

## **Captador Solar Térmico**

*Solar thermal Collector*

**MEDITERRANEO 200**  
**Fabrigas S.L.U.**

**Informe de Ensayo de Rendimiento de Captador solar**  
*Performance test Report for solar collectors*

FUNDACIÓN CENER - CIEMAT  
**Laboratorio de Ensayos Solares Térmicos (LEST)**  
*Solar Thermal Testing Laboratory*  
Avda. Ciudad de la Innovación nº 7  
31621 Sarriguren (Navarra)  
España *Spain*

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con expediente nº 355/LE977  
*The Testing Laboratory has been accredited by ENAC with the file nº 355/LE977*

**INFORME DE ENSAYO DE RENDIMIENTO**
**PERFORMANCE TEST REPORT SHEETS**
**Proyecto / Project : 30.1193.0**

<b>Id. del captador / Identification :</b>	30.1193.0-1-1
<b>Fabricante / Manufacturer :</b>	Fabrigas S.L.U.
<b>Nombre comercial / Brand Name :</b>	MEDITERRANEO 200
<b>Tipo de captador (sin cubierta / con cubierta / de vacío):</b> <i>Type name (Flat plate / Evacuated / Subatmosferic):</i>	Captador plano con cubierta / <i>Glazed flat-plate collector</i>
<b>Año de producción / Year of Production :</b>	2010
<b>Número de serie / Serial number :</b>	B03170003
<b>Dibujos documento nº / Drawing Document Nº :</b>	--
<b>Peticionario / Applicant :</b>	Fabrigas S.L.U.
<b>Domicilio social / Address :</b>	Pol. Ind. Can Albareda C/ Manganes 2 08355 - Castellbisbal - Barcelona - ESPAÑA
<b>Entrega de la muestra / Delivery of sample :</b>	29/03/2010
<b>Fecha de inicio / Initial Test Date :</b>	12/04/2010
<b>Fecha de fin / Final Test Date :</b>	17/06/2010

<b>Método de ensayo:</b> <i>Test Method :</i>	El ensayo se ha realizado de acuerdo al apartado 6.1 de la norma UNE-EN 12975-1:2006 y UNE-EN 12975-2:2006, así como al método de ensayo de régimen interno nº ME-542-01. <i>This test was done according to the paragraph 6.1 of the Standards UNE-EN 12975-1:2006 and UNE-EN 12975-2:2006 and the internal method number ME-542-01.</i>
<b>Declaraciones:</b> <i>Remarks :</i>	Este informe se refiere solo a la muestra ensayada. Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin la aprobación escrita de CENER. La muestra ha sido seleccionada por CENER (NºId. 30.1193.0-1-1, 26/03/2010, en FABRIGAS-Barcelona). Solar Keymark "Specific Scheme Rules. Rev.11.04-Dec2009". <i>This report is focused just to the tested collector. This report may not be partially reproduced, except with the prior written approval of CENER. Sample has been chosen by CENER (Id.N. 30.1193.0-1-1, 26/03/2010, FABRIGAS-Barcelona). Solar Keymark "Specific Scheme Rules.Rev.11.04-Dec2009".</i>

Ensayos solicitados por cliente	Fecha inicio	Fecha final	Norma aplicada	Apartado
Cte. de tiempo <i>Time constant</i>	26/04/2010	26/04/2010	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.3
Curva de eficiencia <i>Efficiency curve</i>	26/04/2010	26/04/2010	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.5
Modificador de ángulo <i>Incidence angle modifier</i>	20/05/2010	24/05/2010	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.7
Capacidad térmica <i>Thermal capacity</i>	04/06/2010	07/06/2010	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.2
Caída de presión <i>Pressure drop</i>	28/04/2010	28/04/2010	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.8

**Signatario autorizado:**
*Authorized signatory:*

Lourdes Ramírez Santigosa  
**Jefe de Servicio Medida y Caracterización**  
*Manager of Measurement and Characterization unit*

