



4. GAIA

INGURATZAILE TERMIKOA ETA PORTAERA PASIBOA

ZALOA AZKORRA LARRINAGA – ÁLVARO CAMPOS CELADOR – AITOR ERKOREKA GONZÁLEZ
IVÁN FLORES ABASCAL – ESTÍBALIZ INTXAURBE FERNÁNDEZ– JON TERÉS ZUBIAGA



Makina eta Motor
Termikoak Saila
Departamento de Máquinas
y Motores Térmicos



AURKIBIDEA

1. **Helburuak**
2. **Itxitura opakuak: hormak**
 1. Isolatzaile termikoak
 2. Inertzia termikoa
3. **Itxitura erdi-gardenak: leihoak**
 1. Beira-tipologiak
 2. Bero transferentzia beiretan
 3. Parametro ezaugarriak. Beriak
 4. Parametro ezaugarriak. Markoak
 5. Parametro ezaugarriak. Leihoak
4. **Zubi termikoak**
 1. Definizioa
 2. Motak
 3. Karakterizazioa
5. **Infiltrazioa eta aireztapena**
 1. Sarrera
 2. Definizioa eta ezaugarriak
 3. Infiltrazioa
 4. Aireztapena
 5. Lotutako karga termikoak
6. **Bibliografia**



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

1. HELBURUAK

- Inguratzaile termikoa osatzen eta eraikuntzaren portaera termikoan eragin handia daukaten elementuei buruzko ikuspegi orokorra eman.
- Inguratzaile termikoaren hobekuntzarako estrategia nagusiak ezagutu, inertzia termikoan edo isolatzaile termikoan oinarritutakoak.
- Zubi termikoak zer diren ezagutu, beraien eragina murrizteko kontuan hartzen behar diren puntu kritikoak identifikatu eta bere eragina nola kalkulatu den ezagutu.
- Eraikuntzaren kontsumo energetikoan aireztapen zein infiltrazioaren eragina ezagutu eta zenbatu.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK



Fig. 1. [\[Fuente\]](#)



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

DEFINIZIOA

Isolatzaile termikoa eroankortasun termikoa $0,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ baino txikiagoa daukan materiala da.

Hutsean bero transferentzia bakarra erradiaziozkoa da eta, materialaren barnean hutsa sortzea egokiena izango litzateke. Baldintza hauek lortzeko eta mantentzeko zailtasunaren ondorioz, estrategia hau kasu gutxietan erabiltzen da.

Orokorrean hezetasun baxuko airea erabiltzen da. Eroapenaren bidezko transferentzia zein erradiaziozko bidezkoa murrizten ditu (Bata, bere eroankortasun termiko baxuari esker; bestea, bere xurgapen koefiziente baxuari esker).



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

DEFINIZIOA

Aireak beroa konbektzioaren bitartez transmititu ez dezan material porotsu edo haritsuak erabiltzen dira bere isolamenduaren ahalmena txikiagotuz, aire lehorra immobilizatzeko eta hura gelaxka gutxi gorabehera hermetikoko barnean sartzeko

Hala ere, poro itxiko isolatzaileetan (burbuil ez komunikatutako erakoen artean, botatako poliuretanoaren kasuan bezala), efektu isolatzailea gas espumante agente itxiz lortzen da



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Poliuretano-aparra

Eroankortasun termikoko balio onenetako bat aurkezten du. Eraikuntzan lanetan in situ proiektzioaren bitartez edo taulen (hotz-ganberen) bitartez jartzen da .

Eroankortasun-balioa lehen urtean zehar aldatzen da (okerragotzen da) une horretatik aurrera egonkortuz

Suterik egotekotan azido zianhidrikoa (oso toxikoa) produzitzen du.

Lanean jartzea (lodiera eta baldintza klimatiko) une zehatza da bere portaera termikoan.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Poliuretano-aparra

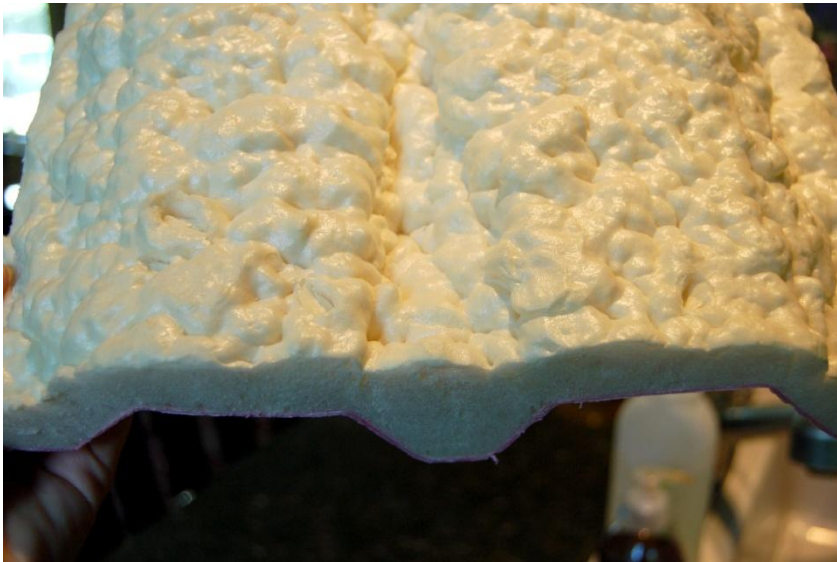


Fig. 2. [\[Iturria\]](#)



Fig. 3. [\[Iturria\]](#)



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Poliestirenoa

Petrolioaren desbideratutako isolatzailea da. Mota desberdinak merkaturatzen dira: hedatuta, elastifikatua, extruido etab. desiratzen diren ezaugarrien mendean dagoelarik.

Oso erabilia bilgarrietan eta elikagai-kontserbazioko edukietan.

Eraikuntzan lanean gehienetan taula itxuran jartzen da, nahiz eta birgaitzeen kasuan bolatxo aske itxuran aire-ganberan injektatu ahal izan.

Elementu isolatzaile – forjatutakoetako aligerante-a. bezala ere erabil daiteke



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Harri-ilea

Isolatzaile erregaitza. Suarekin erresistentziadun materiala, 1.200 °C-ak baino gehiagoko fusioko puntuarekin, ezaugarri hau beste isolatzaile batzuetatik bereizten du.

Ezaugarria akustiko onak aurkezten ditu.

Merkaturatzen da taula zurrun edo erdi-zurrunetan, burusietan eta kogiletan.

Asko erabiltzen da estalki-isolamenduetan, aireztatutako itxuretan, barnetiko itxuretan eta barruko zatiketetan bezala.

Normalean plastiko-loturekin jarrita egoten da, motrailu itsaskorraz emanda edo itxituran sartuta.



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Beira zelularra

Hedatutako beirari ere deituta. Egositako beira hautsetik sortutako material isolatzailea da. Portaera bikaina aurkezten du suaren kontra.

Uretarako iragazgaitza eta baita ur-lurrunean ere. Normalean sabai faltsu oso hezeetan kokatzen da bertan ez ondoek ez bakterioek aurrera egiten ez dutelako, asepsia-baldintza onak mantentzeko beharrarekin erabilia.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Artelazkia

Ezagutzen diren isolatzaile zaharrenetako bat da. Taula itxuran jartzen da. Onddo-agerpena saihesteko tratatuta joan behar da. Beste isolatzaile batzuk aurrean gogogabezia handiagoa aurkezten du.

Zelulosa

Birziklatutako eta ehotako egunkari-paperrarekin egiten da, honi borax-gatz batzuk gehituz suaren aurkako, intsektizida eta antifungikoak ezaugarriak emanaz. Isolatzailea kameretan (Birgaitzean) sartzen da edo botatzen da.

