

GRADUA: Meatzaritza eta Energia Teknologiaren  
Ingeniaritzako Gradua

## **GRADU AMAIERAKO LANA**

**< LEKEITIOKO ZAHAR-EGOITZA BATEN  
HOBEKUNTZA ENERGETIKOA >**

**2 DOKUMENTUA – <ERABILITAKO METODOLOGIA>**

**Ikaslea:** Diez Sanchez, Maitane

**Zuzendaria (1):** Azkorra Larrinaga, Zalao

**Ikasturtea:** <2017-2018>

**Data:** <Bilbon, 2018-ko Ekainaren 28a>

## AURKIBIDEA

2.	KALKULUAK .....	7
2.1.	UBS .....	7
2.1.1.	ZONA KLIMATIKOA .....	7
2.1.2.	EGUZKIAREN EKARPEN MINIMOA .....	7
2.1.3.	UBS-REN ESKARIAREN KALKULUA .....	8
2.1.4.	EGUZKIAREN EKARPENAREN KALKULUA: F-CHART METODOA .....	12
2.1.4.1.	HILEROKO BERO KARGEN BALIOZTAPENA. ....	13
2.1.4.2.	EGUZKI ERRADIAZIOAREN EBALUAZIOA .....	14
2.1.4.3.	D <sub>1</sub> PARAMETROAREN KALKULUA. ....	16
2.1.4.4.	D <sub>2</sub> PARAMETROAREN KALKULUA. ....	18
2.1.4.5.	F GRAFIKAREN ZEHAZTAPENA. ....	23
2.1.4.6.	EGUZKI ESTALDURAREN HILEROKO EBALUAZIOA. ....	24
2.1.5.	KOLEKTOREEN GALEREN KALKULUAK .....	25
2.1.5.1.	ORIENTAZIO ETA INKLINAZIOA GALERAK .....	25
2.1.5.2.	ITZALEN ERRUZ SORTZEN DIREN GALERAK .....	26
2.1.6.	ESPANTSIO ONTZIAREN KALKULUA .....	27
2.2.	BEROKUNTZA ESKAERAREN KALKULUAK .....	30
2.2.1.	DATU OROKOR BATZUK .....	31
2.2.1.1.	DISEINUKO TENPERATURAK .....	31
2.2.2.	INGURATZAILE TERMIKOEN PARAMETROEN KALKULUA. ....	32
2.2.2.1.	ITXITURA OPAKUAK .....	33
2.2.2.1.1.	KANPOKO HORMAK .....	34
2.2.2.1.1.1.	ZAHAR-EGOITZAREN SOLAIRU NAGUSIA ETA LEHEN SOLAIRUA .....	35
2.2.2.1.1.2.	ZAHAR-EGOITZAREN BIGARREN SOLAIRUA .....	36

2.2.2.1.1.3. EGUNEKO ZENTROAREN HORMAK.....	40
2.2.2.1.2. TEILATUAK .....	42
2.2.2.1.3. ZORUAK .....	44
2.2.2.2. ITXITURA ERDI-GARDENAK.....	48
2.2.3. BEROKUNTZA SISTEMAREN KARGA TERMIKOA. ....	50
2.2.3.1. INGURATZAILE TERMIKO GALEREN KALKULUA. ....	51
2.2.3.2. AIREZTAPEN GALEREN KALKULUA.....	54
2.2.3.3. INFILTRAZIO GALEREN KALKULUA.....	56
2.2.3.4. BEROKUNTZAREN KARGA TERMIKO TOTALA. ....	56
2.2.4. GALDARAREN POTENTZIAREN KALKULUA.....	56
2.2.5. PELLET SILOAREN BOLUMENA. ....	57
2.3. GANTT DIAGRAMA .....	58