**1. Generalidades / General**

 Referencia de captador / *Collector reference N°:* **30.1193.0-1-1**

 Ensayo realizado por / *Test performed by:*

 FUNDACIÓN CENER - CIEMAT  
 Laboratorio de Ensayos Solares Térmicos (LEST)  
 Avda. Ciudad de la Innovación nº 7  
 31621 Sarriguren (Navarra) - España  
 Tel.: Tel: +34 948 25 28 00  
 Fax.: Fax: +34 948 27 07 74

**2. Descripción del captador solar / Solar collector description**

 Nombre del fabricante / *Manufacturer Name:* **Fabrigas S.L.U.**
**2.1. Captador / Collector**

Tipo: Plano / de vacío / subatmosférico <i>Type: Flat plate / Evacuated / Subatmospheric</i>		Captador plano con cubierta <i>Glazed flat-plate collector</i>	
Área total / <i>Gross area:</i>		2,01 m <sup>2</sup>	
Área de apertura / <i>Aperture area:</i>		1,89 m <sup>2</sup>	
Área de absorbedor / <i>Absorber area:</i>		1,88 m <sup>2</sup>	
Rango de flujo / <i>Flow range (EC):</i>		50-250 l/h	
Presión de operación / <i>Operating pressure (EC):</i>		2.5 bar	
Montaje del captador <i>Collector mounting:</i>	En tejado con inclinación / <i>On sloping roof</i>		X
	Integrado en tejado con inclinación / <i>Sloping roof integrated</i>		--
	Sobre tejado plano / <i>On flat roof</i>		X
	En tejado plano / <i>In flat roof</i>		--
	Sobre tejado plano con estructura / <i>On flat roof with stand</i>		X
Dimensiones de la unidad del captador / <i>Dimensions of collectors unit:</i>			
Longitud / <i>Length:</i>		1753 mm	
Ancho / <i>Width:</i>		1148 mm	
Altura / <i>Height:</i>		87 mm	
Peso en vacío / <i>Weight empty:</i>		34,2 kg	
Contenido de fluido / <i>Fluid content:</i>		1,52 l	
N° de cubiertas / <i>Number of covers:</i>		1	
Materiales de cubierta / <i>Cover materials (EC):</i>		Vidrio templado con bajo contenido en hierro <i>Tempered glass with low iron content</i>	
Espesor de cubierta / <i>Cover thickness:</i>		3,2 mm	
Transmitancia solar de la cubierta / <i>Cover solar transmittance t (EC):</i>		> 91%	
Longitud de apertura / <i>Aperture length:</i>		1711 mm	
Anchura de apertura / <i>Aperture width:</i>		1104 mm	

**2.2. Absorbedor / Absorber**

Material / Material (EC) :	Aluminio / Aluminium
Longitud de absorbedor / Fin length :	1706 mm
Ancho de absorbedor / Fin width :	1100 mm
Espesor / Fin thickness :	0,4 mm
Absortancia solar / Solar absorptance a (EC) :	95%
Emitancia hemisférica / Hemispherical emittance e (EC) :	5%
Tratamiento de la superficie / Surface treatment (EC) :	Mirotherm Mirotherm
Tipo de construcción / Construction type :	Parrilla con placa Tube-grid with plate
Número de tubos o canales / Number of tubes or channels :	Colectores / Collectors : 2 Verticales / Verticals : 11
Diámetro de tubo o dimensiones / Riser diameter or dimensions :	Colectores / Collectors : Ø ext. 22 mm Verticales / Verticals : Ø ext. 8 mm
Distancia entre tubos / Distance between risers :	95 mm
Dimensiones / Dimensions :	Área abs. proyectada / Abs. projected area = 1,88 m <sup>2</sup>

**2.3. Aislamiento térmico y carcasa / Thermal insulation and casing**

Espesor del aislamiento térmico / Thermal insulation thickness :	Posterior / Back :	40 mm
	Lateral :	-- mm
Material del aislamiento / Insulation material (EC) :	Posterior / Back :	Fibra de vidrio / Fiber glass
	Lateral :	--
Material de la carcasa / Casing material (EC) :	Aluminio / Aluminium	
Material de sellado / Sealing material (EC) :	EPDM	