Artilea

Isolatzaile naturala. Oso hauskaitza da eta hezetasun-erreguladore ahaltsua. Burusi formetan merkaturatzen da.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Origen	Aislante	I_w/m^2K	Densidad kg/m^3	Formatos	Otros datos
MINERAL	Lana de roca	0,03-0,041	100-160	- Mantas - Paneles rígidos - Coquillas	- Ignífugo - Buen aislamiento acústico - no Higroscópico ni Hidrófilo
	Lana de Vidrio	0,056- 0,065	40-70	- Mantas - Paneles rígidos - Coquillas	- Ignífugo - Buen aislamiento acústico - no Higroscópico ni Hidrófilo
	Vidrioexpandido	0,048	170	- Paneles rígidos	- obtenido de vidrio reciclado - Barrera de vapor efectiva
	Arcilla expandida		550-650	- Granel	- Aplicado en cubiertas ajardinadas
	Vermiculita		90	- Granel	- Muy buen comportamiento al fuego
	Perlita		60-140	- Granel	- Aislamiento acústico y térmico



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Origen	Aislante	λ W/m ² K	Densidad kg/m ³	Formatos	Otros datos
ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL	Corcho	0,040	110	-Proyectado triturado -Planchas	-El corcho triturado no cuenta con marcado CE -Único aislante natural que resiste ambiente húmedo -Muy estable en el tiempo
	Fibra de celulosa de papel reciclado	0,035		- Copos (aplicación proyectada) - Mantas	-Fonoabsorbente
	Manta de Algodón		250	-Mantas	-Fabricado con restos de industria textil.
	Cáñamo	0,040-0,050	24-42	-Mantas -Paneles rígidos -Granel	-Regulador de humedad
	Lino Termofijado	0,047	25-30	-Paneles	-A base de fibra de lino
	Panel aislante de fibras de madera	0,040-0,043	150-200	-Paneles	-Puede absorber gran cantidad de agua.
	Lana de oveja	0,043	13,5	-Mantas	-Natural y reciclable -Ligero y adaptable -regulador de humedad
	Pluma de Ave			-Mantas	-Poco habitual en España



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Origen	Aislante	λ W/m ² K	Densidad kg/m ³	Formatos	Otros datos
ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL	Poliestireno Expandido (EPS)	0,034- 0,045	10-30	- Paneles rígidos	- Atacable por UV - Buen comportamiento ante el agua - Gran versatilidad
	Poliestireno Extruido (XPS)	0,029-0,036	30-33	Paneles rígidos	- Resistente al agua - Duradero - altas prestaciones mecánicas
	Espuma de poliuretano	0,023	30-80	- Espuma proyectada	
	Espuma de polietileno	0,036-0,046	18-45	- Láminas	- Más empleado como barrera de vapor que como aislante en sí.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

Materiala	λ (W/m.K)
Oinarri karean eta perlita-n motrailua	0,06-0,22
Motrailu aditibatuak	0,21-0,45
Pintura	0,28-0,087
Hutseko (VIPs-etako) taula isolatzaileak	0,008
Estaldura begetaleko sistema	0,135



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

EDUKI ENERGETIKO BAXUKO ISOLATZAILEAK (ORGANIKOAK)

Isolatzaile termiko guztiek ezaugarri termikoak izan arren eta hauek eraikinak kontsumitutako energia txikiagotu, ingurumen-ikuspuntutik guztiak ez dira berdinak. Materialen Bizitza-Zikloko (ACV edo ingelesezko LCA) analisiak esaten digu energia, poluzioa edo kotsumoa, bere erauzketatik eta fabrikaziotik, birziklatutako bere azkenekora isurketa arte.

Ondoren bere eduki energetiko baxua bereizgarri duten material isolatzaileak erakusten dira.

Grupos de Clasificación	Producto	Formato	Comentarios	Comentarios
Origen animal	Lana de Oveja	Mantas	Ligero y adaptable, regulador de humedad	Es abundante, ofrece una salida, ya que supone actualmente un coste al pastor. Muy buena cabaña lanar, tanto en el País Vasco como en España.
	Pluma de Ave	Mantas		Poco empleado en España. Resulta un buen aislante, pero no es fácil de conseguir, salvo que se encuentre cerca una granja de aves o un matadero.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

EDUKI ENERGETIKO BAXUKO ISOLATZAILEAK (ORGANIKOAK)

Grupos de Clasificación		Producto	Formato	Comentarios	Comentarios
Origen Vegetal	Herbáceos	Manta de Algodón	Mantas	Fabricado con restos de industria Textil	Aquí no se produce. En España, tan sólo hay cultivo en Andalucía, ya que requiere calor
		Cañamo	Mantas Planchas Granel	Regulador de Humedad	Tiene una producción de fibra por hectárea muy elevada. Sin embargo, es por lo general un cultivo minoritario, y en el Norte de España en concreto, está casi desaparecido
		Lino Termofijado	Paneles		
		Fibra de celulosa de papel reciclado	Proyectado en copos Mantas	Fonoabsorbente	



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

EDUKI ENERGETIKO BAXUKO ISOLATZAILEAK (ORGANIKOAK)

Grupos de Clasificación		Producto	Formato	Comentarios	
Origen Vegetal	Leñosos	Corcho	Proyectado Planchas	El corcho triturado no cuenta con marcado CE. Es uno de los pocos aislantes naturales que resisten ambientes húmedos y es muy estable en el tiempo	Producto Mediterráneo, casi estricto a esta zona. España es uno de los mayores productores, especialmente Extremadura y Andalucía. Tiene una industria muy desarrollada en el Sur de España. Muy buen aislante térmico, acústico y anti fuego.
		Fibras de Madera, virutas de madera	Tablero		En el País Vasco existe una producción abundante de corteza de pino (350.000/750.000 hectáreas del País Vasco son Pino). El plan estratégico de la madera que desde hace unos años está impulsando el Gobierno Vasco trata de facilitar salidas a la madera de pino (Actualmente existen excedentes de madera)

4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

ERAIKUNTZAN ERABILTZEN DIREN ISOLATZAILE TERMIKOAK

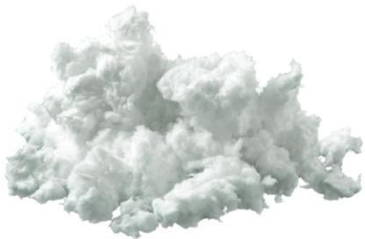


Fig. 4. Aparra [\[Iturria\]](#)



Fig. 5. Harri-ilea. Manta [\[Iturria\]](#)



Fig. 6. Harri-ilea. Panel a [\[Iturria\]](#)



Fig. 7. Beira zuntza. Formatu batzuk. [\[Iturria\]](#)



Fig. 8. Artelazkia. Panela



Fig. 9-10. Huts-panelak (VIPs)

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

INSTALATZEKO AUKERAK

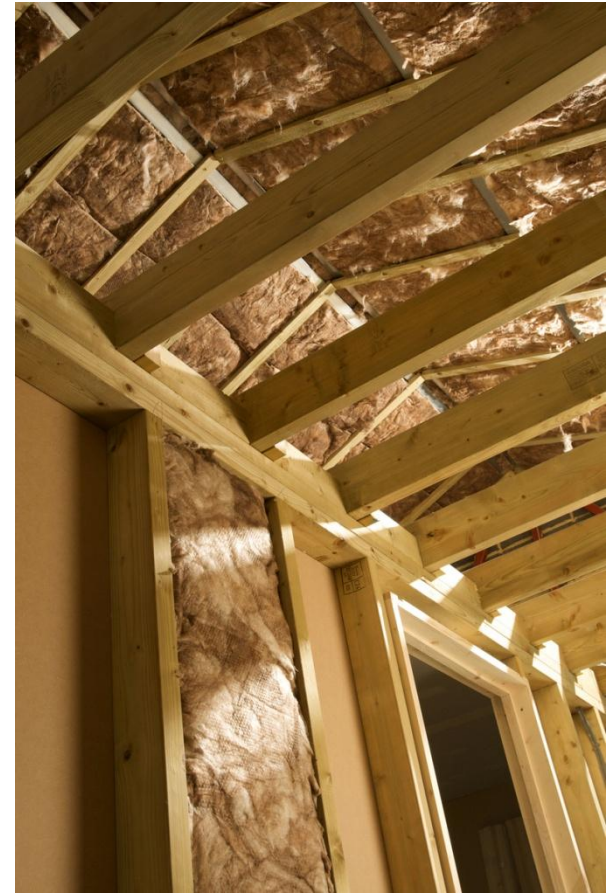


Fig. 11. Kanpoan
[\[Iturria\]](#)



Fig. 12.
Aire-ganbaran injekzioa
[\[Iturria\]](#)

Fig.13. Barnean
[\[Iturria\]](#)





2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

INSTALATZEKO AUKERAK



Fig. 14. Teilatuepeko isolatzailea

[\[Iturria\]](#)

