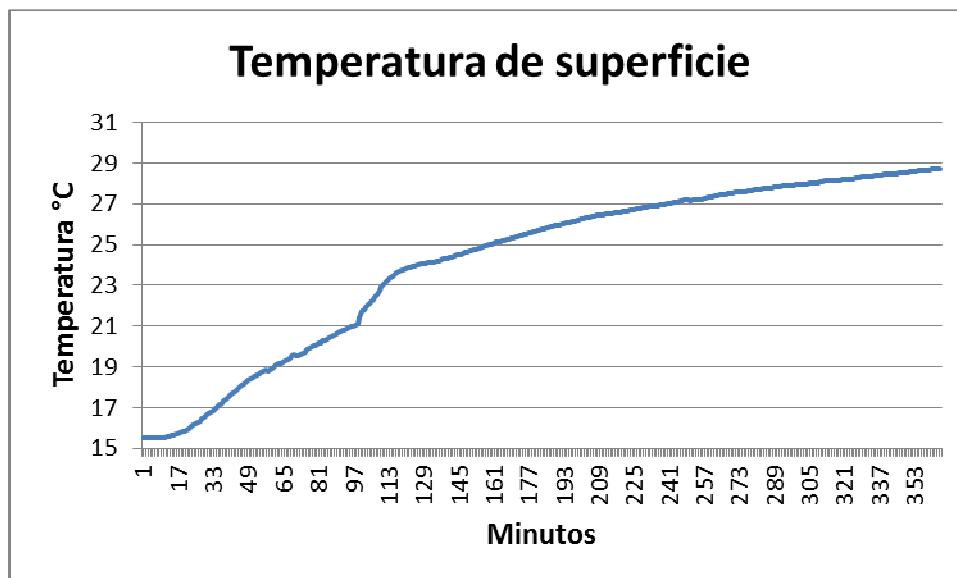
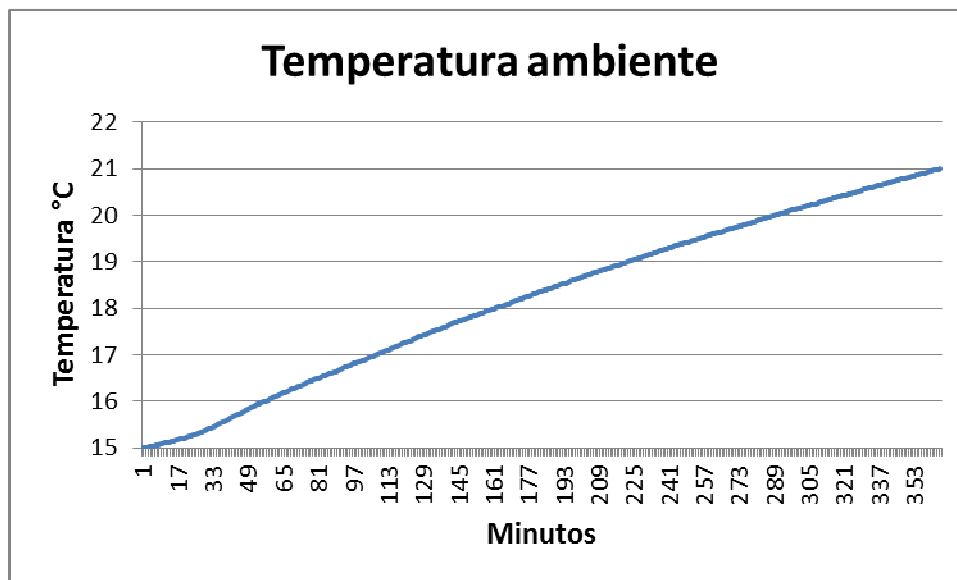