**2.4. Limitaciones / Limitations :**

Temperatura máxima de operación / Maximum operation (EC) :	No especificado / Not specified
Máxima presión de operación / Maximum operation pressure (EC) :	10 bar
Otras limitaciones / Other limitations (EC) :	Ángulo de inclinación / Tilt angle : Max: 55° Min: 20°

(EC) Datos especificados por el cliente / Specified by the customer

**Fotografía del captador / Photograph of the collector :**



**Diagrama esquemático del montaje del captador / Schematic diagram of collector mounting :**

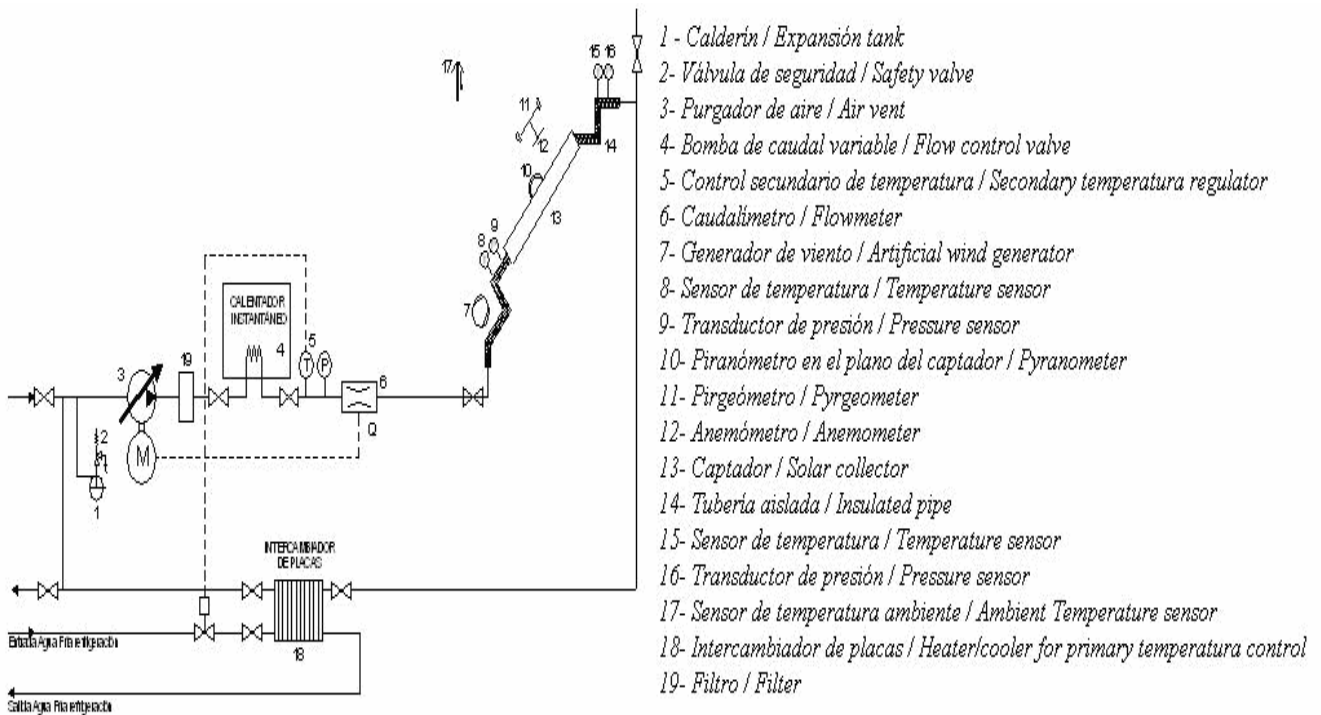


**Comentarios al diseño del captador / Comments on collector design :**

Captador plano con cubierta de vidrio templado de bajo contenido en hierro. Absorbedor compuesto por una lámina de aluminio con recubrimiento selectivo Mirotherm soldada a parrilla de tubos de cobre. Aislamiento trasero de fibra de vidrio. Carcasa fabricada en aluminio.