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

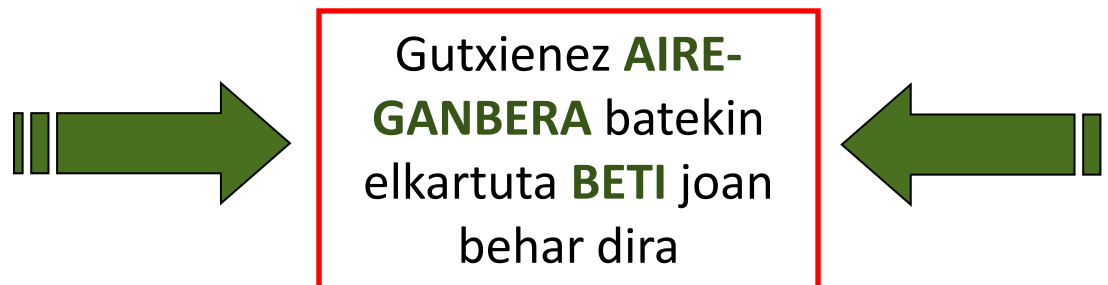
BESTE AUKERA BATZUK

Film isladunak

Geruza kopuru zehaztuaz eratuta dauden material erdi-zurruneke multzoa.

Apar batek, zuntz batek edo aire-burbuletako geruza batek osatzen du, kanpoko geruza landutako aluminio bategatik estalita egoten da. Biribilketan merkaturatu ohi dira.

Bere portaera isolatzailea aire-ganberaren erradiazio trukaketa txikiagotzen oinarritzen da honen erresistentzia termikoa handituz.





2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

BESTE AUKERA BATZUK

Sistema konposatuak

Mota honetako sistema multiosagarritz izateko isolatzaile-geruza batez eratuta egon behar da. Sistemarik ohikoenak kanpokotik isolamendu termiko-sistemak dira (SATE, edo ingelesezko ETICS).

Eeraikin-itxura birgaitzerako oso erabiliak dira.

Normalean EPS-a, harri hilea edo motrailu aditibatuak erabiltzen dira.



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.1. Isolatzaile termikoak

BESTE AUKERA BATZUK

Sistema konposatuak



Fig. 15. Egilearen irudiak



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.2. Inertzia termikoa

Energia metaketa

Fenomeno klimatikoak aldi denborazko aldakortasuna eta irregulartasun ez kontrolagarriagaitik bereizgarri daitezke. Energia behar den uneetarako izateko forma metaketa da. Honek baimentzen du:

- Energia kontsumo-aldietan zehar egoki banatzea
- Kolpe termikoa hartze-uneetan saihestea

**METAKETA EDO ENERGIA-BILTEGIRATZEA PRAKTIKA ENERGETIKOETAN SAI DAGOEN
IRAKASGAIA DA, ETA IKERKETA-OBJEKU NAGUSIETAKO BAT DA**



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.2. Inertzia termikoa

Gaur egun metaketa sistemarik ohikoenak sistema termikoak dira. Bi aukera daude:

- *Bero sentigarrian oinarritutako sistemak*
- *Bero sorran oinarritutako sistemak*

Bero sentigarria

Metatutako energia erabilitako sustantziaren eta jasandako tenperaturaren aldaketaren araberakoa da. Gorputz baten metaketa ahalmenean parametro hauek parte hartzen dute:

- *Bolumena*
- *Dentsitatea*
- *Bero espezifikoa*



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.2. Inertzia termikoa

Bero sentigarria

Hiru parametroen efektuak *gaitasun termikoa edo gorputzeko masa termikoa* osatzen du:

$$m_t = V \cdot \rho \cdot C_p$$

Metaketarako egokien diren substantziak likidoak dira, konbekzioari esker beroa uniformeki banatzen delako gainazaleko gehiegizko beroketarik gabe eta galerak beraz txikiagotzen dira. Hala ere, masa likidoa eraikinetan esartzea zaila gertatzen da.

Energia solidoetan metatzeko erradiazioak zuzenki haien gainean eragitea (edo inguruneko airea erraztasunez berotzea) beharrezkoa da. Azalerek xurgatze-koefiziente, eta beroketa-abiadura altua izatea eragin handia dute. Erabilerako ohiko forma zatikatutako forma ematea da: legarra, hartxintxarra...



2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.2. Inertzia termikoa

Bero sorra

Aplikazio arkitektonikoetan gutxiago erabiltzen da, baina bere metaketaren ahalmena askoz handiagoa da. **Substantzia batean egoera aldaketan oinarritzen da** (solidotik likidora beroa metatzeko, eta hura askatzeko likidotik solidora) eragitea. Egoera-aldaketan zehar erabiltzen den energia bero sorra deizen da, ez du gorputzaren tenperatura handitzen, baizik eta berezko egoera-aldaketan inbertitzen da.

35°C-etatik aurrera metatzen duen eguzki-energia sistema pasiboan (harresia) erabiltzen bada: substantziak faseaz aldatu behar izango du tenperatura horretan. Eguzki-kolektore-sisteman erabiltzen bada, erabiliko diren substantziak 50°C edo 60 °C-etara faseaz aldatzen direnak izango dira.

Abantaila nagusia ingurunerako galera murriztapena da: 35°C-a metatzeak 70°C-a metatzea baino 20°C-gutxiago ingurunean galtzea suposatzen du.

+INFO: Elementu eraikitzaileetako elementu fase aldaketa aplikazioa (PCM-a)



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

2. ITXITURA OPAKUAK. HORMAK

2.2. Inertzia termikoa

Eraikuntzaren masa termikoa

Eraikuntzan energia metatzeko era egokiena eraikinaren masa bera erabileran datza. Eraikinaren masa termikoa metaketa helmuga da, eta inertzia termikoa, bere ondorioa.

Inertzia termiko asko daukaten itxiturek eta lokalek energia asko metatzen dute. Energia honek kanpoko tenperaturaren aldaketak murrizten ditu. Horren ondorioz, masa termiko handiko lekuak oso egonkorak dira, ikuspegi termiko batetik.



Fig. 16. Upategiak
[\[Iturria\]](#)



Fig. 17.
Iruñeko katedrala
[\[Iturria\]](#)



3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK



Fig. 18. [\[Iturria\]](#)



3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.1. Beira-tipologiak

Beraien osagaiak kontuan hartuz, beriak sailkatu daitezke:

Monolitikoak

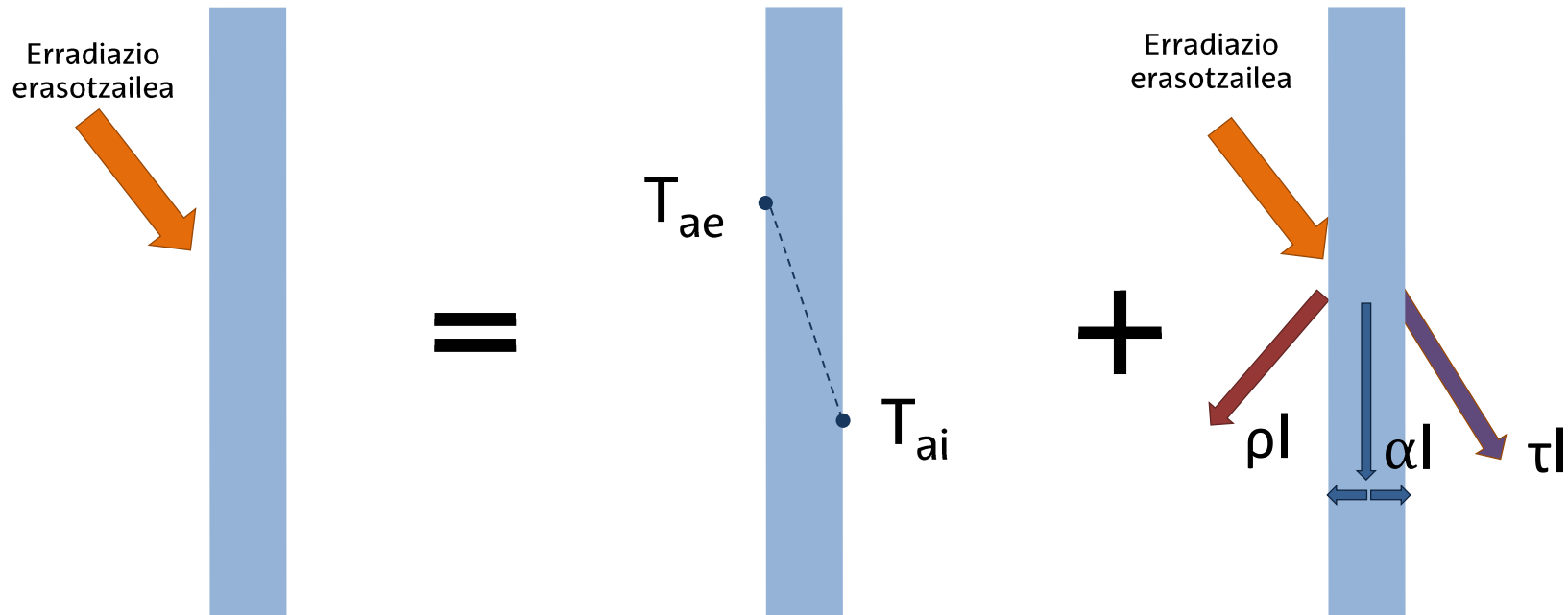
- Sinpleak: argiak, tintadunak (xurgatzaileak), islatzaileak, Low-E, ...
- ljeztuak