## IRUDIEN ZERRENDA

2.1. Irudia. Eguzkiren erradiazio energia balioak lortzeko grafika. ....	26
2.2. Irudia. Solairu nagusia eta lehenengo solairuaren hormen geruzak. ....	35
2.3. Irudia. Bigarren solairuaren hormen geruzak. ....	37
2.4. Irudia. Eguneko zentroaren hormaren geruzak . ....	40
2.5. Irudia. Teilatuaren barneko geruzen posizioa. ....	42
2.6. Irudia. Zorua barneko geruzak. ....	44
2.7. Irudia. Zorua 2-ren geruza desberdinak . ....	46
2.8. Irudia. Zorua 3-ren geruza desberdinak . ....	46
2.9. Irudia. Proiektu teorikoaren Gantt diagrama. ....	58
2.10. Irudia. Proiektuaren obrak fasea Gantt diagrama. ....	59

## TAULEN ZERRENDA

2.1. Taula. UBS-ren urteroko eguzki ekarpen minimoak.....	7
2.2. Taula. UBS eskari erreferentzia 60 °C-tan .....	8
2.3. Taula. UBS eskaria hilabete bakoitzeko.....	9
2.4. Taula. Sareko ur hotzaren tenperatura, tenperatura zuzendua eta metagailuaren tenperatura.....	11
2.5. Taula. UBS-ren eskaera energetikoa. ....	12
2.6. Taula. UBS-rem eskaria hilabetero.....	13
2.7. Taula. Eguzki irradiazio jazoera kalkulatzeko parametroak eta emaitzak .....	15
2.8. Taula. Kolektoreak hilabete bakoitzean xurgatutako energia (Ea).....	17
2.9. Taula. Hilabete bakoitzeko D1 parametroaren balio desberdinak.....	18
2.10. Taula. K <sub>2</sub> zuzenketa faktorea eta kalkulatzeko beharrezkoak diren datuak.....	20
2.11. Taula. Ep lortzeko balioak eta emaitzak.....	21
2.12. Taula. Hilabete bakoitzeko D <sub>2</sub> parametroaren balioa. ....	22
2.13. Taula. f balioak hilabetero.....	23
2.14. Taula. Hilabete bakoitzeko Q <sub>Erabilgarri</sub> desberdinak. ....	24
2.15. Taula. Galera mugak.....	25
2.16. Taula. Diseinuko barruko baldintzak. ....	31
2.17. Taula. Diseinuko tenperaturen laburbilketa.....	32
2.18. Taula. Kanpoko airearekin kontaktuan dauden itxituren gainazaleko erresistentzia termikoa m <sup>2</sup> ·K/.....	34
2.19. Taula. Solairu nagusia eta lehen solairua duten hormen geruzen ezaugarriak.....	36
2.20. Taula. H <sub>r0</sub> -ren balioak tenperaturaren arabera. ....	39
2.21. Taula. Bigarren solairuan dauden hormen geruzen ezaugarriak.....	39
2.22. Taula. Eguneko zentroaren hormen ezaugarriak. ....	41
2.23. Taula. Aire kameren erresistentzia termikoa (m <sup>2</sup> ·K/W). ....	43
2.24. Taula. Teilatuen geruzen ezaugarriak.....	43
2.25. Taula. Zoruko geruzen ezaugarriak. ....	45
2.26. Taula. Eguneko zentroaren zoruaren egitura guztiak. ....	47
2.27. Taula. Egurrezko Leihoak eta ateen transmisibitate termikoa.....	49

2.28. Taula. Zahar egoitzan dauden aluminiozko leihoak eta ateen transmisibitate termikoa. .....	49
2.29. Taula. Eguneko zentroak dauden aluminiozko leihoak eta ateen transmisibitate termikoa.....	50
2.30. Taula. Zahar egoitza eta eguneko zentroaren hormen inguratzaile termikoak. ....	52
2.31. Taula. Diseinuko inguratzaile termikoaren karga termiko totalak. ....	54
2.32. Taula. Kanpoko aire emariak, $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{pertsone}$ . ....	55

## 2. KALKULUAK

Lehenengo atalean memorian energiaren hautaketan lortutako ondorioak erabiliz, eguzki energia UBS hornitzeko erabiliko da eta biomasa galdara, sistema horren elementu osagarria izango da. Honetaz gain, biomasa berokuntza sistema osoaz arduratuko da.

