



ENTREGATZEKOA 2

BERO-TRANSFERENTZIAREN

OINARRIAK. ARIKETAK

1. Bero-transferentzia

1. Ariketa:

Kalkula ezazu eroapenez 30 cm lodi eta 1x1 m azaleradun pieza baten zehar igarotzen den bero fluxua kanpo gainazaleko tenperatura 5°C badira eta barnekoa 21°C:

- Hormigoi armatua bada ($k=2,5$ W/mK)
- Altzairua bada ($k=50$ W/mK)
- Adreilu hutsa bada ($k=0,32$ W/mK)
- Adreilu zulatua bada ($k=0,35$ W/mK)
- Adreilu betea bada ($k=0,85$ W/mK)
- Pisu ertaineko konifero-zura bada ($k=0,15$ W/mK)
- Igeltsuzko plaka bada ($k=0,25$ W/mK)
- Kortxozko plaka bada ($k=0,03$ W/mK)
- Harri-zuntza bada ($k=0,04$ W/mK)
- Poliestireno hedatua bada ($k=0,033$ W/mK)
- CO₂-rekin proiektatutako poliuretanoa bada ($k=0,03$ W/mK)

2. Ariketa:

Kalkula ezazu konbekzioz gertatzen den bero fluxua 1x1 m azaleradun horma baten kanpo gainazalean honen tenperatura 12°C badira eta kanpoko airearen tenperatura 5°C badira.

h_{kanpo} (W/m ² K)	a) 13,1	b) 16,8	c) 24,1	d) 38,9	e) 53,6	f) 68,3	g) 83
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------

3. Ariketa:

Kalkula ezazu erradiazioz elkartrukutzen den bero fluxua 1x1 m azaleradun pieza baten kanpo gainazalaren (honen tenperatura 20°C badira) eta 5°C-tan dagoen zeruaren artean:

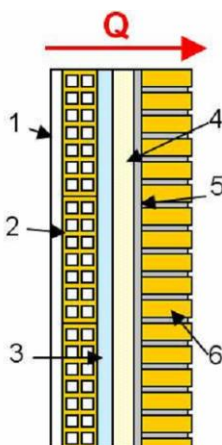
- a) Hormigoi armatua bada $\epsilon = 0,92$
- b) Altzairu herdoilgaitza bada $\epsilon = 0,35$
- c) Adreilu hutsa bada $\epsilon = 0,84$
- d) Adreilu zulatua bada $\epsilon = 0,84$
- e) Adreilu betea bada $\epsilon = 0,84$
- f) Pisu ertaineko konifero-zura bada $\epsilon = 0,75$

2.- Itxitura opaku tradizional baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

a) Ematen diren eroankortasun eta lodieren balioak erabiliz kalkulatu hurrengo itxitura opakuaren geruza bakoitzaren erresistentzia termikoak.

Aire ganbararentzat har ezazu balio normalizatua. Azken hau lortzeko suposatuz aire ganbara 2 cm lodi dela, ez aireztatua eta bero-fluxua horizontala dela.

b) Kalkula ezazu itxitura osoaren erresistentzia termiko totala eta bero-transferentziaren koefiziente orokorra. Erresistentzia totalerako batu itzazu itxitura osatzen duten geruza guztien erresistentzia termiko indibidualak eta barne eta kanpo gainazalei dagozkien gainazaleko erresistentzia termiko normalizatuak.