**5.4.2 Punto 2 (40°C)**

**Sistema Uponor 84 mm**

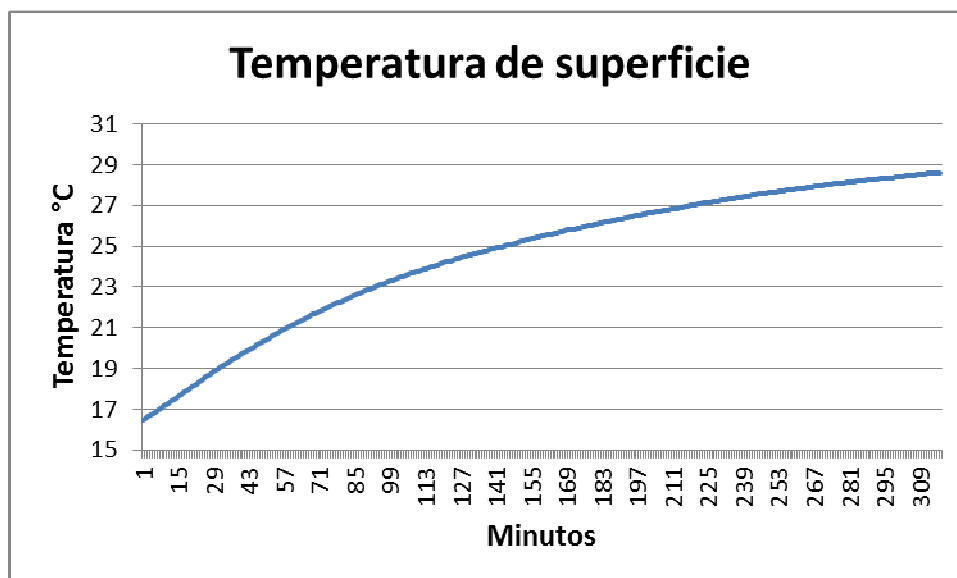
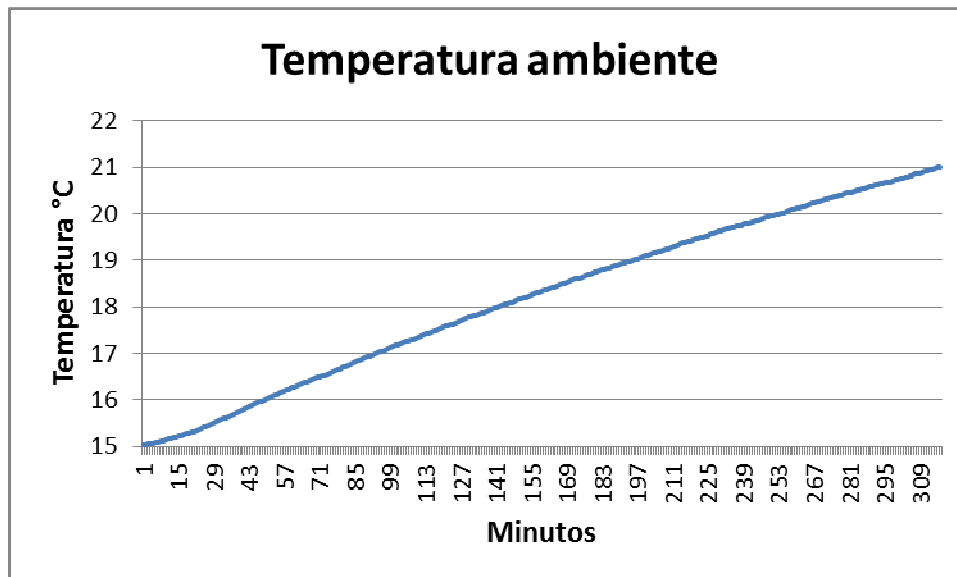
PROCESO DE CALENTAMIENTO  
 Temperatura de inicio: 15°C  
 Temperatura del agua: 40°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	56	18,8
17	106	22,4
18	161	25,1
19	221	26,7
20	289	27,8
21	364	28,7



**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	48	20,4
17	93	23,0
18	141	24,9
19	194	26,5
20	253	27,7
21	316	28,6



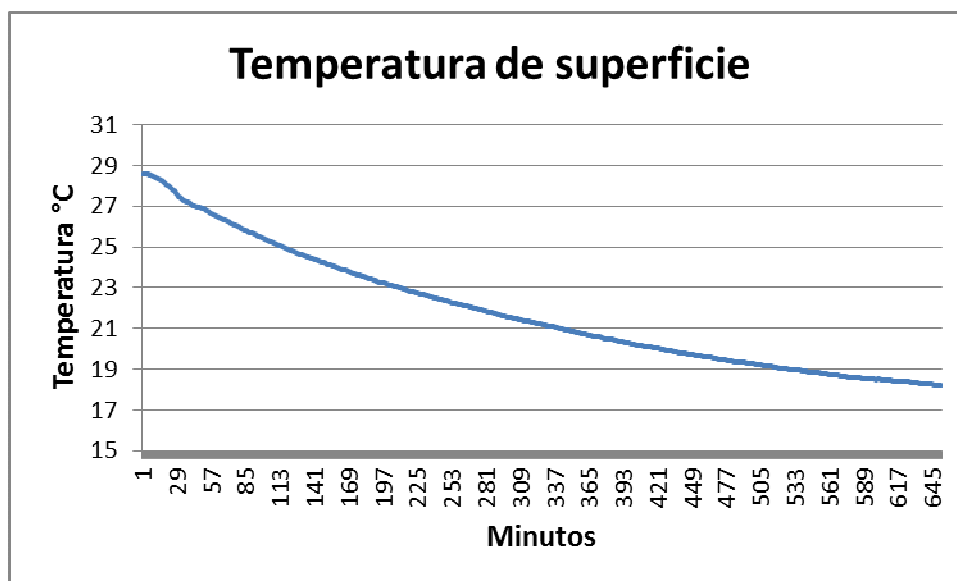
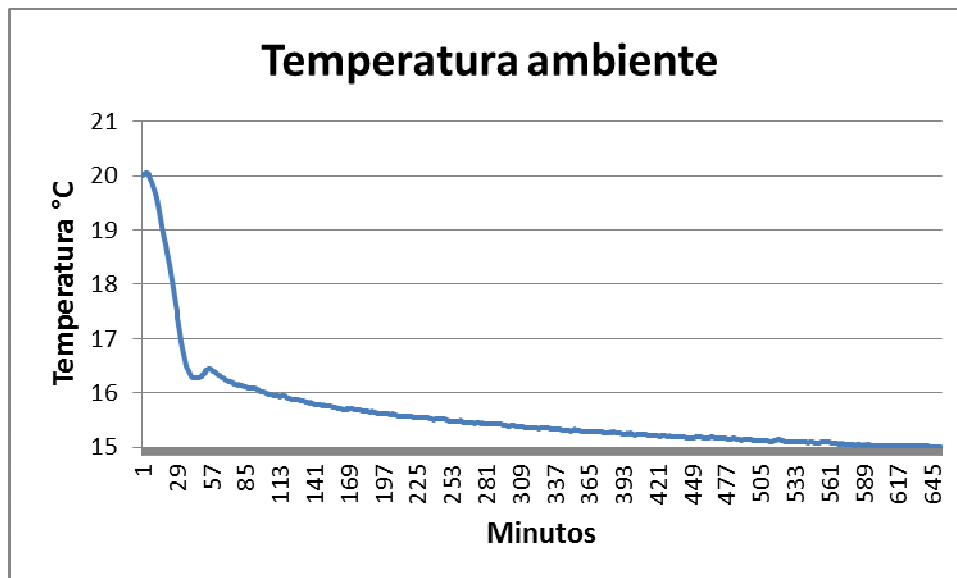
**Sistema Uponor 84 mm**