### 2.1. UBS

#### 2.1.1. ZONA KLIMATIKOA

Zona klimatikoa zehazteko kontuan hartu egin dira bi modu. Alde batetik, 3.1. *Eranskinean: Zona klimatikoa* adierazi egin den zona klimatikoa, hots, C1 zonan kokatzen dela ondorioztatuz. Bestetik, 3.2. *Eranskinean: Bataz besteko eguzki erradiazio orokorran* dauden datuak erabili egin dira. Beraz, Lekeitioko zona klimatikoa I dela mugatu egin da.

#### 2.1.2. EGUZKIAREN EKARPEN MINIMOA

CTE-aren DB HE-an dagoen HE 4 sekzioaren arabera, eguzki ekarpen minimoa eguzki energiaren urteroko balioak eta energia eskariaren arteko erlazioa da, hileko baliotatik abiatuz.

Orduan, HE 4 sekzioan 2.1. taula dago. Taula hau zona klimatikoen arabera eta maila desberdinen UBS eskariaren arabera (60°C-tako temperatura erreferentzia erabiliz), urteroko eguzki ekarpen minimoak zehazten ditu UBS beharrak asetzeko.

2.1. Taula. UBS-ren urteroko eguzki ekarpen minimoak<sup>[CTE]</sup>.

Eraikin baten UBS eskari totala (I/d)	Zona klimatikoa				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	40	50	60
5.000-10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

2.1.1 *Zona klimatikoan* aipatu bezala, Lekeitio Zona klimatiko I da. Hori dela eta, taulan adierazten den moduan, instalazioak UBS-ren ekarpen minimoa %30-koa izan behar da.

### 2.1.3. UBS-REN ESKARIAREN KALKULUA

Ur bero sanitarioaren eskaria atal honetan kalkulatu da. Eguzki energia termikoa eta pellets galdara erabiliz, urtean zehar ura berotuko da eta horregatik, garrantzitsua da eskaria ondo determinatzea.

Horretarako, Eraikuntzaren kode teknikoan agertzen dena jarraituko da. Hasteko, 2.2. taulan dauden datuak, eraikuntza kode teknikoak 60 °C-tan zehazten diren emari minimoak dira. Orduan, taula horretan oinarrituz eta zahar egoitza bat dela jakinda, ur bero sanitarioaren eskaria 41 litro/egun·pertsona dela ondorioztatu daiteke.

2.2. Taula. UBS eskari erreferentzia 60 °C-tan <sup>[13]</sup>

Eskariaren irizpidea	litro/egun·unitatea	Unitatea
<b>Etxebizitza</b>	28	Pertsonako
<b>Ospitaleak eta klinikak</b>	55	Pertsonako
<b>anbulatorioa eta osasun zentroa</b>	41	Pertsonako
<b>Hotela (*****)</b>	69	Pertsonako
<b>Hotela (****)</b>	55	Pertsonako
<b>Hotela (***)</b>	41	Pertsonako
<b>Hotela/ostatua (**)</b>	34	Pertsonako
<b>Kanpina</b>	21	Pertsonako
<b>Ostatua/pentsioa (*)</b>	28	Pertsonako
<b>Egoitza</b>	41	Pertsonako
<b>Espetxe</b>	28	Pertsonako
<b>Aterpeak</b>	24	Pertsonako
<b>Aldagelak/dutxak kolektiboak</b>	21	Pertsonako
<b>Eskolak dutxekin</b>	4	Pertsonako



<b>Eskolak dutxa gabe</b>	21	Pertsonako
<b>Kuartelak</b>	28	Pertsonako
<b>Fabrikak eta tailerrak</b>	21	Pertsonako
<b>Ofizinak</b>	2	Pertsonako
<b>Gimnasioak</b>	21	Pertsonako
<b>Jatetxeak</b>	8	Pertsonako
<b>Kafetegiak</b>	1	Pertsonako

Kalkuluekin jarraituz, zahar egoitzan lortutako datuen arabera, 86 ohe daude. Beraz, aurreko datua eta pertsonen kopurua erlazionatuz, ur bero sanitario eskariaren balioa 3526 litro / egun izango da.