Bikoitzak, hirukoitzak ...

- Normalak
- Low-E
- Gas noblez betetako aire-ganbarak

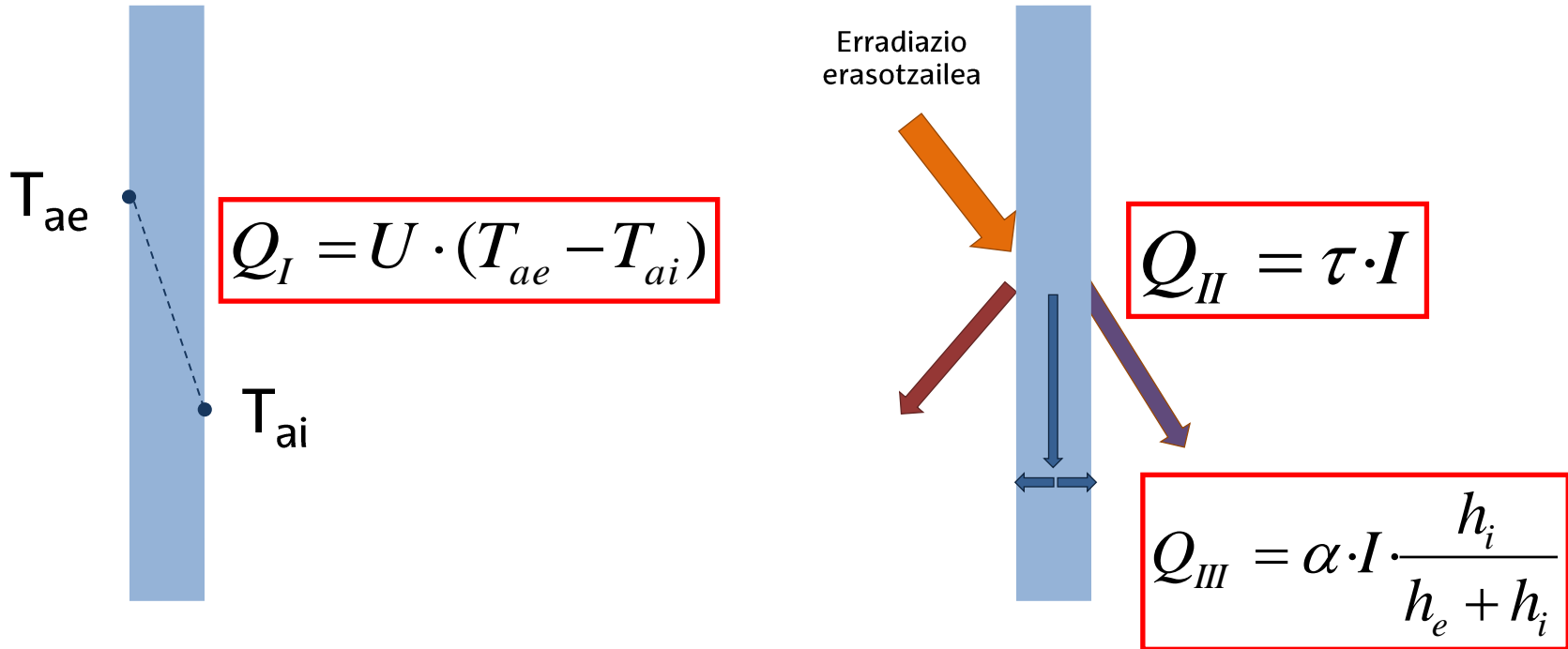
3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.2. Bero-transferentziaren mekanismoak



3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.2. Bero-transferentziaren mekanismoak



$$Q_{III} = U \cdot (T_{ae} - T_{ai}) + I \cdot \left\{ \alpha \cdot \frac{h_i}{h_e + h_i} + \tau \right\}$$

Eguzki faktorea



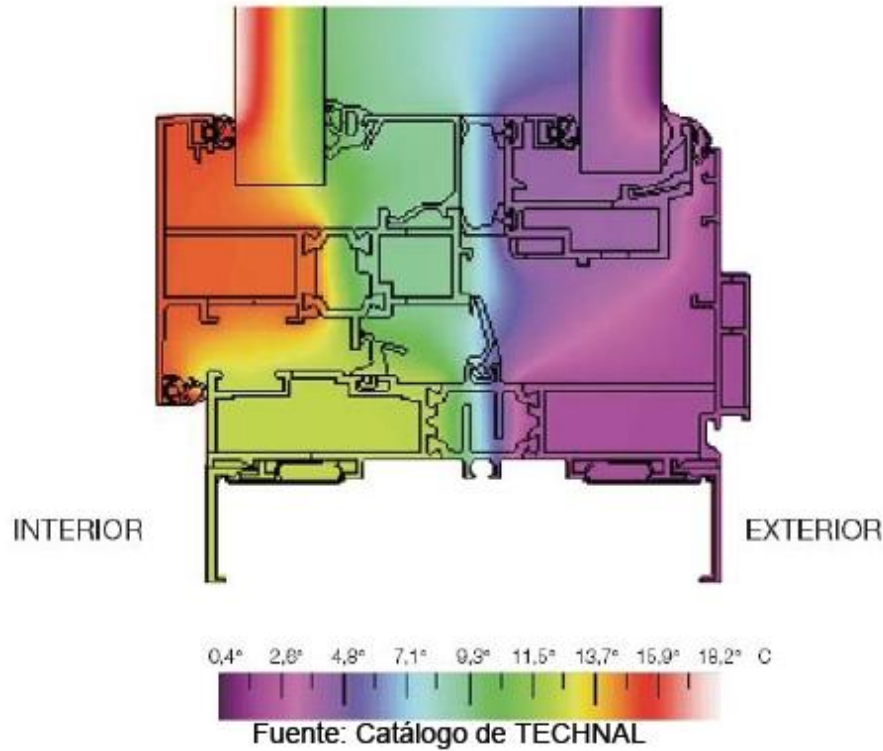
3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.3. Parametro ezaugarriak. Beirak

Beira mota	U [W/m ² .K]	Eguzki faktorea g	Beirako barne gainazalaren temperatura (T _{ext} =0°C denean)
Beira monolitikoa (argia)	5,7	0,88	5 °C
Beira bikoitza (argia)	2,9-3,1	0,76	13 °C
Beira bikoitza (Low-E)	2,5	0,71	14-15 °C
Beira bikoitza (Low-E)	1,9	0,61	16 °C
Beira hirukoitza	1,6	0,65	18 °C

3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.4. Parametro ezaugarriak. Markoak



Marko mota	U [W/m ² .K]
Zurezkoa	2,5
Metalezkoa	5,7
Metalezkoa, zubi termikoaren hausturarekin	4,0
PVC (2 hutsune)	2,2
PVC (3 hutsune)	2,0



3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.5. Parametro ezaugarriak. Leihoak

Leihoaren ezaugarriak. Beira monolitikoa				
Markoa	Aluminiozkoa	Aluminiozkoa (ZTH)	Zurezkoa	PVC
U-Faktorea	5.88	5.10	4.25	4.25
Eguzki faktorea	0.76	0.70	0.64	0.64

Markoa	Aluminiozkoa	Aluminiozkoa (ZTH)	Zurezkoa	PVC
Markoa	Aluminiozkoa	Aluminiozkoa (ZTH)	Zurezkoa	PVC
U-Faktorea	3.85	3.20	2.50	2.50
Eguzki faktorea	0.68	0.62	0.56	0.56



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

3. ITXITURA ERDI-GARDENAK. LEIHOAK

3.5. Parametro ezaugarriak. Leihoak

Informazio iturriak:

- Calener.
- Eraikuntzako elementuen katalogoak.
- ASHRAE.
- Fabrikatzaileak.
- Programa informatikoak.