**PROCESO DE ENFRIAMIENTO**

Temperatura de inicio: 20°C

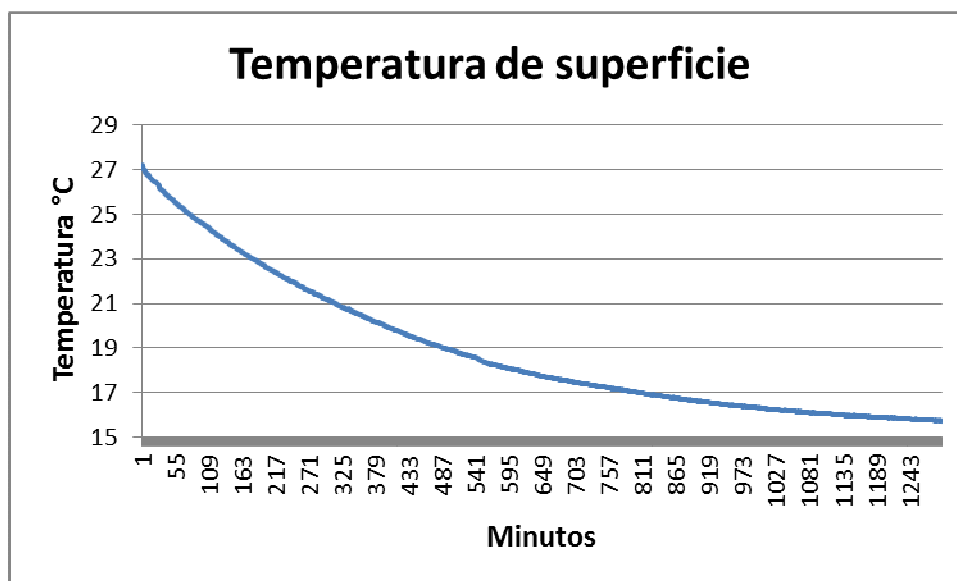
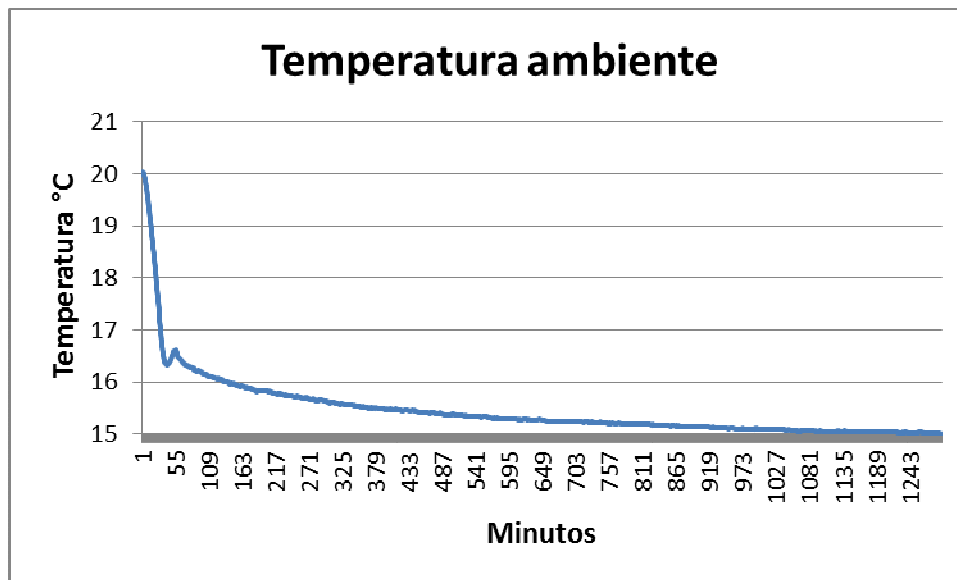
Temperatura del agua: 40°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	16	28,2
18	24	27,8
17	31	27,4
16	100	25,4
15	650	18,2



