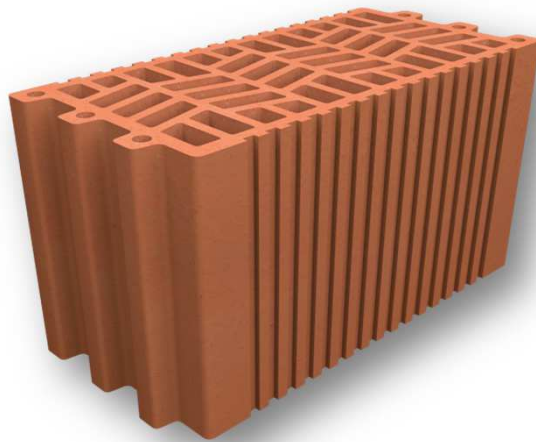


# DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA TÉRMICA Y CONDUCTIVIDAD EQUIVALENTE DE MUROS DE FÁBRICA SEGÚN UNE 136021:2019

Composición muro:

A - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 14  
recibido con mortero con tendel continuo

B - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 14  
recibido con mortero con tendel hueco



## TERMOBRICK 14

Cálculo realizado por:	Fecha:
Mariano Olivares Fernández Departamento Técnico de CERANOR	20/05/2020

## INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

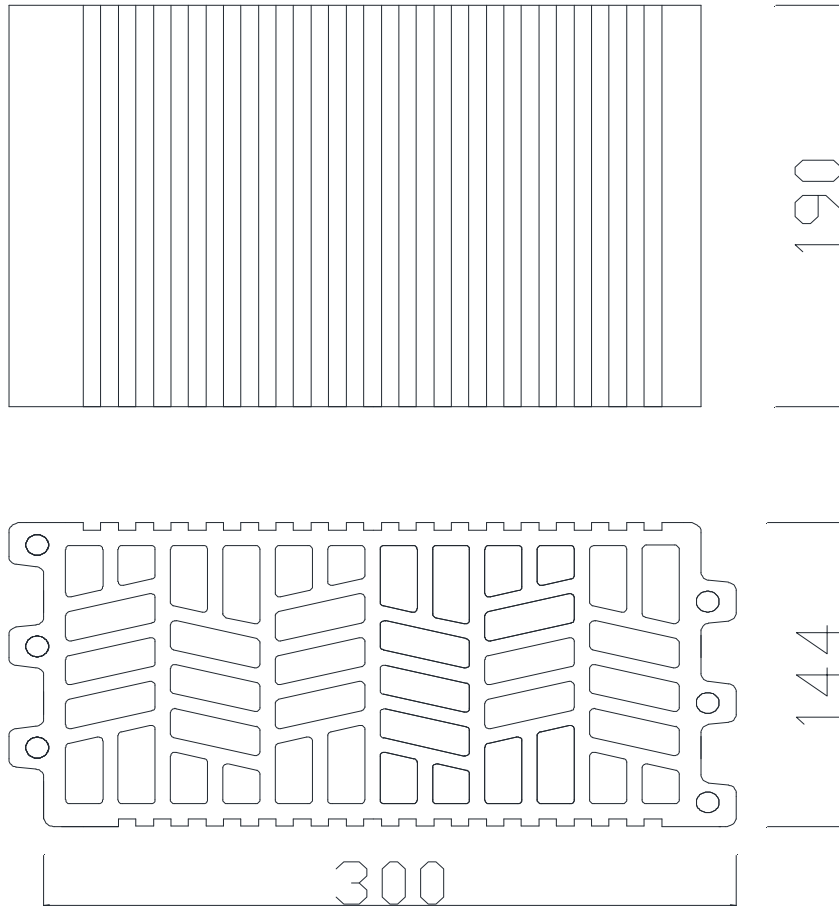
Nº ficha técnica: 001/20	Fecha:	14/05/2020
--------------------------	--------	------------

Fabricante: **CERANOR**

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza **Bloque cerámico TERMOBRICK 14**

Descripción general (cotas en mm)



## TERMOBRICK 14

Largo (mm)	300
Ancho (mm)	144
Alto (mm)	190

OBSERVACIONES:

## INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 001/20

Fecha:

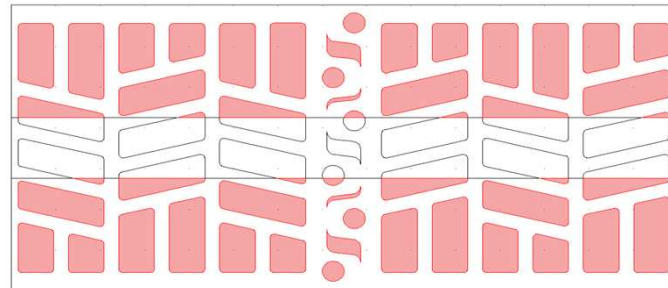
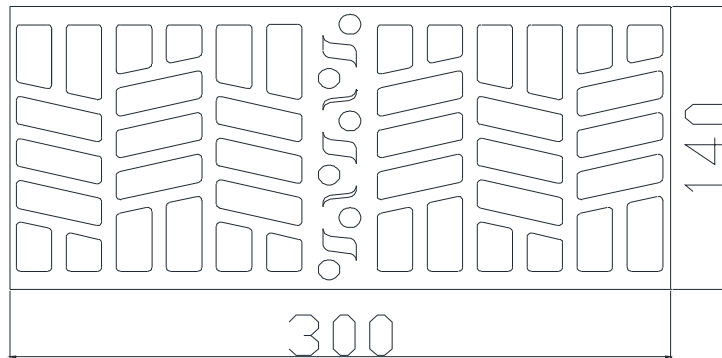
14/05/2020