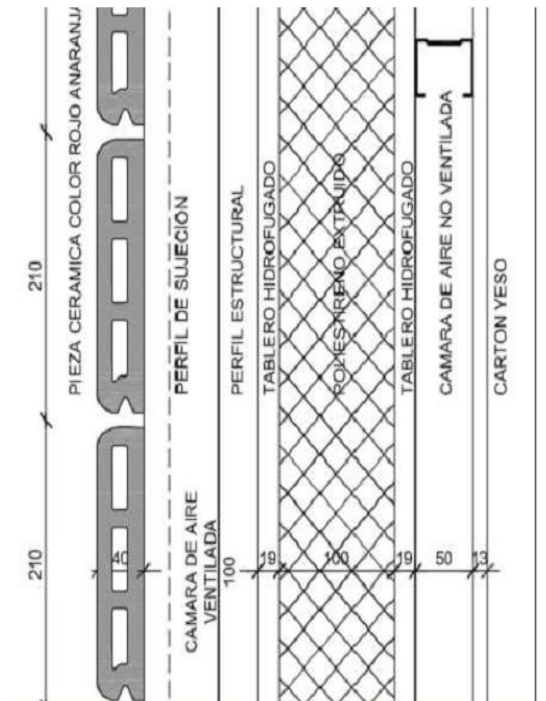
- 1- Igeltsua (1,5 cm; $k: 0,30 \text{ W/mK}$)
- 2- Formatu handiko adreilua (7 cm; $k: 0,48 \text{ W/mK}$)
- 3- Aire ganbara (2cm; $k: \text{--} \text{ W/mK}$)
- 4- Poliuretanoa (4cm; $k: 0,028 \text{ W/mK}$)
- 5- Mortero hidrofugoa (1,5 cm; $k: 1 \text{ W/mK}$)
- 6- Bistako adreilua (11,5cm; $k: 0,75 \text{ W/mK}$)

3. Aireztatutako fatxada baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

a) Ematen diren eroankortasun eta lodieren balioak erabiliz kalkulatu hurrengo aireztatutako fatxadaren geruza bakoitzaren erresistentzia termikoak.

Aire ganbararentzat har ezazu balio normalizatua. Azken hau lortzeko suposatuz aire ganbara 5 cm lodi dela, ez aireztatua eta bero-fluxua horizontala dela.

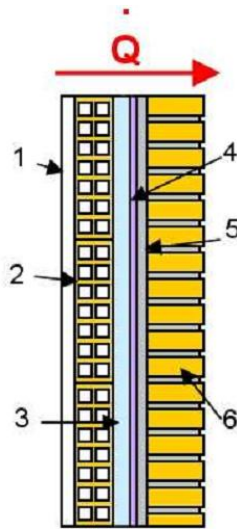
b) Kalkula ezazu itxitura osoaren erresistentzia termiko totala eta bero-transferentziaren koefiziente orokorra.



- 1- Kartoi-igeltsuzko panela ($k: 0,25 \text{ W/mK}$)
- 2- Aire ganbara ($k: \text{--} \text{ W/mK}$)
- 4- Taula hidrofugoa ($k: 0,21 \text{ W/mK}$)
- 5- Poliestirenoa ($k: 0,034 \text{ W/mK}$)
- 6- Taula hidrofugoa ($k: 0,21 \text{ W/mK}$)

4. Film erreflexudun itxitura baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

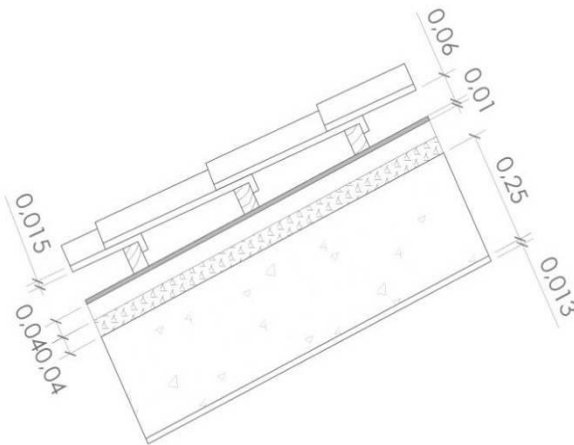
a) Film erreflexudunaren emisibitatea $\varepsilon = 0,05$ dela suposatuz, kalkula ezazu itxitura osoaren erresistentzia termiko totala eta bero-transferentziaren koefiziente orokorra.