**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	16	26,6
18	24	26,4
17	32	26,1
16	137	23,8
15	1294	15,8

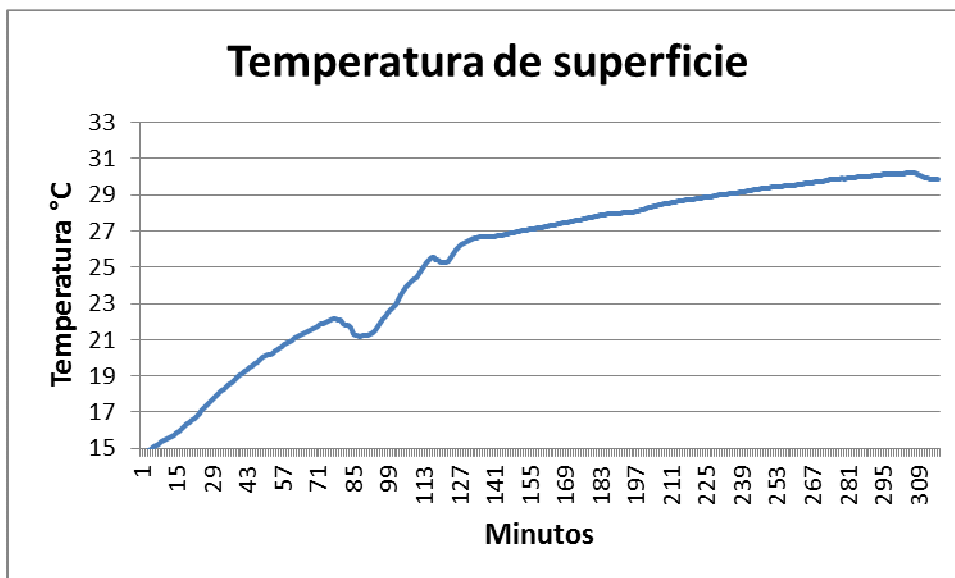
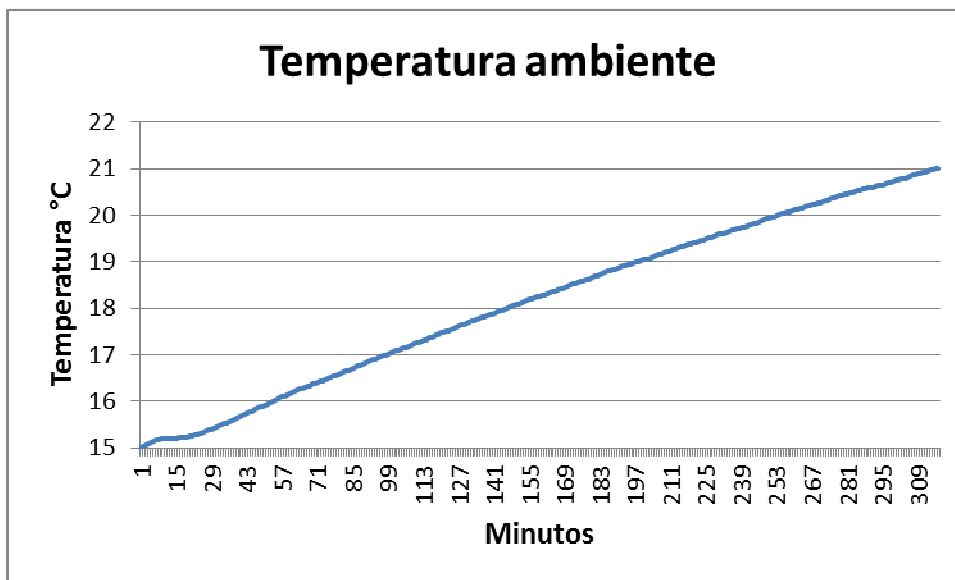


