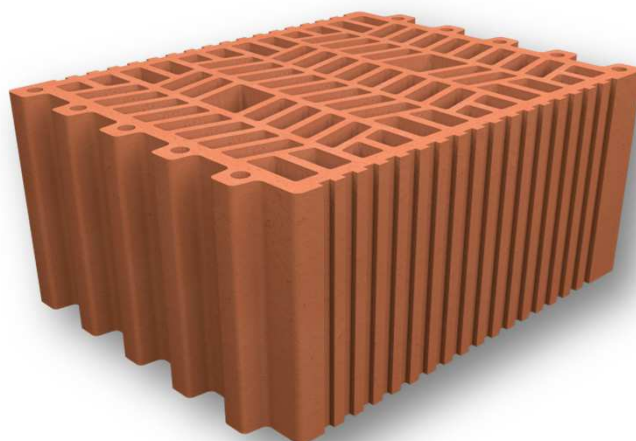


DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA TÉRMICA Y CONDUCTIVIDAD EQUIVALENTE DE MUROS DE FÁBRICA SEGÚN UNE 136021:2019

Composición muro:

A - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 24
recibido con mortero con tendel continuo

B - Fábrica de bloque cerámico TERMOBRICK 24
recibido con mortero con tendel hueco



TERMOBRICK 24

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

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20

Fecha:

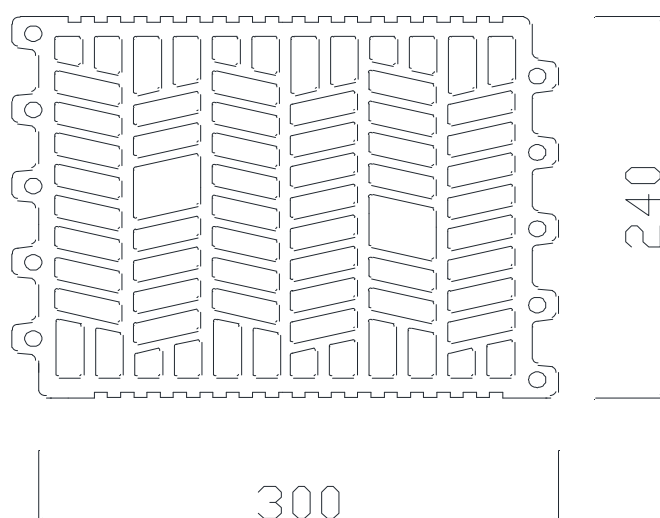
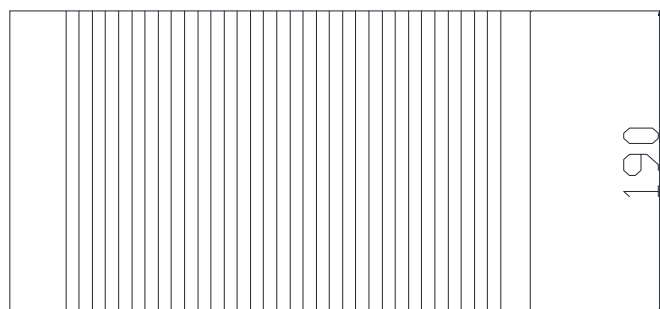
19/05/2020

Fabricante: **CERANOR**

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza **Bloque cerámico TERMOBRICK 24**

Descripción general (cotas en mm)



TERMOBRICK 24

Largo (mm)	300
Ancho (mm)	240
Alto (mm)	190

OBSERVACIONES:

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20

Fecha:

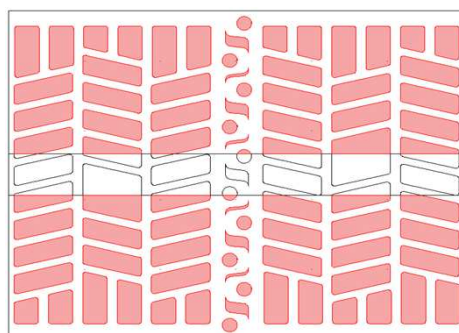
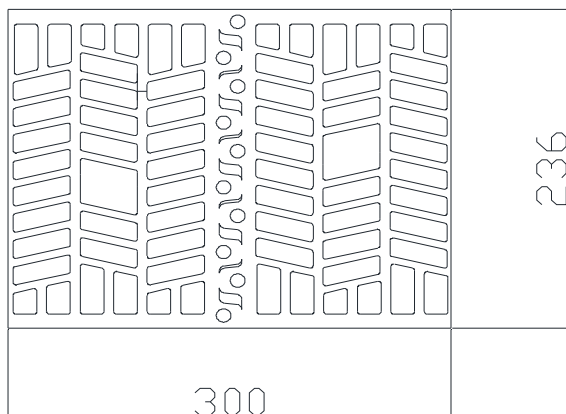
19/05/2020

Fabricante: CERANOR

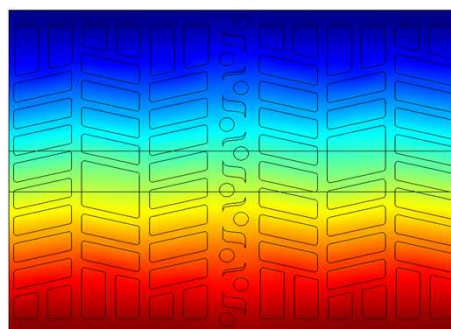
Localidad: Valencia de D. Juan (León)

Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24

Geometría del modelo de cálculo (cotas en mm)

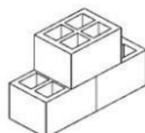


Detalle tendel hueco



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 ³)	815
Densidad absoluta (kg/m ³)	1770
Porcentaje de huecos (%)	55

OBSERVACIONES: Montaje vertical



INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20

Fecha:

19/05/2020

Fabricante: CERANOR

Localidad: Valencia de D. Juan (León)

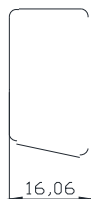
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24

Características de los huecos

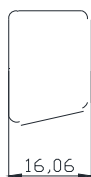
A = 569.92 mm²



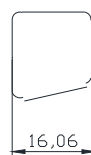
A = 481.40 mm²



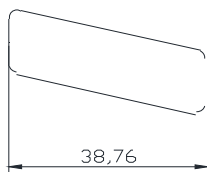
A = 365.02 mm²



A = 276.49 mm²



A = 537.54 mm²



A = 76.67 mm²



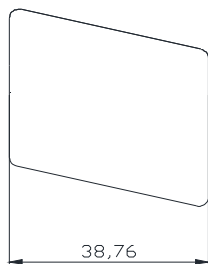
A = 114.09 mm²



A = 28.59 mm²



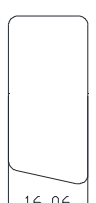
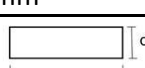
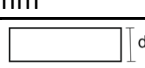
A = 1296.67 mm²

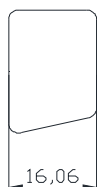
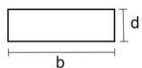
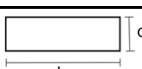


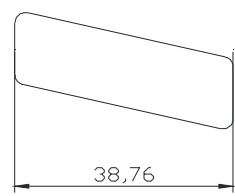
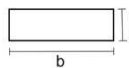
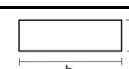
Clases de huecos 9

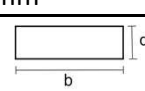
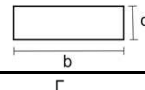
Número de huecos 89

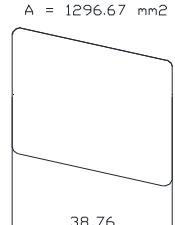
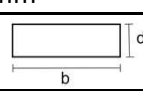
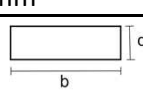
OBSERVACIONES:

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS				
Nº ficha técnica: 003/20		Fecha:	19/05/2020	
Fabricante: CERANOR				
Localidad: Valencia de D. Juan (León)				
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24				
Características de los huecos				
Número de hueco	1	Número de celdas	6	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		569,92	A = 569.92 mm2 
Longitud (b)	mm		16,06	
Anchura (d)	mm		35,49	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \text{máx.} \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$		5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$		0,249819763
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$		0,142050107
Número de hueco	2	Número de celdas	6	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		481,4	A = 481.40 mm2 
Longitud (b)	mm		16,06	
Anchura (d)	mm		29,98	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \text{máx.} \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$		5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$		0,245519964
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$		0,122088212

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS				
Nº ficha técnica: 003/20		Fecha:	19/05/2020	
Fabricante: CERANOR				
Localidad: Valencia de D. Juan (León)				
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24				
Características de los huecos				
Número de hueco	3	Número de celdas	6	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		365,02	A = 365.02 mm2 
Longitud (b)	mm		16,06	
Anchura (d)	mm		22,73	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \text{máx.} \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818	
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$	5,1404644	
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,237859406	
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,095554422	
Número de hueco	4	Número de celdas	6	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		276,49	A = 276.49 mm2 
Longitud (b)	mm		16,06	
Anchura (d)	mm		17,22	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \text{máx.} \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,45	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818	
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot Tm^3$	5,1404644	
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,219561224	
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,078411226	

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS				
Nº ficha técnica: 003/20		Fecha:	19/05/2020	
Fabricante: CERANOR				
Localidad: Valencia de D. Juan (León)				
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24				
Características de los huecos				
Número de hueco	5	Número de celdas	44	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		537,54	A = 537.54 mm2 
Longitud (b)	mm		38,76	
Anchura (d)	mm		13,87	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,80	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³		5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$		0,182294433
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$		0,076077041
Número de hueco	6	Número de celdas	10	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		76,67	A = 76.67 mm2 
Longitud (b)	mm		9,88	
Anchura (d)	mm		7,76	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,22	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³		5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$		0,153846662
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$		0,050440623

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS				
Nº ficha técnica: 003/20		Fecha:	19/05/2020	
Fabricante: CERANOR				
Localidad: Valencia de D. Juan (León)				
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24				
Características de los huecos				
Número de hueco	7	Número de celdas	5	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		114,09	A = 114.09 mm2 
Longitud (b)	mm		15,19	
Anchura (d)	mm		7,51	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \max. \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	3,33	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818	
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot T m^3$	5,1404644	
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,145790034	
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,051518353	
Número de hueco	8	Número de celdas	4	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		28,59	A = 28.59 mm2 
Longitud (b)	mm		15,19	
Anchura (d)	mm		1,88	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	$h_a = \max. \left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	13,28	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$	0,818181818	
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	$h_{ro} = 4 \cdot \sigma \cdot T m^3$	5,1404644	
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·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 _g	m ² ·K/W	$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$	0,057849347	
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	$\lambda = \frac{d}{R_g}$	0,032535533	

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS				
Nº ficha técnica: 003/20		Fecha:		19/05/2020
Fabricante: CERANOR				
Localidad: Valencia de D. Juan (León)				
Descripción y características de la pieza Bloque cerámico TERMOBRICK 24				
Características de los huecos				
Número de hueco	9	Número de celdas	2	
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²		1296,67	
Longitud (b)	mm		38,76	
Anchura (d)	mm		33,45	
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$	1,25	
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		0,818181818
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³		5,1404644
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$		3,224692692
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$		0,223479034
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$		0,149695557
Celda rectangular equivalente				
Área	mm ²			
Longitud (b)	mm			
Anchura (d)	mm			
Coeficiente convección h _a	W/m ² ·K	h _a = máx. $\left[1,25; \frac{0,025}{d} \right]$		
Emisividad ε ₁ = ε ₂	adimensional			
Factor emisividad	E	$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$		
Coeficiente radiación cuerpo negro h _{ro}	W/m ² ·K	h _{ro} = 4 · σ · Tm ³		
Coeficiente radiación h _r	W/m ² ·K	$h_r = \frac{h_{ro}}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{2}{1 - \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d^2}{b^2}}}}$		
Resistencia térmica R _g	m ² ·K/W	R _g = $\frac{1}{h_a + h_r}$		
Conductividad λ _{hueco}	W/m·K	λ = $\frac{d}{R_g}$		