*Glazed flat-plate collector with tempered cover with low iron content. Absorber made of an aluminium plate with Mirotherm selective coating welded to a copper tube-grid. Back insulation in fiber glass. Casing made of aluminium.*

**Diagrama esquemático del bucle de ensayos / Schematic diagram of test loop :**



Medio de transferencia de calor / Heat transfer medium (EC) :	Propane-1,2-diol with corrosion inhibitors.
Especificaciones (aditivos, etc) / Specifications (additives tec) (EC) :	No especificado / Not specified
Fluidos de transferencia de calor alternativos aceptados: Alternative acceptable heat transfer fluids (EC) :	Agua / Water

### 3. Resultados del ensayo / Test results

El rendimiento térmico ha sido ensayado sobre la base de los métodos :

*Thermal performance has been tested based on test methods :*

<input type="checkbox"/> 6.1. Exterior - Método de estado estacionario / <i>Outdoor - Steady State Method</i>	<input checked="" type="checkbox"/> 6.1. Interior - Método de estado estacionario / <i>Indoor - Steady State Method</i>	<input type="checkbox"/> 6.3. Exterior - Método cuasi-dinámico / <i>Outdoor - Quasi-dynamic Method</i>
---	---	--

Irradiancia solar media / *Mean solar irradiance* : 886 W/m<sup>2</sup>

Tipo de lámparas / *Type of the lamps* : HMI

Sombreado de la radiación de alta longitud de onda / <i>Shading of longwave radiation</i> :	Si / yes
---	----------

Orientación de los tubos del absorbedor durante el ensayo (horizontal o vertical) : <i>Orientation of absorber tubes during testing (horizontal or vertical) :</i>	Vertical
---	----------

Potencia pico (G=1000 W/m <sup>2</sup> ) por unidad de captador / <i>Peak Power per collector unit (W) : W<sub>pico</sub></i>	1428
---	------

Potencia producida por unidad de captador / *Power output per collector unit (W)*

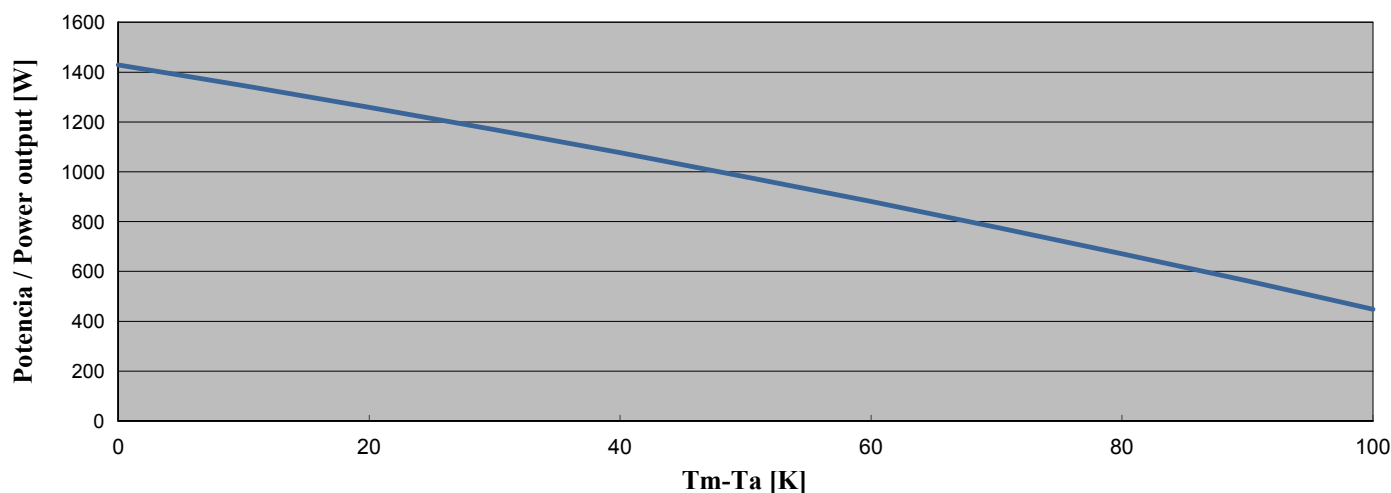
G T <sub>m</sub> -T <sub>a</sub> (K)	400 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>
10	488	917	1346
30	312	741	1169
50	122	551	979