**5.4.3 Punto 3 (45°C)**

**Sistema Uponor 84 mm**

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

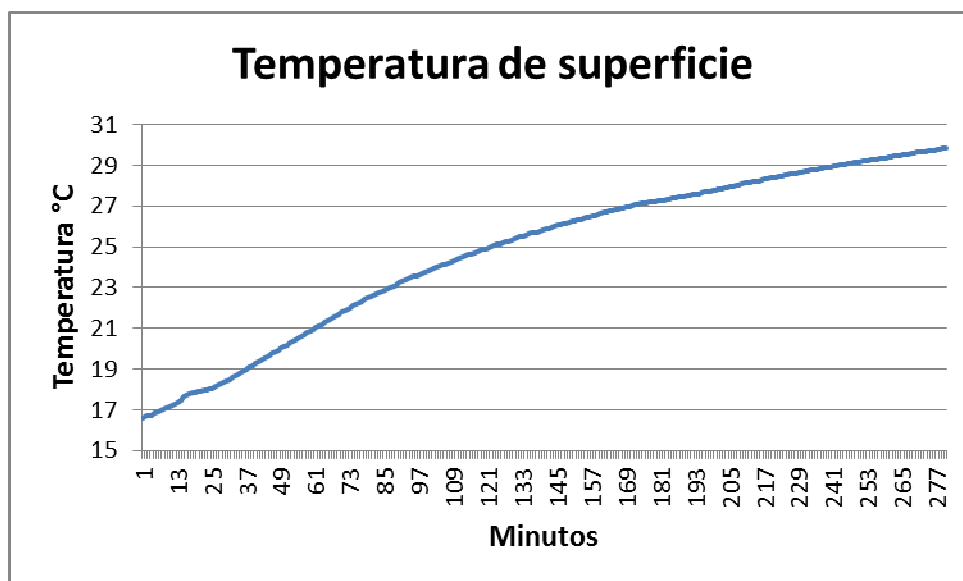
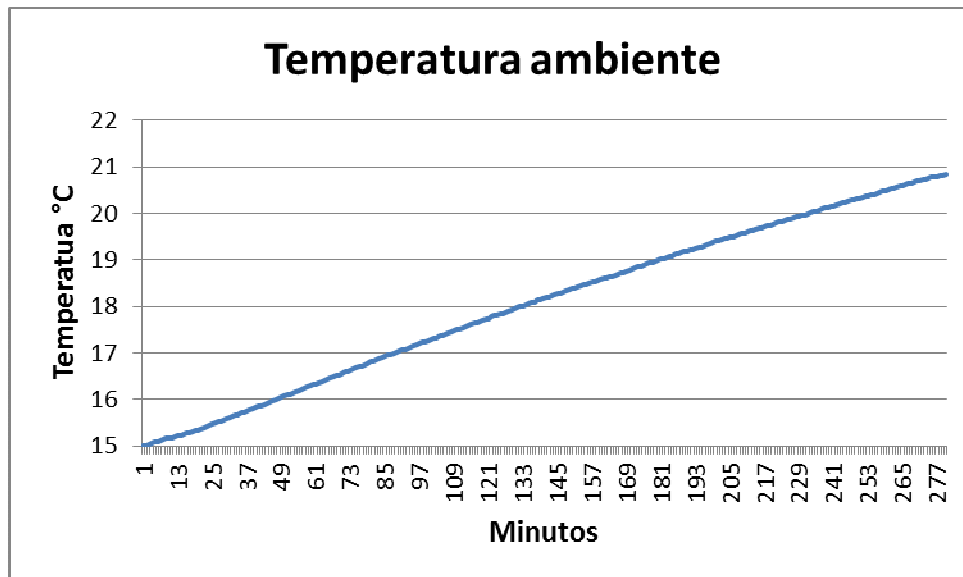
Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	52	20,3
17	97	22,3
18	145	26,8
19	197	28,1
20	268	29,5
21	316	29,9





**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
16	47	20,0
17	87	23,1
18	131	25,5
19	179	27,3
20	232	28,8
21	288	30,0



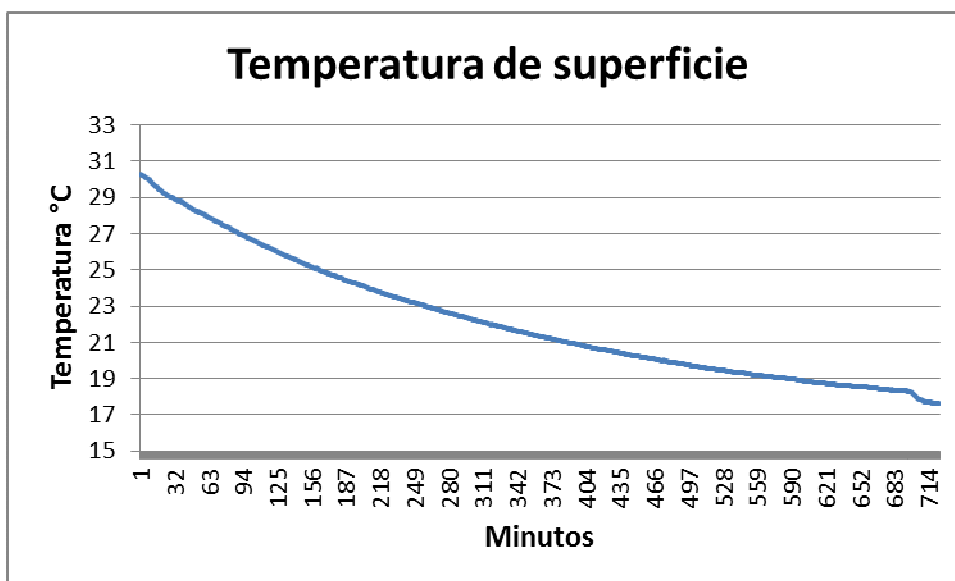
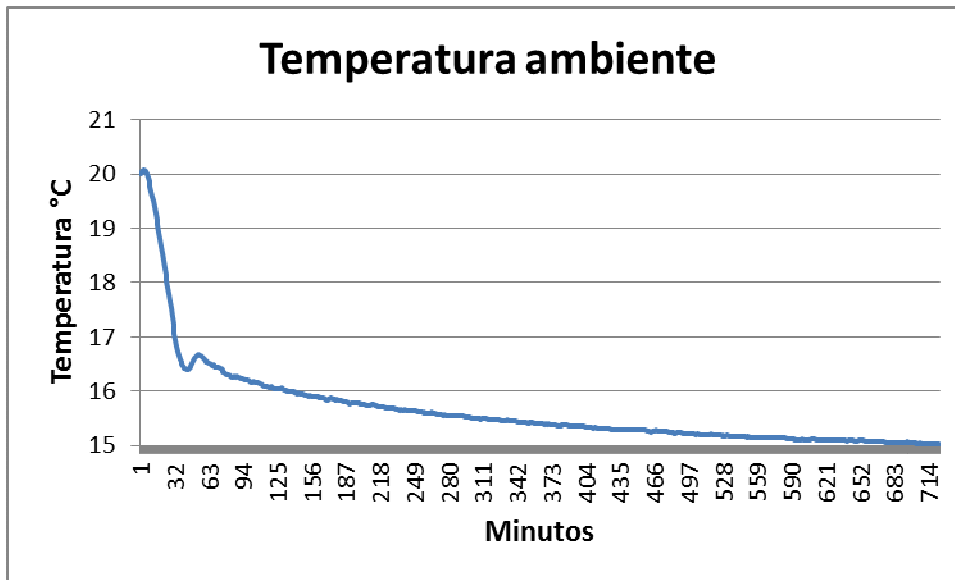
**Sistema Uponor 84 mm**

PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Temperatura de inicio: 20°C

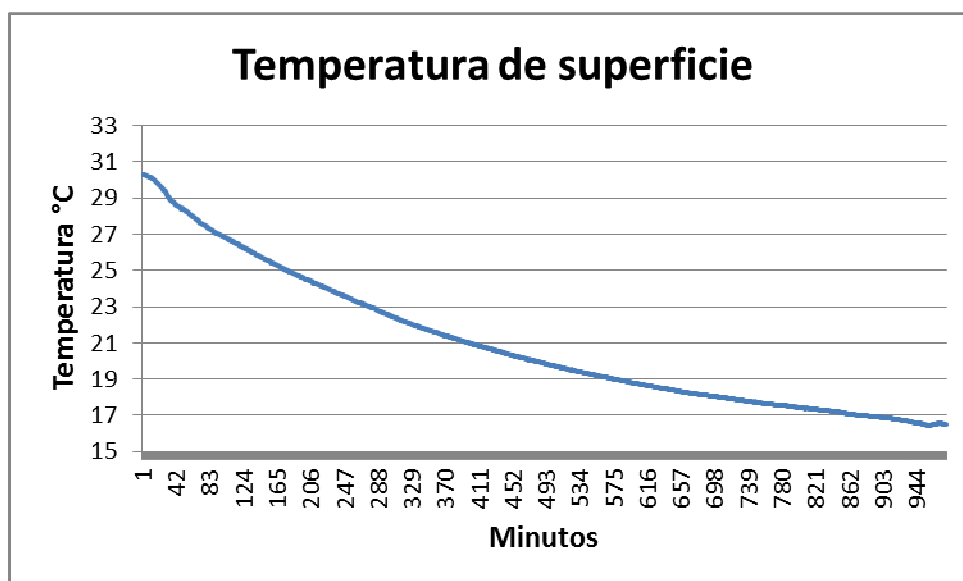
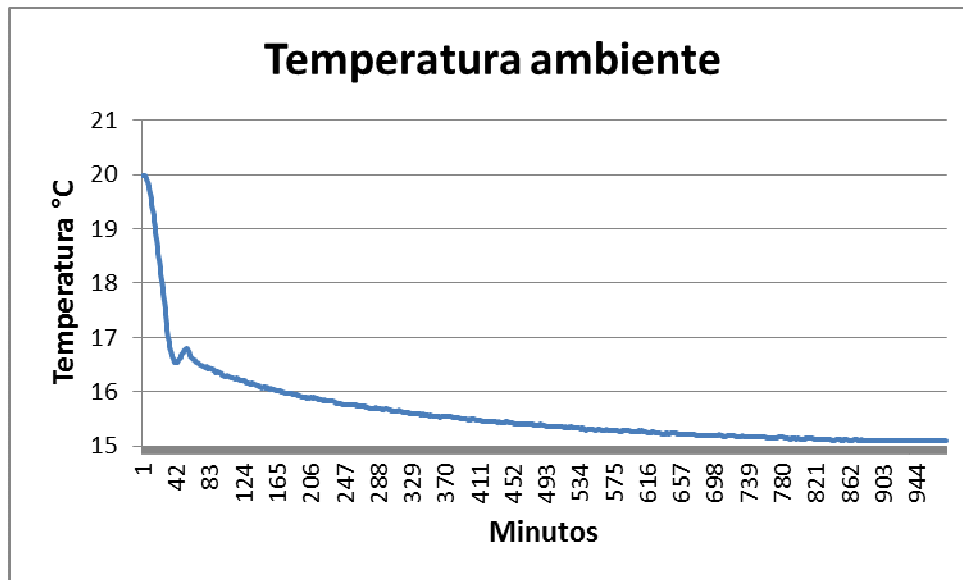
Temperatura del agua: 45°C

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	17	29,5
18	25	29,1
17	32	28,9
16	133	25,8
15	722	17,6



**Sistema Uponor 90 mm**

Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (min)	Temperatura superficie (°C)
19	17	29,9
18	25	29,5
17	32	29,1
16	170	25,2
15	951	16,5



## **5.5 ENSAYOS EN LA MADERA**

### **Sistema Uponor 84 mm**

**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 2017-02-10 y 2017-03-03

#### ANTECEDENTES

El objeto de este informe es la comprobación dimensional y de aspecto superficial de un suelo radiante después de realizar un ensayo de potencia térmica. Para este fin se tomaron medidas antes y después del ensayo de potencia térmica.