Datu hori edukiz gero, hilabete bakoitzeko eskaria kalkulatu daiteke, aintzat hartuz hilabete guztiak ez dutela egun kopuru berdina. Ondorioz, UBS eskaria desberdina izango da hilabetearen arabera. 3.3. taulan Ikusi daiteke hilabete bakoitzean lortutako eskari kopurua.

### 2.3. Taula. UBS eskaria hilabete bakoitzeko <sup>[Lanketa propioa]</sup>

Hilabeteak	UBS eskaria (l/egun)	Egun Kopurua	UBS eskaria (l/hilabete)
<b>Urtarrila</b>	3526	31	109306
<b>Otsaila</b>	3526	28	98728
<b>Martxoa</b>	3526	31	109306
<b>Apirila</b>	3526	30	105780
<b>Maiatza</b>	3526	31	109306
<b>Ekaina</b>	3526	30	105780
<b>Uztaila</b>	3526	31	109306
<b>Abuztua</b>	3526	31	109306
<b>Iraila</b>	3526	30	105780
<b>Urria</b>	3526	31	109306

<b>Azaroa</b>	3526	30	105780
<b>Abendua</b>	3526	31	109306
<b>Urte osoko kontsumoa</b>			<b>1286990</b>

Behin, hilabete bakoitzeko UBS kalkulatu, instalazioaren helburua sareko temperatura berotzea da, hornitutako temperatura arte (60°). Hori dela eta, energia behar da eta hurrengo formula aplikatuz (2.1. Ekuazioa), hilabete bakoitzak behar duen energia kantitatea zehaztuko da.

$$Q_{UBS} = V * \rho * C_p * \Delta T \quad (2.1. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$Q_{ACS}$ : Hilabete bakoitzeko eskari energetikoa (kJ/s edo kW)

$V$ : hilabete bakoitzeko UBS eskaria (l/hilabete)

$\rho$ : Uraren dentsitatea (1 kg/L)

$C_p$ : Uraren bero espezifikoa (4,18 KJ/kg °C)

$\Delta T = T_{\text{metagailu}} - T_{\text{sarea}}$ : Metagailuaren eta sareko temperaturaren arteko diferentzia (°C)

Izan ere, esan behar da sareko temperatura ez dela berdina hilabete guztietan 2.4. taulan ikusten den bezala. Beraz, hilabete bakoitzarentzat kalkulatu behar da. Metagailuaren tenperatua, ordea, berdina izaten da, hots, 60 °C.

Bestetik, hiriburua (Bilbo) ez denez egokitzen herriarekin, uraren sareko temperatura zuzendu behar da. Horretarako, hiriburuaren sareko temperatura ( $T_{AFCP}$ ) (Ikusi 2.4. taula) eta herrien arteko altuera diferentzia ( $A_Z$ ) hartuko dira abiapuntu bezala. Zuzenketa hau burutzeko ondoren adierazita dauden formulak (2.2. Ekuazioa) aplikatuko dira [CTE].

$$T_{AFY} = T_{AFCP} - (B * A_Z) \quad (2.2. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$T_{AFY}$ : Tenperatura zuzendua (°C)

$T_{AFCP}$ : Hiriburuaren sareko temperatura (°C)

B:  $B=0,0066$  urritik martxoko hilabeteetarako eta  $B=0,0033$  apiriletik iraileko hilabeteetarako balio finkoa da, CTE-ak zehaztua.

$A_Z$ : Alturen diferentzia. Kasu honetan Bilbo 16 m duenez eta Lekeitio 10 m honela geratzen da:  $A_Z = \text{Herriaren altuera} - \text{hiriburuaren altuera} = 10 - 16 = -6 \text{ m (m)}$

Formula honetaz baliatuz, Lekeition hilabete bakoitzean lortzen den temperatura zuzendua lortzen da eta 2.4. taulan adierazita dago. Esan beharra dago, diferentzia minimoa izan daitekeela.

2.4. Taula. Sareko ur hotzaren temperatura, temperatura zuzendua eta metagailuaren

temperatura<sup>[CTE, Lanketa propioa]</sup>.