NOTA : Los valores expresados son para incidencia normal

*NOTE : The reported values are for normal incidence*

#### 3.1 Potencia Producida por unidad de captador (para G=1000 W/m<sup>2</sup>)

*Power output per collector unit (for G=1000 W/m<sup>2</sup>)*



**3.2 Curva de eficiencia instantánea basada en el área de (absorbedor/apertura) y temperatura media del fluido de transferencia de calor (para G=1000 W/m²)**

*Instantaneous efficiency curve based on (absorber/aperture) area and mean temperature of heat transfer fluid (For G=1000 W/m²)*

<b>Área de referencia: Área del absorbedor A<sub>A</sub></b> <i>Reference area : Aperture area</i>	
Área de absorbedor usada para la curva (m <sup>2</sup> ) <i>Absorber area used for curve in (m<sup>2</sup>)</i>	1,88
Eficiencia instantánea definida como : <i>Instantaneous efficiency is defined by :</i>	$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \times G}$

<b>Área de referencia: Área de apertura A<sub>a</sub></b> <i>Reference area : Aperture area</i>	
Área de apertura usada para la curva (m <sup>2</sup> ) <i>Aperture area used for curve in (m<sup>2</sup>)</i>	1,89
Eficiencia instantánea definida como : <i>Instantaneous efficiency is defined by :</i>	$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \times G}$

Caudal de fluido usado para los ensayos / *Fluid flowrate used for the tests* : ..... 0,020 kg/(s•m<sup>2</sup>)

Área total de captador / *Gross collector area* ..... 2,01 m<sup>2</sup>

Ajuste de segundo orden para datos / *Second order fit to data* :

$$\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2A} G \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

$$\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2a} G \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

<b>Basado en el área de absorbedor</b> <i>Based on Absorber area</i>		
	Valor / Value	Incertidumbre típica Typical uncertainty
<b>η<sub>0A</sub></b>	0,761 ± 0,005	--
<b>a<sub>1A</sub></b>	4,333 ± 0,371	W/m <sup>2</sup> •K
<b>a<sub>2A</sub></b>	0,009 ± 0,007	W/(m <sup>2</sup> •K <sup>2</sup> )

<b>Basado en el área de apertura</b> <i>Based on Aperture area</i>		
	Valor / Value	Incertidumbre típica Typical uncertainty
<b>η<sub>0a</sub></b>	0,756 ± 0,005	--
<b>a<sub>1a</sub></b>	4,305 ± 0,369	W/m <sup>2</sup> •K
<b>a<sub>2a</sub></b>	0,009 ± 0,007	W/(m <sup>2</sup> •K <sup>2</sup> )