Table 4 U-Factors for Various Fenestration Products in W/(m²·K)

Product Type	Vertical Installation												
	Glass Only		Operable (including sliding and swinging glass doors)						Fixed				
	Center of Glass	Edge of Glass	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Aluminum Reinforced Vinyl/Aluminum Clad	Wood/Vinyl	Insulated Fiberglass/Vinyl	Aluminum Without Thermal Break	Aluminum With Thermal Break	Aluminum Reinforced Vinyl/Aluminum Clad	Wood/Vinyl	Insulated Fiberglass/Vinyl	
Single Glazing													
1	3.2 mm glass	5.91	5.91	7.01	6.08	5.27	5.20	4.83	6.38	6.06	5.58	5.58	5.40
2	6.4 mm acrylic/polycarb	5.00	5.00	6.23	5.35	4.59	4.52	4.18	5.55	5.23	4.77	4.77	4.61
3	3.2 mm acrylic/polycarb	5.45	5.45	6.62	5.72	4.93	4.86	4.51	5.96	5.64	5.18	5.18	5.01
Double Glazing													
4	6.4 mm airspace	3.12	3.63	4.62	3.61	3.24	3.14	2.84	3.88	3.52	3.18	3.16	3.04
5	12.7 mm airspace	2.73	3.36	4.30	3.31	2.96	2.86	2.58	3.54	3.18	2.85	2.83	2.72
6	6.4 mm argon space	2.90	3.48	4.43	3.44	3.08	2.98	2.69	3.68	3.33	3.00	2.98	2.86
7	12.7 mm argon space	2.56	3.24	4.16	3.18	2.84	2.74	2.46	3.39	3.04	2.71	2.69	2.58
Double Glazing, e = 0.60 on surface 2 or 3													
8	6.4 mm airspace	2.95	3.52	4.48	3.48	3.12	3.02	2.73	3.73	3.38	3.04	3.02	2.90
9	12.7 mm airspace	2.50	3.20	4.11	3.14	2.80	2.70	2.42	3.34	2.99	2.67	2.65	2.53
10	6.4 mm argon space	2.67	3.32	4.25	3.27	2.92	2.82	2.54	3.49	3.13	2.81	2.79	2.67
11	12.7 mm argon space	2.33	3.08	3.98	3.01	2.68	2.58	2.31	3.20	2.84	2.52	2.50	2.39
Double Glazing, e = 0.40 on surface 2 or 3													
12	6.4 mm airspace	2.78	3.40	4.34	3.35	3.00	2.90	2.61	3.59	3.23	2.90	2.88	2.77
13	12.7 mm airspace	2.27	3.04	3.93	2.96	2.64	2.54	2.27	3.15	2.79	2.48	2.46	2.35
14	6.4 mm argon space	2.44	3.16	4.07	3.09	2.76	2.66	2.38	3.30	2.94	2.62	2.60	2.49

Table 10 Visible Transmittance (T_v), Solar Heat Gain Coefficient (SHGC), Solar Transmittance (T), Front Reflectance (R^f), Back Reflectance (R^b), and Layer Absorptance (A_n^f) for Glazing and Window Systems (Continued)

ID	Glazing System	Glass Thick., mm	Center Glazing T_v	SHGC	Center-of-Glazing Properties								Total Window SHGC at Normal Incidence		Total Window T_v at Normal Incidence				
					Incidence Angles								Other Aluminum Frames		Other Aluminum Frames				
					Normal 0.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	Hemis., Diffuse	Operable	Fixed	Operable	Fixed	Operable	Fixed		
Low-e Double Glazing, e = 0.2 on surface 2																			
17a	3	LE CLR	0.76		0.65	0.64	0.61	0.56	0.43	0.23	0.57	0.59	0.60	0.53	0.58	0.68	0.68	0.61	0.67
				T	0.59	0.56	0.54	0.48	0.36	0.18	0.50								
				R^f	0.15	0.16	0.18	0.24	0.37	0.61	0.22								
				R^b	0.17	0.18	0.20	0.26	0.38	0.61	0.24								
				A_1^f	0.20	0.21	0.21	0.21	0.20	0.16	0.20								
				A_2^f	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.05	0.07								

Fuente tabla: ASHRAE



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

4. ZUBI-TERMIKOAK

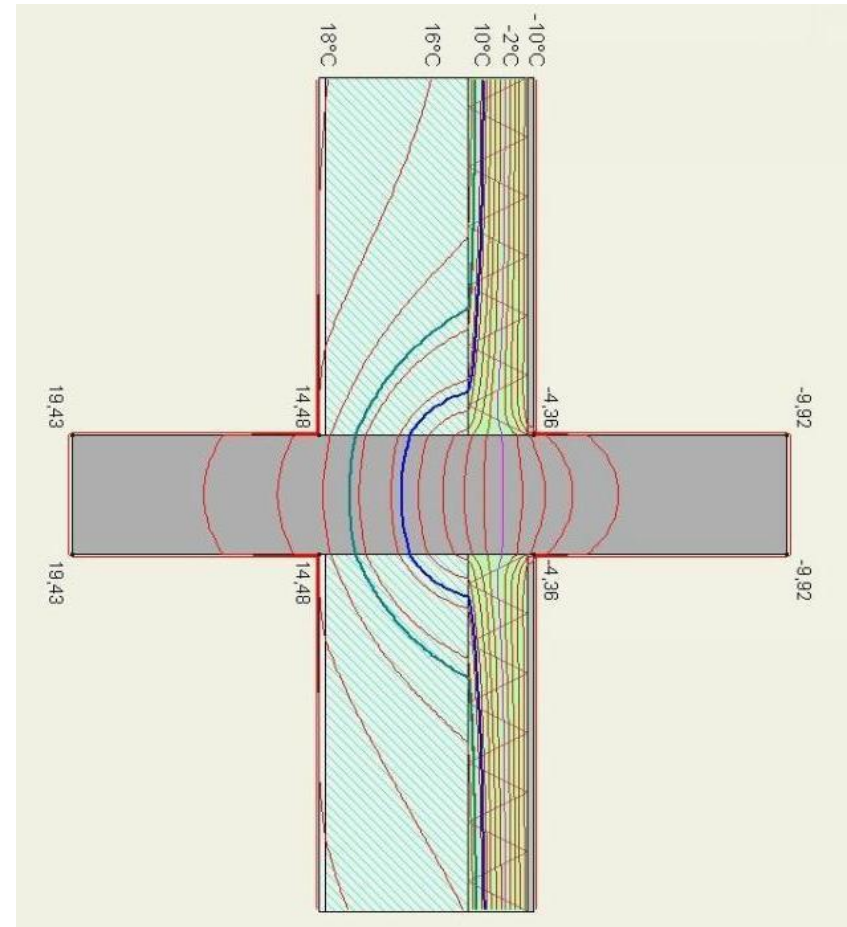


Fig. 19. [\[Iturria\]](#)



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

4. ZUBI TERMIKOAK

4.1. Definizioa

Erresistentzia termikoaren murrizketa bat daukan eraikinaren inguratzailearen azalera beste itxiturekin alderatuz. Hau izan daiteke:

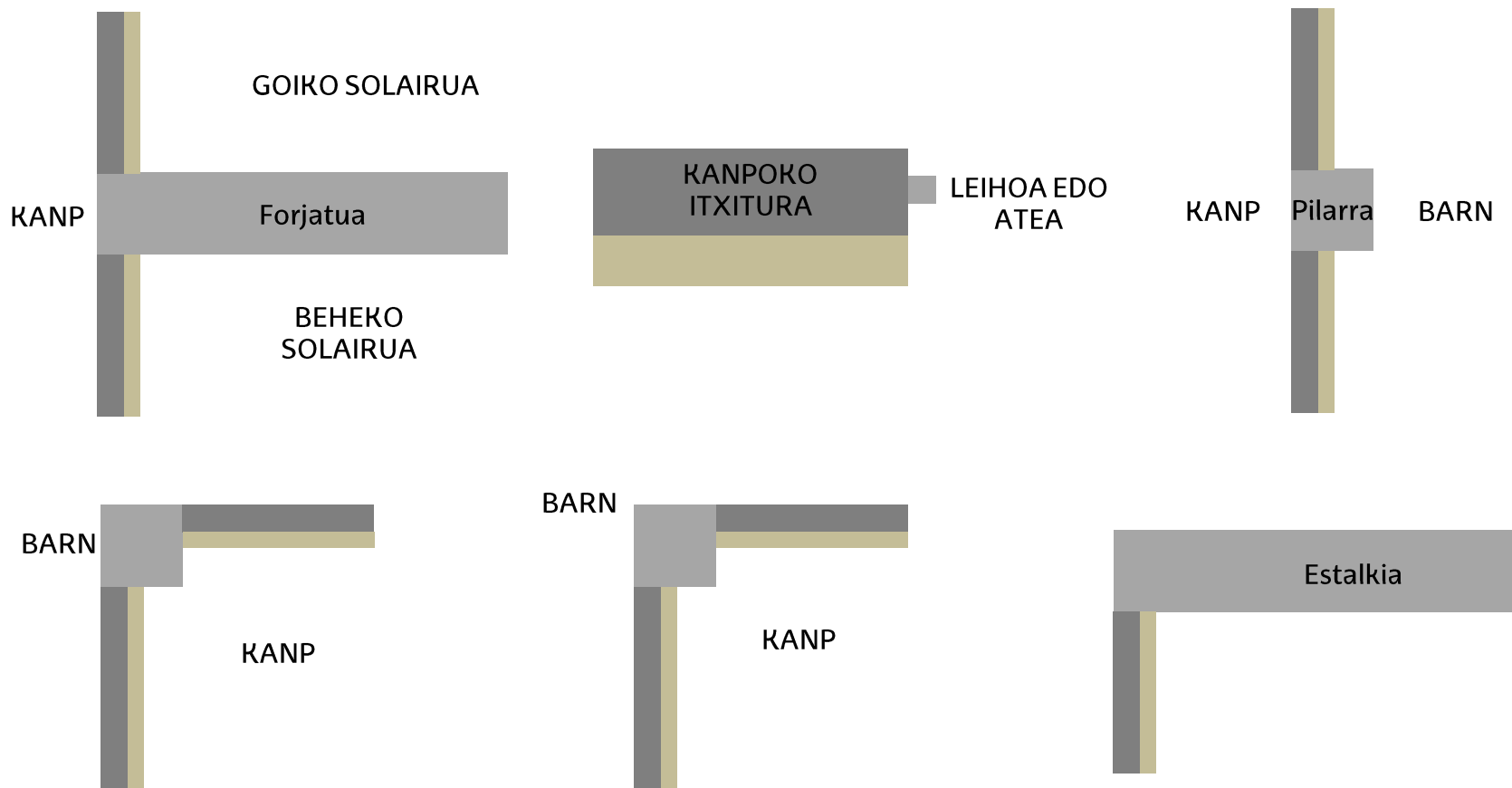
- Inguratzailearen lodieraren aldaketaren ondorioz.
- Erabilitako materialen aldaketaren ondorioz.
- Eroankortasun ezberdinetako eraikuntza-elementuen sartzearen ondorioz.



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

4. ZUBI TERMIKOAK

4.2. Motak



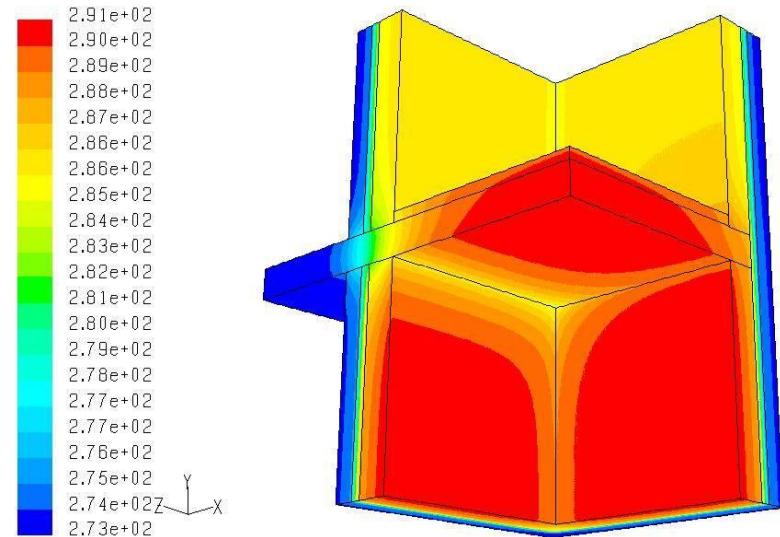
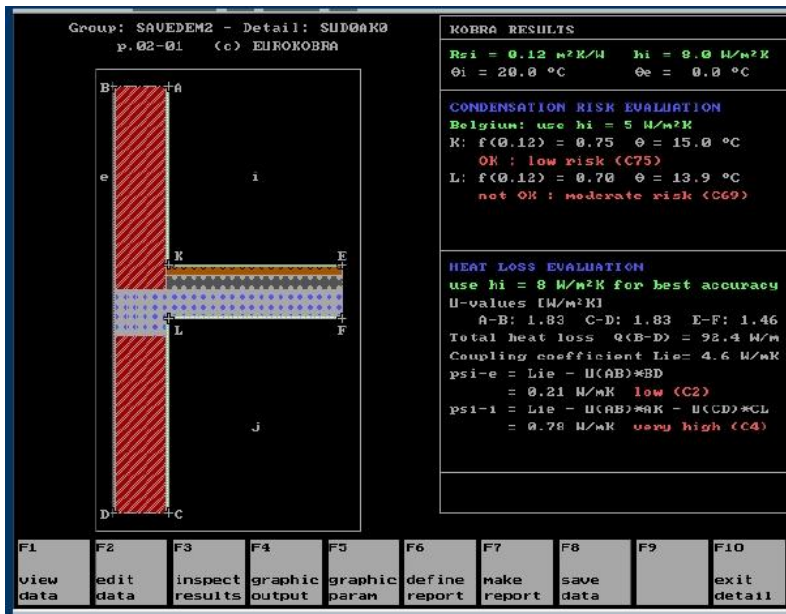


4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

4. ZUBI TERMIKOAK

4.3. Karakterizazioa

Zubi termikoak karakterizatzeko, UNE-EN ISO 10211 arauan oinarritutako simulazio-programak erabili daitezke. Bi-dimentsiotan ere egin daitezke.





4. GAIA. Inguratzailer termikoa eta portaera pasiboa

4. ZUBI TERMIKOAK

4.3. Karakterizazioa

Transmisio-faktore termiko lineala Ψ erabiliz kalkulatu dira.