Hilabetea	Hiriburuaren sareko temperatura, $T_{AFCP}$ (°C)	Temperatura zuzendua, $T_{AFY}$ (°C)	Metagailuaren Temperatura $T_{\text{metagailu}}$ (°C)
Urtarrila	9	9,0396	60
Otsaila	10	10,0396	60
Martxoa	10	10,0396	60
Apirila	11	11,0198	60
Maiatza	13	13,0198	60
Ekaina	15	15,0198	60
Uztaila	17	17,0198	60
Abuztua	17	17,0198	60
Iraila	16	16,0198	60
Urria	14	14,0396	60
Azaroa	11	11,0396	60
Abendua	10	10,0396	60

Amaitzeko, egin behar den azken pausua 2.1. ekuazioan datuak sartzea eta erabiliko diren unitateetara pasatzen da. Horretarako kontuan izan behar da zenbat denbora behar duen lortzen den bolumena berotzeko. Kasu honetan 3 metagailu daude eta estimatu egin da hamabi ordu behar dituzela metagailu bakoitzak berotzeko. Ondorioz, lortzen diren unitateak kJ/hilabete dira, baina kWh behar direnez, pasatu beha da. 2.5. taulan dauden emaitzak lortuz.

2.5. Taula. UBS-ren eskaera energetikoa<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

2017	V (l/hilabete)	$\Delta T$	Q (kJ/hilabete)	Q (kWh/hilabete)
Urtarrila	109306	50,96	23317181,5	6476,99
Otsaila	98728	49,96	20647404,6	5735,39
Martxoa	109306	49,96	22859626,6	6349,90
Apirila	105780	48,98	21688191,5	6024,50
Maiatza	109306	46,98	21496021,4	5971,12
Ekaina	105780	44,98	19917011,2	5532,50
Uztaila	109306	42,98	19665801,8	5462,72
Abuztua	109306	42,98	19665801,8	5462,72
Iraila	105780	43,98	19474216,1	5409,50
Urria	109306	45,96	21029406,9	5841,50
Azaroa	105780	48,96	21679424,2	6022,06
Abendua	109306	49,96	22859626,6	6349,90
<b>Urte osoko kontsumoa</b>			<b>254299714,8</b>	<b>70638,81</b>

#### 2.1.4. EGUZKIAREN EKARPENAREN KALKULUA: F-CHART METODOA

Instalazio termikoaren dimentsionaketa egiteko f kurben metodoa erabiliko da, hain zuzen ere, F-Chart metodoa. Honek instalazio baten karga termiko totalaren eguzki ekarpena

kalkulatzeko xedea dauka. Metodo hau iteraziozko kalkulu sistema batean oinarritzen da, izen berez ezagutzen diren kurbak erabiliz <sup>[46]</sup>.

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,0245 \cdot D_1^2 + 0,018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^2$$

(2.3. Ekuazioa)

Non,

f: Kalkulatu egin behar den fakzioaren balioa.

D<sub>1</sub>: Kolektorea xurgatu dezakeen energiaren koefizientea.

D<sub>2</sub>: Kolektorea galdu dezakeen energiaren koefizientea.

Jarraitu behar diren pausuak beharrezko izango den eguzki-kolektorearen gainazala kalkulatzen, hurrengo ataletan azaltzen dira:

#### 2.1.4.1. HILEROKO BERO KARGEN BALIOZTAPENA.

Datu hauek "2.1.3 UBS-ren eskariaren kalkulua" atalean lortu egin dira eta 2.5. Taula dauden datuak dira. 2.6. taula honetan bildu egin dira emaitzak horiek.

2.6. Taula. UBS-rem eskaria hilabetero <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabeteak	Q <sub>USB</sub> (kJ/hilabete)
Urtarrila	23317181,5
Otsaila	20647404,6
Martxoa	22859626,6
Apirila	21688191,5
Maiatza	21496021,4

<b>Ekaina</b>	19917011,2
<b>Uztaila</b>	19665801,8
<b>Abuztua</b>	19665801,8
<b>Iraila</b>	19474216,1
<b>Urria</b>	21029406,9
<b>Azaroa</b>	21679424,2
<b>Abendua</b>	22859626,6
<b>Urte osoko kontsumoa</b>	<b>254299714,8</b>