- 1- Igeltsua (1,5 cm; $k: 0,30 \text{ W/mK}$)
- 2- Formatu handiko adreilua (7cm; $k: 0,48 \text{ W/mK}$)
- 3- Aire ganbara (2cm; $k: - \text{ W/mK}$)
- 4- Film erreflexuduna (1cm; $k: 0,034 \text{ W/mK}$)
- 5- Mortero hidrofugoa (1,5 cm; $k: 1 \text{ W/mK}$)
- 6- Bistako adreilua (11,5cm; $k: 0,75 \text{ W/mK}$)

5. Isolatzaile erreflexudun teilatu baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

a) Isolatzaile erreflexudunaren emisibitatea $\epsilon = 0,05$ dela suposatuz, kalkula ezazu teilatu sistema osoaren erresistentzia termiko totala eta bero-transferentziaren koefiziente orokorra.



- 1- Teila zeramikoa (1,5 cm; k: 1,30 W/mK)
- 2- Aire ganbara (6cm; k:-- W/mK)
- 3- Film edo isolatzaile erreflexuduna (1cm; k: 0,034 W/mK)
- 4- Aire ganbara (6cm; k:-- W/mK)
- 5- Poliestireno extruitua (4cm; k: 0,035 W/mK)
- 5- Hormigoizko forjatua (25 cm; 1,3 W/mK)
- 6- Kartoi-igeltsuzko panela (1,3cm; k: 0,25 W/mK)

6. Bero-transferentziaren koefiziente orokorra leihoetan: arotzeria eta beirak

Leiho baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra U_H (W/m^2K) honako formula honekin kalkulatzen da:

$$U_H = (1-FM) \times U_{H,V} + FM \times U_{H,M}$$

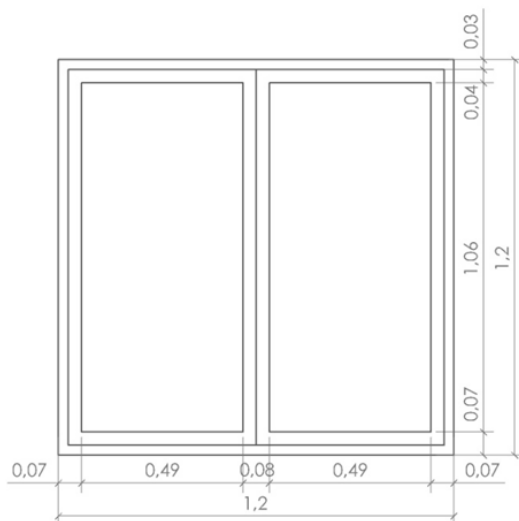
Non:

FM: markoaren azalera leihoak duen azalera guztiarekiko, adimentsionala 0-1

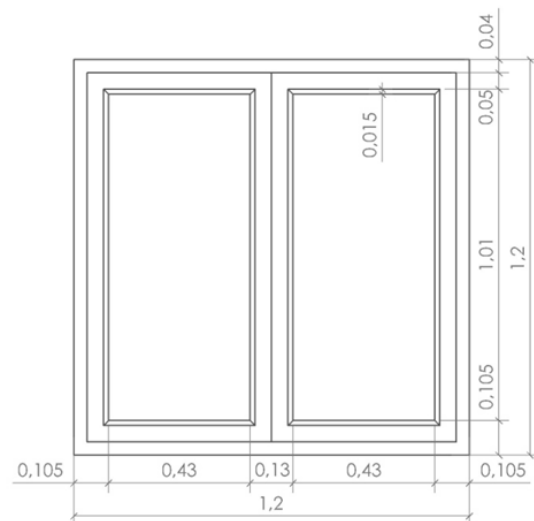
$U_{H,V}$: beiraren bero-transferentziaren koefiziente orokorra, W/m^2K

$U_{H,M}$: markoaren bero-transferentziaren koefiziente orokorra, W/m^2K

- Kalkula itzazu leiho bi hauen bero-transferentziaren koefiziente orokorrak, jakinik leiho biek beira bikoitza dutela 4/12/8. ($U=2,8 W/m^2K$)
- Zer gertatuko litzateke beira bikoitza beira normal batez eta emisibitate baxudun ($\xi = 0,1$, $U=1,8 W/m^2K$) beira batekin egingo bagenu?