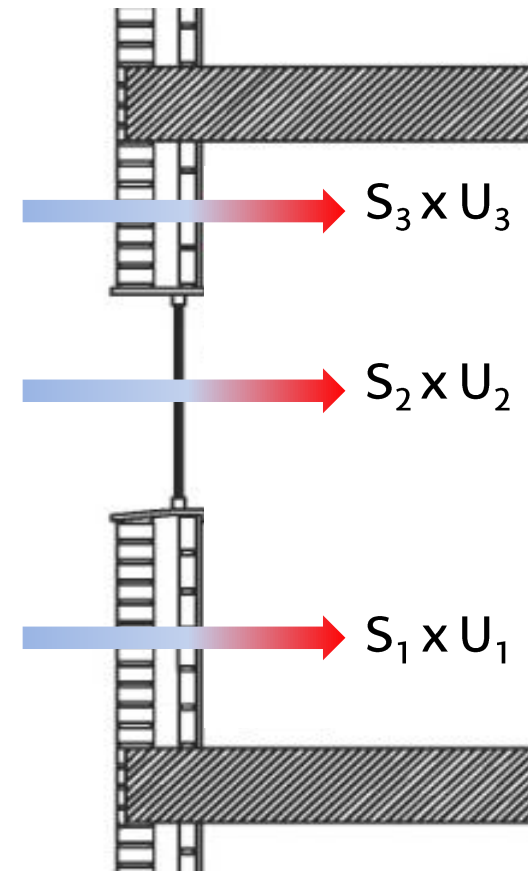
	<p>Forjado</p> <p>L: <input type="text" value="55.00"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="0.80"/> (W/mK)</p>		<p>Esquina Saliente</p> <p>L: <input type="text" value="35.00"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="-0.05"/> (W/mK)</p>
	<p>Cubierta</p> <p>L: <input type="text" value="87.00"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="0.55"/> (W/mK)</p>		<p>Esquina Entrante</p> <p>L: <input type="text" value="123.0"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="0.15"/> (W/mK)</p>
	<p>Hueco Ventana o Puerta</p> <p>L: <input type="text" value="210.0"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="0.65"/> (W/mK)</p>		<p>Pilar en Cerramiento</p> <p>L: <input type="text" value="90.00"/> (m)</p> <p>Ψ: <input type="text" value="1.30"/> (W/mK)</p>



4. ZUBI TERMIKOAK

4.3. Karakterizazioa

CTE-k dimentsio bateko metodologia ezartzen du zubi termikoak kalkulatzeko, eragin dimentsioaniztunak kontuan hartu barik





5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

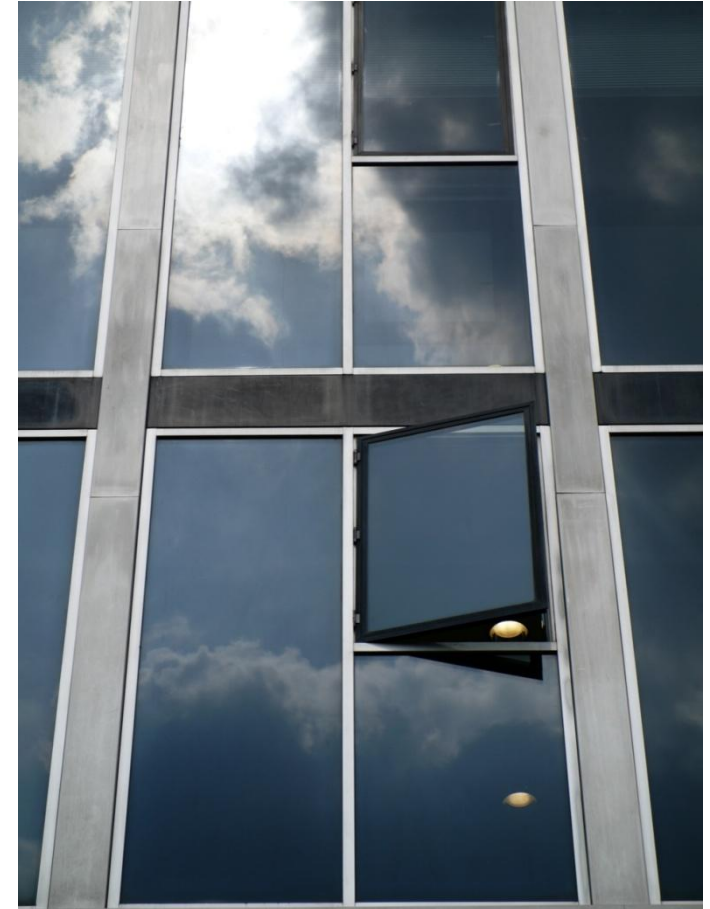


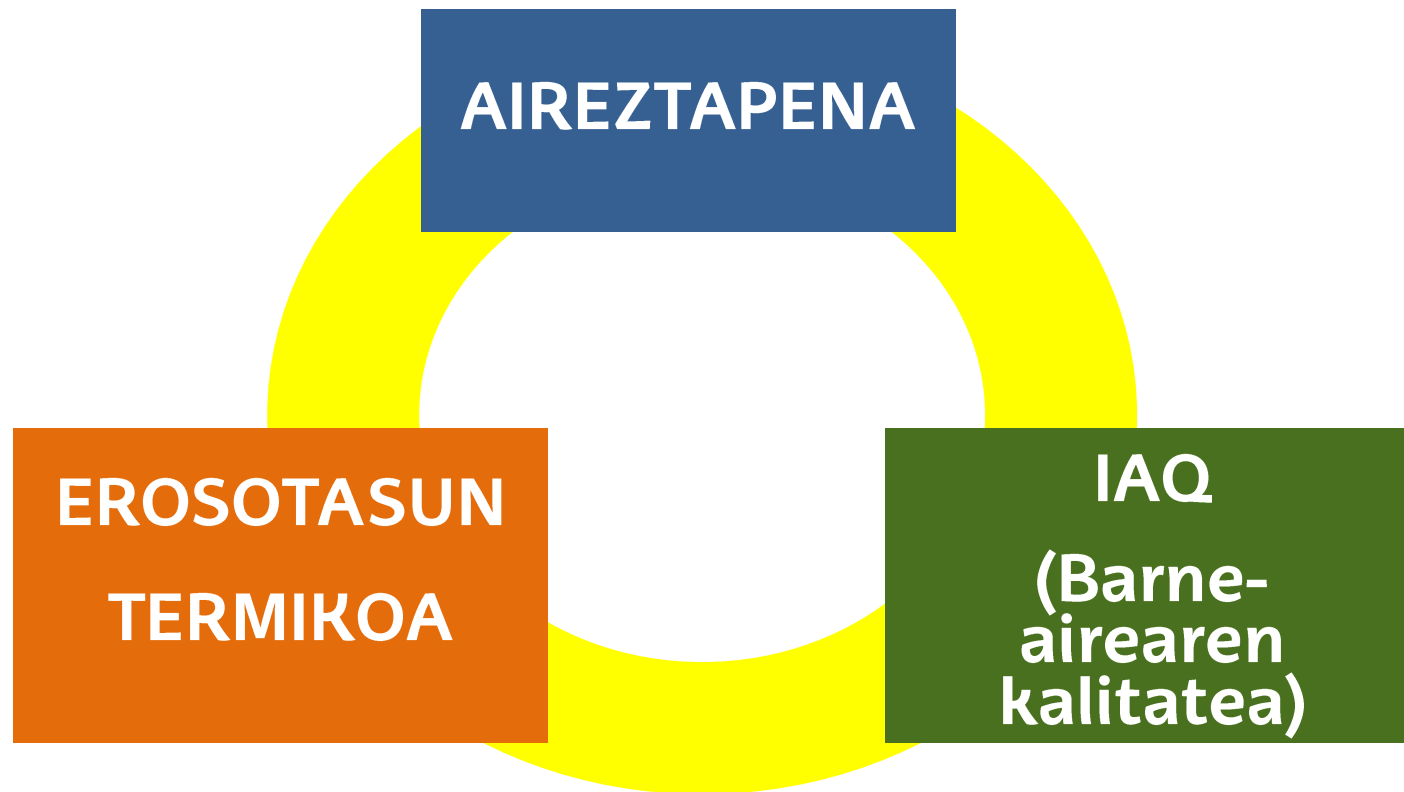
Fig. 20. [\[Iturria\]](#)



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.1. Sarrera

Energia aurreztazearekin lotutako kontua da. Ondo isolatuta dauden eraikinetan infiltrazioa eta aireztapenak bero galerarik handiena eragin ahal diote.





5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.2. Definizioa eta ezaugarriak

Aire berritzea

Lokaleko barneko airea kanpoko aireagatik ordezkatzeko du helburu. Honek barruko aire zikina kanpoko aire garbiagatik trukatzeko ekartzen du, baina energia-galera ekartzen du ere, gehienetan, kanpoko airea barne-airearen tenperatura berera ez dagoelako. Aireztapenagatik edo infiltrazioagatik egin daitezke.

Aireztapena

Kanpokotiko airea eraikinaren nahitazko barneratze sarrera suposatzen du. Aireztapen naturalean, aireztapen mekanikoan eta aireztapen hibridoan (aurreko bien nahastea da) zati daitezke.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.2. Definizioa eta ezaugarriak

Aireztapen naturala

Aireztapen naturala leihoetan ate irekitan, aireztapen saretetan edo inguratzailean dauden beste irekidura batzuetan zehar **(nahitakoak direnak)** eraikinaren barnean sartzen den aire emaria da.