#### 2.1.4.2. EGUZKI ERRADIAZIOAREN EBALUAZIOA.

Eguzki erradiazioaren eguneroko jazoera gainazal inklinatuaren metro karratu bakoitzeko (R) hurrengo faktoreen mendekoa da: eguneroko eguzki erradiazioa, eguzki kolektoreen inklinazioa, atmosfera-efektuen eraginak eta hegoalde geografikoaren desbiderapena. Balio hori lortzeko hurrengo formula aplikatu behar da:

$$R = H \cdot k \cdot k' \cdot k'' \quad (2.4. Ekuazioa)$$

Non,

R: Hilabete bakoitzeko batez besteko egun batean eragiten duen eguzki erradiazio jazoera gainazal inklinatu baten metro karratu bakoitzeko. (kJ/egun·m<sup>2</sup>)

H: Bataz besteko eguzki erradiazio jazoera gainazal horizontal baten metro karratu bakoitzeko (kJ/egun·m<sup>2</sup>). Datu hau egoitza dagoen probintzia kontuan hartuz, 3.4. *Eranskinean: Bataz besteko erradiazio horizontala* dagoen taulan hilabete bakoitzeko batez besteko balioa lortzen da.

$k$ : Zuzenketa faktorea, eguzki-kolektoreen inklinazioa eta instalazioaren inklinazioaren menpekoa. Datu hau 3.5. *Eranskinean: Zuzenketa faktorea* dagoen taularekin lortzen dira. Egoitza kokapenean (*Memoriaren 1.3. Kokapena atalean*) aipatu bezala  $43^\circ$ -ko latitudean dagoenez, soportea  $5^\circ$ -ko multiploak bakarrik baimentzen duenez, gehien hurbiltzen dena  $40^\circ$ -ko da eta inklinazioa hori hartzen da.

$k'$ : Atmosfera-efektuen eraginaren faktorea. Normalean 0,75 eta 1,20 ingurukoa izaten da. Hilabete guztientzat batez bestekoa erabiliko da,  $k'=1$  izanik.

$k''$ : Hegoalde geografikoaren desbiderapenaren faktorea.  $20^\circ$  baino txikiagoa den kasuetan  $k''=1$  da. Kasu honetan hori gertatzen da.

Datu guztiak 2.7. taulan bildu egin dira eta hilabete bakoitzeko R datuak lortu egin dira.

2.7. Taula. Eguzki irradiazio jazoera kalkulatzeko parametroak eta emaitzak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabetea	H (kJ/egun·m <sup>2</sup> )	$k$	$k'$	$k''$	R (kJ/egun·m <sup>2</sup> )
Urtarrila	5000	1,43	1	1	<b>7150</b>
Otsaila	7100	1,33	1	1	<b>9443</b>
Martxoa	10800	1,2	1	1	<b>12960</b>
Apirila	12700	1,07	1	1	<b>13589</b>
Maiatza	15500	0,98	1	1	<b>15190</b>
Ekaina	16700	0,95	1	1	<b>15865</b>
Uztaila	17900	0,98	1	1	<b>17542</b>
Abuztua	15700	1,09	1	1	<b>17113</b>
Iraila	13100	1,25	1	1	<b>16375</b>
Urria	9300	1,44	1	1	<b>13392</b>
Azaroa	6000	1,56	1	1	<b>9360</b>
Abendua	4600	1,54	1	1	<b>7084</b>

### 2.1.4.3. D<sub>1</sub> PARAMETROAREN KALKULUA.

Behin R balioak edukita kalkulatu daiteke D<sub>1</sub> parametroa. Parametro hau kolektoreak hilabete batean xurgatu dezakeen energia eta hilabete bateko UBS-aren eskari energetikoaren arteko erlazioa da. 2.5. ekuazio honen bidez lortzen da.

$$D_1 = \frac{Ea \text{ (Kolektoreak xurgatutako energia:kJ)}}{Q_{UBS} \text{ (Hilabete bateko bero karga:kJ)}} \quad (2.5. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$Q_{UBS}$ : Hilabete bateko UBS-ren bero karga. (kJ)