Fluido utilizado / *Fluid used*

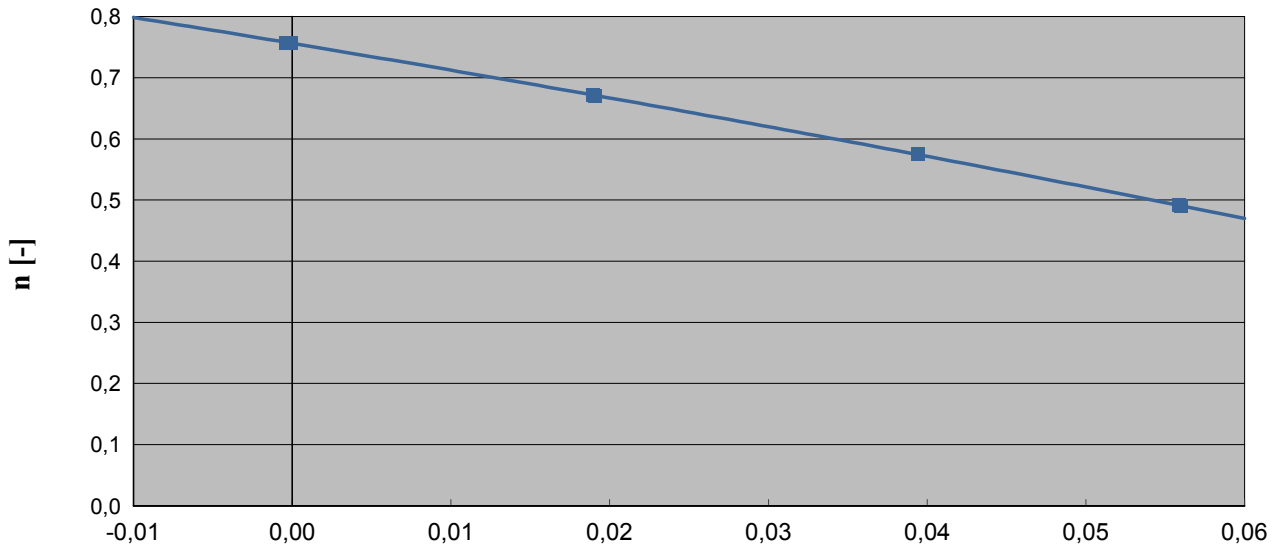
Agua / *Water*



Datos de eficiencia medida / Data of measured efficiency points

PUNTO POINT	G(W/m <sup>2</sup> )	CAUDAL MASICO MASS VOLUME (kg/min)	T ENTRADA T <sub>in</sub> (°C)	T SALIDA T <sub>e</sub> (°C)	T MEDIA T <sub>m</sub> (°C)	T AIRE CIRCUND. T <sub>amb</sub> (°C)	T <sub>m</sub> - T <sub>a</sub> / G (K·m <sup>2</sup> /W)	η
1	887	2,29	24,80	32,74	28,8	28,8	<b>0,0000</b>	<b>0,757</b>
2	886	2,29	24,82	32,76	28,8	29,1	<b>-0,0004</b>	<b>0,758</b>
3	886	2,28	44,43	51,50	48,0	31,1	<b>0,0191</b>	<b>0,670</b>
4	886	2,28	44,42	51,51	48,0	31,2	<b>0,0189</b>	<b>0,672</b>
5	886	2,25	63,97	70,08	67,0	32,1	<b>0,0394</b>	<b>0,575</b>
6	886	2,25	63,97	70,08	67,0	32,1	<b>0,0394</b>	<b>0,574</b>
7	886	2,23	79,61	84,86	82,2	32,6	<b>0,0560</b>	<b>0,490</b>
8	887	2,23	79,59	84,86	82,2	32,7	<b>0,0559</b>	<b>0,492</b>

Ajuste de la curva de eficiencia cuadrática para los datos medidos en el ensayo respecto al área de apertura y la temperatura media del fluido  
 Adjustment of the quadratic efficiency curve for the measured data in the test regarding aperture area and the mean temperature of the fluid



◆ datos medidos/measured data — Polinómica (datos medidos/measured data)

(T<sub>m</sub>-T<sub>a</sub>)/G [m<sup>2</sup>·K/W]

### 3.3 Constante de tiempo / Time constant

$\tau_c = 00:00:55$  h:min:ss

### 3.4 Capacidad Térmica efectiva / Effective thermal capacity

$C = 10927$  J/K

Determinación por / Determination by:

Cálculo / calculation

La capacidad térmica fue calculada según el punto 6.1.6.2 de la norma EN 12975-2  
 Effective thermal capacity was calculated according to 6.1.6.2 of EN 12975-2.