Fabricante: CERANOR

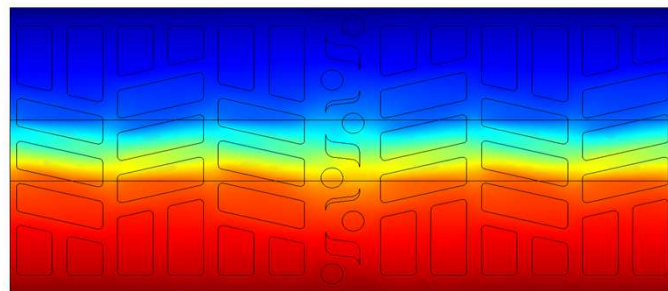
Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 14

Geometría del modelo de cálculo (cotas en mm)

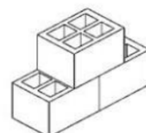


Detalle tendel hueco



Tipo de perforación	Vertical, perpendicular a la cara de apoyo
Conductividad de diseño de la arcilla (W/m·K)	0,52
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	850
Densidad absoluta (kg/m <sup>3</sup> )	1770
Porcentaje de huecos (%)	55

OBSERVACIONES: Montaje vertical



## INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 001/20	Fecha:	14/05/2020
--------------------------	--------	------------

Fabricante: CERANOR

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

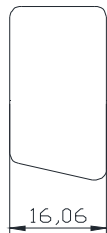
Descripción y características de la pieza **Bloque cerámico TERMOBRICK 14**

Características de los huecos

A = 569.92 mm<sup>2</sup>



A = 481.40 mm<sup>2</sup>



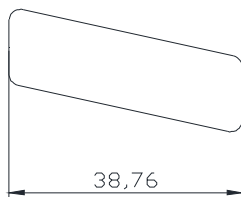
A = 365.02 mm<sup>2</sup>



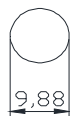
A = 276.49 mm<sup>2</sup>



A = 537.54 mm<sup>2</sup>



A = 76.67 mm<sup>2</sup>



A = 114.09 mm<sup>2</sup>



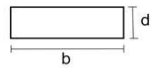
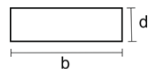
A = 28.59 mm<sup>2</sup>

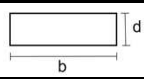
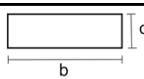


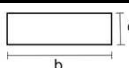
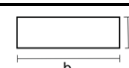
Clases de huecos	8
------------------	---

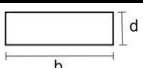
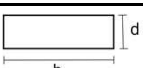
Número de huecos	53
------------------	----

OBSERVACIONES:

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 001/20		Fecha:	14/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 14			
Características de los huecos			
Número de hueco	1	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		569,92
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		35,49
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,752885868
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,249819763
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,142050107
Número de hueco	2	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		481,4
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		29,98
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,822988535
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,245519964
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,122088212

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 001/20		Fecha:	14/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 14			
Características de los huecos			
Número de hueco	3	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		365,02
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		22,73
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	2,954164196
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,237859406
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,095554422
Número de hueco	4	Número de celdas	6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		276,49
Longitud (b)	mm		16,06
Anchura (d)	mm		17,22
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,45
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,102406198
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,219561224
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,078411226

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 001/20		Fecha:	14/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 14			
Características de los huecos			
Número de hueco		5	Número de celdas
			18
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		537,54
Longitud (b)	mm		38,76
Anchura (d)	mm		13,87
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,80
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,682974506
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,182294433
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,076077041
Número de hueco		6	Número de celdas
			6
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		76,67
Longitud (b)	mm		9,88
Anchura (d)	mm		7,76
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,22
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,278379464
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,153846662
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,050440623

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS			
Nº ficha técnica: 001/20		Fecha:	14/05/2020
Fabricante: CERANOR			
Localidad: Valencia de D. Juan (León)			
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 14			
Características de los huecos			
Número de hueco	7	Número de celdas	3
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		114,09
Longitud (b)	mm		15,19
Anchura (d)	mm		7,51
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,33
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	3,530666846
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,145790034
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,051518353
Número de hueco	8	Número de celdas	2
Celda rectangular equivalente			
Área	mm <sup>2</sup>		28,59
Longitud (b)	mm		15,19
Anchura (d)	mm		1,88
Coeficiente convección h <sub>a</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>a</sub> = máx. $\left[ 1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	13,28
Emisividad ε <sub>1</sub> = ε <sub>2</sub>	adimensional		
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h <sub>ro</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	h <sub>ro</sub> = 4 · σ · Tm <sup>3</sup>	5,1404644
Coeficiente radiación h <sub>r</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$	4,003663635
Resistencia térmica R <sub>g</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>g</sub> = $\frac{1}{h_a + h_r}$	0,057849347
Conductividad λ <sub>hueco</sub>	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$	0,032535533



INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS										
Nº ficha técnica: 001/20				Fecha:		14/05/2020				
Fabricante: CERANOR		Bloque cerámico TERMOBRICK 14								
Localidad: Valencia de Don Juan (León)										
Montaje 1: Ejecución de muro con tendel de mortero continuo: uso exterior.										
R <sub>1,diseño</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	Q <sub>1</sub> (W/m)	L (m)			R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$	
	56697	7,7358	0,3			0,13	0,04	0,2378	0,6056	
R <sub>2,diseño</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	Q <sub>2</sub> (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)			L (m)	R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$	
	56697	17,297	1,3			0,3	0,13	0,04	0,1769	
			0,7							
			0,4							
		0,2								
R <sub>3,diseño</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Tendel	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				S (m)			$R_{3,diseño} = S / \lambda_{mor,diseño}$		
	1,3				0,144			0,1108		
	0,7									
	0,4									
0,2										
R <sub>fab</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Sin reverstir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	h <sub>3</sub> (m)	R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}} + R_{se} + R_{si}$		
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,2469	0,5832		
	0,7									
	0,4									
0,2										
R <sub>ri</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Rev. Int.	$\lambda_{ri}$ (W/m·K)	e <sub>ri</sub> (m)	$R_{ri} = \frac{e_{ri}}{\lambda_{ri}}$		R <sub>re</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{re}$ (W/m·K)	e <sub>re</sub> (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$		
	0,57	0,015	0,0263		Rev. Ext.	1,3	0,015	0,0115		
R (m <sup>2</sup> ·K/W) Muro de una sola hoja	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				R = R <sub>fab</sub> + R <sub>ri</sub> + R <sub>re</sub>		$\lambda = \frac{S + e_{ri} + e_{re}}{R}$ (W/m·K)		U (W/m <sup>2</sup> ·K)	
	1,3				0,6210		0,2802		1,61	
	0,7									
	0,4									
R <sub>fab</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W) Sin reverstir y sin resistencias superficiales	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	h <sub>3</sub> (m)	R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}}$		
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	<b>0,35</b>	<b>0,41</b>		
	0,7									
	0,4									
	0,2									
0,1										

## INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 001/20      Fecha: 14/05/2020

Fabricante: **CERANOR**      **Bloque cerámico TERMOBRICK 14**

Localidad: Valencia de Don Juan (León)

Montaje 2: Ejecución de muro con tendel de mortero con junta interrumpida de 30 mm de espesor.

$R_{1,diseño}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	$Q_1$ (W/m)	L (m)			$R_{si}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$			
	56697	7,7358	0,3			0,13	0,04	0,2378	0,6056			
$R_{2,diseño}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	$Q_2$ (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)			L (m)	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$			
	56697	12,493	1,3						0,3	0,13	0,04	0,3103
			0,7									
			0,4									
			0,2									
$R_{3,diseño}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Tendel	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)					S (m)			$R_{3,diseño} = \frac{S - 0,03}{\lambda_{mor,diseño}} + 0,18$			
	1,3					0,144			0,2677			
	0,7											
	0,4											
	0,2											
$R_{fab}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Sin reverstir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$h_3$ (m)	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}} + R_{se} + R_{si}$				
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,2078	0,6928				
	0,7											
	0,4											
	0,2											
$R_{ri}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Rev. Int.	$\lambda_{ri}$ (W/m·K)	$e_{ri}$ (m)				$R_{re}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{re}$ (W/m·K)	$e_{re}$ (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$			
	0,57	0,015	0,0263			Rev. Ext. 1,3	1,3	0,015	0,0115			
R (m <sup>2</sup> ·K/W) Muro de una sola hoja	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)					$R = R_{fab} + R_{ri} + R_{re}$		$\lambda = \frac{S + e_{ri} + e_{re}}{R}$ (W/m·K)	U (W/m <sup>2</sup> ·K)			
	1,3					0,7307		0,2381	1,37			
	0,7											
	0,4											
	0,2											
$R_{fab}$ (m <sup>2</sup> ·K/W) Sin reverstir y sin resistencias superficiales	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$h_3$ (m)	$R_{si}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\lambda_{fab} = \frac{S}{R_{fab}}$ (W/m·K)	$R_{fab} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{R_{1,diseño}} + \frac{h_2}{R_{2,diseño}} + \frac{h_3}{R_{3,diseño}}}$				
	1,3	0,17	0,02	0,01	0,13	0,04	<b>0,28</b>	<b>0,52</b>				
	0,7											
	0,4											
	0,2											
0,1												