Se monta una plataforma de suelo radiante de 195 x 195 cm con mortero, a partir de 15 filas de lamas de roble barnizado de largo variable y ancho 12,9 cm.



**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 12,9 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	0,05	0,10	<b>0,05</b>	±2,6
2	0,15	0,15	<b>0,00</b>	
3	0,40	0,40	<b>0,00</b>	
4	0,30	0,30	<b>0,00</b>	
5	0,05	0,05	<b>0,00</b>	
6	0,50	0,50	<b>0,00</b>	
7	0,00	0,10	<b>0,10</b>	
8	0,05	0,10	<b>0,05</b>	
9	0,15	0,20	<b>0,05</b>	
10	0,20	0,20	<b>0,00</b>	

Medidas de la junta entre tablas de dos filas consecutivas:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
11	0,20	0,20	<b>0,00</b>	±2,6
12	0,50	0,55	<b>0,05</b>	
13	0,15	0,20	<b>0,05</b>	
14	0,20	0,20	<b>0,00</b>	
15	0,55	0,65	<b>0,10</b>	
16	0,25	0,30	<b>0,05</b>	
17	0,30	0,35	<b>0,05</b>	
18	0,50	0,50	<b>0,00</b>	
19	0,30	0,30	<b>0,00</b>	
20	0,55	0,55	<b>0,00</b>	
21	0,25	0,30	<b>0,05</b>	

**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 12,9 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	0,31	0,14	<b>-0,17</b>	±0,6
B	-0,12	-0,34	<b>-0,22</b>	
C	0,00	-0,18	<b>-0,18</b>	
D	-0,13	-0,31	<b>-0,18</b>	
E	-0,03	-0,19	<b>-0,16</b>	

Medidas de la curvatura en sentido longitudinal de la tabla:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
F	-0,03	-0,07	<b>-0,04</b>	±0,6
G	-0,20	-0,26	<b>-0,06</b>	
H	-0,12	-0,18	<b>-0,06</b>	
I	-0,16	-0,22	<b>-0,06</b>	
J	-0,09	-0,11	<b>-0,02</b>	
K	-0,10	-0,19	<b>-0,09</b>	
M	-0,10	-0,27	<b>-0,17</b>	
N	-0,13	-0,23	<b>-0,10</b>	
P	-0,03	-0,09	<b>-0,06</b>	

**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.

## Sistema Uponor 90 mm

**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 2017-05-15 y 2017-06-02

### ANTECEDENTES

El objeto de este informe es la comprobación dimensional y de aspecto superficial de un suelo radiante después de realizar un ensayo de potencia térmica. Para este fin se tomaron medidas antes y después del ensayo de potencia térmica.

Se monta una plataforma de suelo radiante de 195 x 182 cm con mortero, a partir de 14 filas de lamas de roble barnizado de largo variable y ancho 12,9 cm.



**ANTECEDENTES**

**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 12,9 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	0,00	0,00	<b>0,00</b>	±2,6
2	0,15	0,15	<b>0,00</b>	
3	0,00	0,00	<b>0,00</b>	
4	0,30	0,25	<b>-0,05</b>	
5	0,05	0,05	<b>0,00</b>	
6	0,25	0,25	<b>0,00</b>	
7	0,20	0,20	<b>0,00</b>	
8	0,30	0,30	<b>0,00</b>	
9	0,25	0,30	<b>0,05</b>	
10	0,20	0,20	<b>0,00</b>	
11	0,25	0,20	<b>-0,05</b>	

Medidas de la junta entre tablas de dos filas consecutivas:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
12	0,10	0,10	<b>0,00</b>	±2,6
13	0,20	0,15	<b>-0,05</b>	
14	0,10	0,10	<b>0,00</b>	
15	0,25	0,30	<b>0,05</b>	
16	0,00	0,00	<b>0,00</b>	
17	0,00	0,00	<b>0,00</b>	
18	0,05	0,05	<b>0,00</b>	
19	0,05	0,05	<b>0,00</b>	
20	0,15	0,15	<b>0,00</b>	



**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 12,9 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.

Medias de la curvatura en sentido longitudinal de la tabla:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
A	0,05	-0,09	<b>-0,14</b>	±0,6
B	0,10	0,04	<b>-0,06</b>	
C	0,02	-0,10	<b>-0,12</b>	
D	0,20	0,10	<b>-0,10</b>	
E	0,14	0,06	<b>-0,08</b>	
F	0,31	0,24	<b>-0,07</b>	
G	0,31	0,23	<b>-0,08</b>	

Medias de la curvatura en sentido longitudinal de la tabla:

Medida	Medida antes ensayo (mm)	Medida después ensayo (mm)	Diferencia (mm)	Valor límite (mm)
H	-0,03	-0,08	<b>-0,05</b>	±0,6
I	0,05	0,15	<b>0,10</b>	
J	-0,07	-0,05	<b>0,02</b>	
K	-0,06	-0,09	<b>-0,03</b>	
M	0,12	0,08	<b>-0,04</b>	
N	0,20	0,20	<b>0,00</b>	
P	-0,04	0,00	<b>0,04</b>	
Q	0,10	0,06	<b>-0,04</b>	

**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](mailto:satisfaccion.cliente@applus.com)

**ANEXO: FOTOGRAFÍAS**



**Sistema Uponor 84 mm. EPS y tubo antes de cubrir con mortero.**



**Sistema Uponor 84 mm. Cobertura con mortero.**



**Sistema Uponor 84 mm. Instalación de la madera.**



**Sistema Uponor 84 mm. Conexiones de termopares en el suelo.**



**Sistema Uponor 90 mm. EPS y tubo antes de cubrir con mortero.**

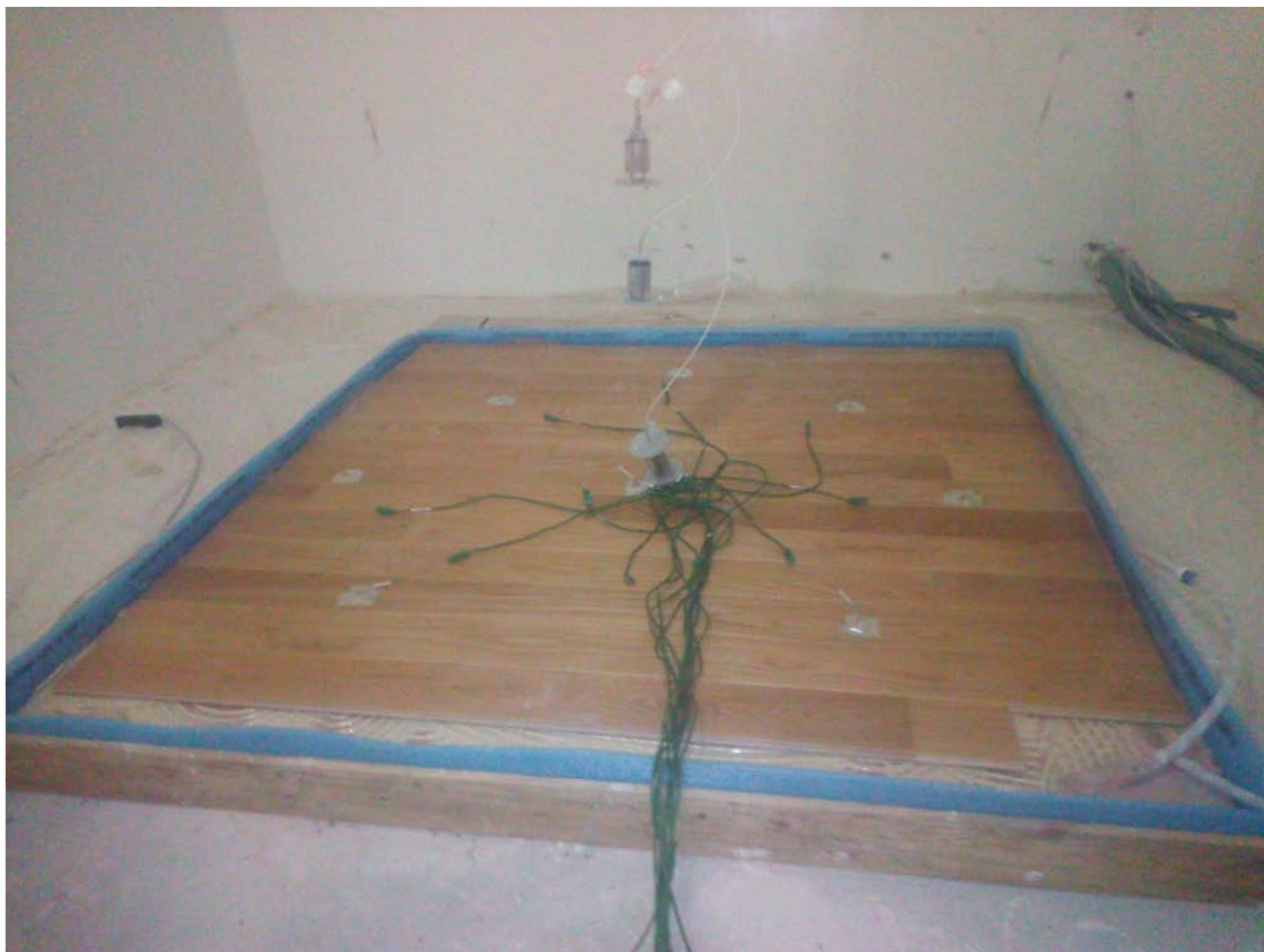


**Sistema Uponor 90 mm. Cobertura con mortero.**





**Sistema Uponor 90 mm. Instalación de la madera.**



**Sistema Uponor 90 mm. Conexiones de termopares en el suelo.**