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20				Fecha:		19/05/2020			
Fabricante: CERANOR Bloque cerámico TERMOBRICK 24									
Localidad: Valencia de Don Juan (León)									
Montaje 1: Ejecución de muro con tendel de mortero continuo: uso exterior.									
R _{1,diseño} (m ² ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	Q ₁ (W/m)	L (m)		R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$	
	111002	4,6809	0,3		0,13	0,04	0,2159	1,1118	
R _{2,diseño} (m ² ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	Q ₂ (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)		L (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$	
	111002	13,11	1,3		0,3	0,13	0,04	0,2877	
			0,7						
			0,4						
			0,2						
R _{3,diseño} (m ² ·K/W) Tendel	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)				S (m)			R _{3,diseño} = S / $\lambda_{mor,diseño}$	
	1,3				0,24			0,1846	
	0,7								
	0,4								
	0,2								
R _{fab} (m ² ·K/W) Sin revestir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·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	0,2687	0,8931	
	0,7								
	0,4								
	0,2								
R _{ri} (m ² ·K/W) Rev. Int.	λ_{ri} (W/m·K)	e _{ri} (m)	$R_{ri} = \frac{e_{ri}}{\lambda_{ri}}$		R _{re} (m ² ·K/W) Rev. Ext.	λ_{re} (W/m·K)	e _{re} (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$	
	0,57	0,015	0,0263			1,3	0,015	0,0115	
R (m ² ·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 ² ·K)
	1,3				0,9309		0,2900		1,07
	0,7								
	0,4								
	0,2								
R _{fab} (m ² ·K/W) Sin revestir y sin resistencias superficiales	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·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	0,33	0,72	
	0,7								
	0,4								
	0,2								
	0,1								

INFORME DE CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Nº ficha técnica: 003/20				Fecha:		19/05/2020		
Fabricante: CERANOR Bloque cerámico TERMOBRICK 24								
Localidad: Valencia de D. Juan (León)								
Montaje 2: Ejecución de muro con tendel de mortero con junta interrumpida de 30 mm de espesor.								
R _{1,diseño} (m ² ·K/W) Arcilla - aire	Nº elementos mallado	Q ₁ (W/m)	L (m)		R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$\lambda_{pza,diseño} = \frac{S}{R_{1,diseño}}$ (W/m·K)	$R_{1,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_1} - R_{si} - R_{se}$
	111002	4,6809	0,3		0,13	0,04	0,2159	1,1118
R _{2,diseño} (m ² ·K/W) Penetración	Nº elementos mallado	Q ₂ (W/m)	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)		L (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·K/W)	$R_{2,diseño} = \frac{L \cdot 20}{Q_2} - R_{si} - R_{se}$
	111002	10,291	1,3		0,3	0,13	0,04	0,4131
			0,7					
			0,4					
			0,2					
R _{3,diseño} (m ² ·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				0,24		0,3415	
	0,7							
	0,4							
	0,2							
R _{fab} (m ² ·K/W) Sin reverstir	$\lambda_{mor,diseño}$ (W/m·K)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	R _{si} (m ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·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	0,2314	1,0373
	0,7							
	0,4							
	0,2							
R _{ri} (m ² ·K/W) Rev. Int.	λ_{ri} (W/m·K)	e _{ri} (m)			R _{re} (m ² ·K/W) Rev. Ext.	λ_{re} (W/m·K)	e _{re} (m)	$R_{re} = \frac{e_{re}}{\lambda_{re}}$
	0,57	0,015	0,0263			1,3	0,015	0,0115
R (m ² ·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 ² ·K)
	1,3				1,0751		0,2511	0,93
	0,7							
	0,4							
	0,2							
R _{fab} (m ² ·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 ² ·K/W)	R _{se} (m ² ·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	0,28	0,87
	0,7							
	0,4							
	0,2							
	0,1							