1 leihoa



2 leihoa

- 1 leihoa aluminiozkoa: $U_{H,M}=4$
- 1 leihoa zubi termikoa apurtuta duen aluminiozkoa < 12 mm : $U_{H,M}=3,2$
- 2 leihoa egurrezkoa: $U_{H,M}=2,2$

ARIKETEN EMAITZAK:

1. Bero-transferentzia

1 Ariketa:

a) 133,33 W	b) 2666,66 W	c) 17,06 W	d) 18,66 W	e) 45,33 W	f) 7,99 W
g) 13,33 W	h) 7,99 W	i) 2,13 W	j) 133,25 W	k) 1,59 W	

2 Ariketa:

a) 91,7 W	b) 117,6 W	c) 168,7 W	d) 272,3 W	e) 375,2 W	f) 478,1 W	g) 581 W
-----------	------------	------------	------------	------------	------------	----------

3 Ariketa:

a) 72,88 W	b) 27,73 W	c) 66,54 W	d) 66,54 W	e) 66,54 W	f) 59,41 W
------------	------------	------------	------------	------------	------------

2.- Itxitura opaku tradizional baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

Geruzak	Lodiera (mm)	k (W/mK)	R_t (m ² K/W)
Bistako adreilua	115	0,750	0,153
Mortero hidrofugoa	15	1	0,015
Poliuretano a	40	0,028	1,429
Aire ganbara	20	-	0,170
Formatu handiko adreilua	70	0,480	0,146
Igeltua	15	0,300	0,050
$1/h_i + 1/h_e$	-	-	0,170
			R_t (m ² K/W)
			2,133
			U_t (W/m ² K/)
			0,47

3. Aireztatutako fatxada baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

Geruzak	Lodiera (mm)	k (W/mK)	R_t (m ² K/W)
Kartoi-igeltsuzko panela	13	0,25	0,052
Aire ganbara	50	-	0,180
Taula hidrofugoa	19	0,21	0,090
Poliestirenoa	100	0,034	2,941
Taula hidrofugoa	19	0,21	0,090
1/h _i + 1/h _e	-	-	0,26
			R_t (m² K/W)
			3,61
			U_t (W/m² K/)
			0,28

4. Film erreflexudun itxitura baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

Geruzak	Lodiera (mm)	k (W/mK)	R_t (m ² K/W)
Bistako adreilua	115	0,75	0,153
Mortero hidrofugoa	15	1	0,015
Film erreflexuduna	10	0,034	0,294
Aire ganbara	20	-	0,665
Formatu handiko adreilua	70	0,48	0,146
Igeltua	15	0,3	0,050
1/h _i + 1/h _e	-	-	0,17
			R_t (m² K/W)
			1,493
			U_t (W/m² K/)
			0,67

5. Isolatzaile erreflexudun teilatu baten bero-transferentziaren koefiziente orokorra

Geruzak	Lodiera (mm)	k (W/mK)	R_t (m ² K/W)
Teila zeramikoa	15	1,3	0,012
Aire ganbara	60	-	0,454
Film edo isolatzaile erreflexuduna	10	0,034	0,294
Aire ganbara	40	-	0,454
Poliestireno extruitua	40	0,035	1,143
Hormigoizko forjatua	250		0,190
Hormigoizko forjatua	13	0,25	0,052
$1/h_i + 1/h_e$			0,14
		R_t (m ² K/W)	2,598
		U_t (W/m ² K/)	0,37

6. Bero-transferentziaren koefiziente orokorra leihoetan: arotzeria eta beirak

	FM	$U_{H,V}$		$U_{H,M}$	U_H	
1 leihoa aluminiozkoa	0,27	2,8	1,8	4	3,12	2,40
1 leihoa zubi termikoa apurtuta duen aluminiozkoa < 12 mm	0,27	2,8	1,8	3,2	2,90	2,20
2 leihoa egurrezkoa	0,27	2,8	1,8	2,2	2,64	1,91