$$C = \sum p_i \cdot m_i \cdot c_i$$

Exterior / outdoors

Interior / indoors

### 3.5 Modificador del ángulo de incidencia / Incident angle modifier

Ángulo / angle:  $50^\circ$

Exterior / outdoors

$K_\theta(50^\circ) = 0,93$

Interior / indoors

### 3.6 Caída de presión / Pressure drop

Tª Fluido / Fluid Tª (°C)	20 °C ± 2 °C		Tª max: 20,34 °C		Tª min: 19,69 °C	
Caudal / Flowrate (kg/min)	3,60	2,80	2,10	1,40	0,60	0,00
Perdida de presión Pressure drop (mbar)	2,3	1,7	1,2	0,7	0,2	0,0

### 3.7 Documentación técnica / Technical documentation

Se analizaron el manual de instalación, etiquetado y ficha técnica. La documentación adjuntada por el cliente está acorde al apartado 7 de la norma EN-12975-1:2006.

*We analyzed the installation manual, labeling and data sheet. The documentation attached by the customer is consistent with paragraph 7 of EN-12975-1:2006.*

### 3.8 Fallos observados / Observed failures

Dense detalles de cualquier fallo denotado como “fallo grave” definido en el apartado 5.3 de la norma EN 12975-1:2006.

**No se han observado fallos. El captador cumple los requisitos especificados en la norma EN 12975-2:2006 para los ensayos de rendimiento incluidos en el presente informe.**

*No failures has been observed. The collector respect the requirements specified in the norm EN 12975-2:2006 for the thermal performance testing included in this report.*

**ANEXO / ANNEX : Resumen del informe de ensayo / Summary test report**
**Identificación / Identification**

Nombre del Fabricante: <i>Name of manufacturer:</i>	Fabrigas S.L.U.	Año de producción: <i>Year of production:</i>	2010
Nombre comercial: <i>Brand Name:</i>	MEDITERRANEO 200	Número de serie: <i>Serial No:</i>	B03170003
Tipo de captador: <i>Collector Type:</i>	Captador plano con cubierta <i>Glazed flat-plate collector</i>	Dibujos documento: <i>Drawing document:</i>	--

**Dimensiones de la unidad captador / Dimensions of collector unit**

Longitud / <i>Length</i> :	1753 mm	Área del absorbedor / <i>Absorber area</i> :	1,88 m <sup>2</sup>
Ancho / <i>Width</i> :	1148 mm	Área de apertura / <i>Aperture area</i> :	1,89 m <sup>2</sup>
Altura / <i>Height</i> :	87 mm	Área total / <i>Gross area</i> :	2,01 m <sup>2</sup>

**Especificaciones generales / General specifications**

Peso / <i>Weight</i> :	34,2 kg
Fluido de transferencia de calor / <i>Heat transfer fluid (EC)</i> :	Propane-1,2-diol with corrosion inhibitors.
Rango de flujo / <i>Flow range (EC)</i> :	50-250 l/h
Presión de operación / <i>Operating pressure (EC)</i> :	2.5 bar

 (EC) Datos especificados por el cliente / *Specified by the customer*

Basado en el área de absorbedor <i>Based on Absorber area</i>			
	Valor / <i>Value</i>	Incertidumbre típica <i>Typical uncertainty</i>	Unidad / <i>Unit</i>
$\eta_{0A}$	0,761	$\pm 0,005$	--
$a_{1A}$	4,333	$\pm 0,371$	W/m <sup>2</sup> •K
$a_{2A}$	0,009	$\pm 0,007$	W/(m <sup>2</sup> •K <sup>2</sup> )

Basado en el área de apertura <i>Based on Aperture area</i>			
	Valor / <i>Value</i>	Incertidumbre típica <i>Typical uncertainty</i>	Unidad / <i>Unit</i>
$\eta_{0a}$	0,756	$\pm 0,005$	--
$a_{1a}$	4,305	$\pm 0,369$	W/m <sup>2</sup> •K
$a_{2a}$	0,009	$\pm 0,007$	W/(m <sup>2</sup> •K <sup>2</sup> )

**Potencia producida por unidad de captador / Power output per collector unit (W)**

$T_m - T_a$ (K)	400 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>
10	488	917	1346
30	312	741	1169
50	122	551	979

**Modificador del ángulo de incidencia / Incidence Angle Modifier**
 $K_{50}$ : 0,93