Airearen mugimendua era naturalean sortutako barne- eta kanpo presioen arteko aldaketaren ondorioz gertatzen da.

Aireztapen mekanikoa

Kasu honetan aireztapena sistema mekanikoak instalatuz kontrolatzen da, hala nola aizegailuak edo aire-erauzgailuak.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.2. Definizioa eta ezaugarriak

Infiltrazioa

Infiltrazioa inguratzailean dauden arrailetan (crack) zein beste irekidura batzuetan zehar **(nahitakoak ez direnak)** barne lekuan sartzen den kanpoko airea da. Infiltrazioak eraikinaren barruan sartzen diren aire galerak (air leakage) dira

Aireztapen naturalaren kasuan bezala, haizearen efektuaren ondoriozko barne- eta kanpo presioen arteko aldaketaren eta barne- eta kanpo-tenperaturaren arteko aldaketaren ondorioz gertatzen da.

Oso negu hotzeko eta oso uda beroko klimetan oso garrantzitsua da.



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.3. Aireztapena

Maximum Average Air Infiltration rates in Air Changes per hour (AC/h)			
CIBSE Guide A –Table ref.	Building	'Leaky' building (does not comply with current regulations)	Moderately 'tight' building (complies with 2005 regulations)
Table 4.13	Office Type 1: naturally ventilated, 100 – 3000 m ²	0.90	0.30
Table 4.14	Office Type 2: naturally ventilated, 500–4000 m ²	0.70	0.25
Table 4.15	Office Type 3: air conditioned, 2000–8000m ²	0.60	0.20
Table 4.16	Office Type 4: air conditioned HQ-type building, 4000–20000 m ²	0.65	0.25
Table 4.17	Factories, warehouses, halls	0.65	0.25
Table 4.18	Schools	0.70	0.25
Table 4.19	Hospitals and Health Care buildings	0.60	0.25
Table 4.20	Hotels	0.85	0.30
Table 4.21	Dwellings – 1 storey	1.15	0.40
	Dwellings – 2 storeys	1.00	0.35
	Apartments – 1 to 5 storeys	1.00	0.50
	Apartments – 6 to 10 storeys	1.60	0.55

Guía CIBSE



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.3. Infiltrazioa

Aire galerak gutxi gorabehera horrela banatzen dira:

Paretak

Inguratzaile termikoan zeharreko aire-galeren totalaren %18tik %50era izan daitezke. Lokietan, itxituren lotuetan eta hodi-pasabidetan aurkitu daitezke.

Sabaiak

aire-galeren totalaren %3tik %30era izan daitezke. Isolatzaile termikoaren eraginkortasuna murrizten dute eta bero galerak handiagotzen dituzte goiko solairuetan. Argiztapenaren gailuetan, kableetan eta hodi pasabideetan arreta jartzea komenigarria da.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.3. Infiltrazioa

Aire galerak gutxi gorabehera horrela banatzen dira:

Tximiniak

Instalatuta daudenean, haien bidezko aire galerak aire-galeraren totalaren %30era arte heldu daitezke. martxan ez badaude, ixteko sistema batzuk erabiltzen dira aire galerak murrizteko.

Ateratzerako saretak

Saretatan dauden aire galerak totalaren %2tik %12ra izan daitezke.

Paretetan zeharreko difusioa

Bere eragina oso txikia da, totalaren %1 baino txikiagoa.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.3. Infiltrazioa

Aire galerak gutxi gorabehera horrela banatzen dira:

Aireztapen sistemak

Aire galera osoaren %3tik %28ra izan daitezke. Aire tratatzeko unitateek, Aire-hodien sistemek, aireztapen-saretek, galdaren errekuntzarako aire-hartunek... aireztapen sistema osatzen dute.

Ateak eta leihoak

Aire galera osoaren %6tik %25era izan daitezke. Leiho motaren arabekoak dira.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.4. Aireztapena

Aireztapen naturala eta infiltrazioaren bidez, aire berritzearen beharrak bete dira etxebizitzeta. Hala ere, honek ez du etxebizitzaren aireztapen ona bermatzen.

CTE onartutakoan, etxebizitza berri guztietan aireztapen sistema bat (mekanikoa edo hibridoa) instalatu behar dira.



Gaur egun, dimentsionamenduari lotutako arazo asko aurkitu daitezke.

Aireztapen sistemak hainbat elementu osatutako instalazioak dira, eta horren ondorioz, era global batean diseinatu behar dira.

Aireztapena = f (erauzgailua, saretak, barneko diseinua...).



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.4. Aireztapena



Fig. 21. Egilearen argazkiak



4. GAIA. Inguratzaile termikoa eta portaera pasiboa

5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.5. Lotutako karga termikoak

Eraikinean sartutako airea (kanpotik eratorria) egokitzeko, eraikinean erabilitako energiaren zati garrantzitsu bat erabili behar da. Eraikinaren arabera, karga termikoen %20tik %50era izan daiteke.

Kanpoarekin airearen elkartrukatzek eraikinaren karga termikoa handiagotzen du bi eratan:

Karga sentigarria: Aire berotu edo hoztu behar da erosotasun- baldintzak mantentzeko.

Karga sorra: Kanpoko aireak barneko airearen hezetasuna aldatzen du.



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.5. Lotutako karga termikoak

KARGA SENTIGARRIA

$$q_s = Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$$

q_s = Bero sentigarriaren karga [W]

Q = Eraikinan sartutako aireztapenaren emari masikoa [m^3/s]

ρ = Airearen dentsitatea. Itsas maiakoan $1,2 \text{ kg}/m^3$ erabili ohi da.

C_p = Airearen bero espezifikoa. $1000 \text{ J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ erabili ohi da.

ΔT = Barne- eta kanpo tenperaturen arteko ezberdintasuna [K]

Diseinuetan formula hau erabili ohi da:

$$q_s = 1230 \cdot Q \cdot \Delta T$$



5. INFILTRAZIOA ETA AIREZTAPENA

5.5. Lotutako karga termikoak

KARGA SORRA

$$q_l = Q \cdot \rho \cdot \Delta W \cdot (2501 + 1,805 \cdot T)$$

q_l = Bero sorraren karga [W]

Q = Eraikinan sartutako aireztapenaren emari masikoa [m^3/s]

ρ = Airearen dentsitatea. Itsas maiakoan $1,2 \text{ kg}/m^3$ erabili ohi da.

ΔW = Barne- eta kanpo ezetasunaren arteko aldaketa [$\text{kg ura}/\text{kg aire lehorra}$]

T = Batez besteko tenperatura (Barne- eta kanpo-tenperaturen artekoa) [K]

Diseinuetan formula hau erabili ohi da:

$$q_s = 3010 \cdot Q \cdot \Delta W$$



6. BIBLIOGRAFIA

- Y. A. Çengel, *"Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico"*. McGraw Hill. 2007. ISBN: 978-970-10-6173-2
- F. Kreith, M. S. Bohn. *"Principios de transferencia de calor"*. Thomson. 2002. ISBN: 84-9732-061-1



6. BIBLIOGRAFIA

Fig.	Orr	Egilea	Iturria	Lizentzia
1	4	Terence Faircloth	[Iturria]	CC BY-NC-ND 2.0
2	8	llovebutter	[Iturria]	CC BY 2.0
3	8	wwwuppertal	[Iturria]	CC BY-NC 2.0
4	20	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
5	20	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
6	20	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
7	20	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
8	20	IFA	Propia	-
9	20	IFA	Propia	-
10	20	IFA	Propia	-

Fig.	Orr	Egilea	Iturria	Lizentzia
11	21	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
12	21	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
13	21	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
14	22	Knauf Insulation	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
15	25	JTZ	Propia	-
16	30	Fuski	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
17	30	Bernard Blanc	[Iturria]	CC BY-NC-SA 2.0
18	31	Eric Montfort	[Iturria]	CC BY-NC-ND 2.0
19	39	Bauigel-wikimedia	[Iturria]	CC BY-NC-SA 3.0
20	45	Luca Pedrotti	[Iturria]	CC BY-NC 2.0
21	55	IFA	Propia	-