$Ea$ : Kolektoreak xurgatu dezakeen energia. Datu hau lortzeko 2.6. ekuazioa erabili lortzen da.(kJ)

$$Ea = S_c \cdot R \cdot N \cdot Fr'(\tau\alpha) \quad (2.6. \text{ Ekuazioa})$$

non,

$S_c$ : Kolektorearen edo plaka termikoaren gainazala totala. (m<sup>2</sup>) Datu hau “3.6. Eranskinean: Plaka termikoaren ezaugarriak” dago eta kasu honetan 2,33 m<sup>2</sup> /plaka bakoitzeko.

$R$ : Esan bezala, hilabete bakoitzeko batez besteko egun batean eragiten duen eguzki erradiazio jazoera gainazal inklinatu baten metro karratu bakoitzeko. “2.1.4.2 atalean: Eguzki erradiazioaren ebaluazioan” kalkulatu egin da. (kJ/egun·m<sup>2</sup>)

$N$ : Hilabete bakoitzeko egun kopurua. (egun)

$Fr'(\tau\alpha)$ : Adimentsionala den faktorea. Hurrengo formularen bidez kalkulatzen dena:

$$Fr'(\tau\alpha) = Fr(\tau\alpha)^n \cdot \left[ \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)^n} \right] \cdot \left( \frac{Fr'}{Fr} \right) \quad (2.7. \text{ Ekuazioa})$$

non,



- $Fr'(t\alpha)n$  : Kolektorearen efizientzia optikoaren faktorea. Kasu honetan “3.6. Eranskinean: Plaka termikoaren ezaugarriak” dagoen plaken ezaugarrietan oinarrituz, datu hau 0,757-koa da.
- $\left[\frac{(t\alpha)}{(t\alpha)n}\right]$ : Erasoaren angeluaren eraldaketa. Balio hau ere, “3.6. Eranskinean: Plaka termikoaren ezaugarriak” dagoen ezaugarrietan adierazten da, 0,89 izanik.
- $\left(\frac{Fr'}{Fr}\right)$ : Zuzenketa faktorea kolektorea eta trukatzailearen arteko multzoarentzat. Gomendatzen da 0,95.

Orduan, 2.7. Ekuazioa aplikatuz eta datuak sartuz ondorengo emaitzak lortzen dira.

$$Fr'(t\alpha) = Fr(t\alpha)n \cdot \left[\frac{(t\alpha)}{(t\alpha)n}\right] \cdot \left(\frac{Fr'}{Fr}\right) = 0,757 \cdot 0,89 \cdot 0,95 = 0,64 \text{ (2.7. Ekuazioa)}$$

Ekuazioaren datu guztiak lortu eta gero, kalkulatu daiteke Ea balioa hilabete bakoitzeko. 2.8. taula honetan datu hauek bildu egin dira.

2.8. Taula. Kolektoreak hilabete bakoitzean xurgatutako energia (Ea) <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabetea	Sc (m <sup>2</sup> )	R (kJ/egun·m <sup>2</sup> )	N (egun)	Fr' (tα) (∅)	Ea (kJ)
Urtarrila	44,27	7150	31	0,64	6279965,12
Otsaila	44,27	9443	28	0,64	7491305,651
Martxoa	44,27	12960	31	0,64	11382985,73
Apirila	44,27	13589	30	0,64	11550432,58
Maiatza	44,27	15190	31	0,64	13341632,19
Ekaina	44,27	15865	30	0,64	13484996,16
Uztaila	44,27	17542	31	0,64	15407433,31
Abuztua	44,27	17113	31	0,64	15030635,4
Iraila	44,27	16375	30	0,64	13918488

<b>Urria</b>	44,27	13392	31	0,64	11762418,59
<b>Azaroa</b>	44,27	9360	30	0,64	7955850,24
<b>Abendua</b>	44,27	7084	31	0,64	6221996,211

Ea balioak lortu ostean,  $D_1$  parametroa lortu daiteke 2.5. Ekuazioa erabiliz. 2.9. taulan ikusi daitezke lortutako emaitzak.

2.9. Taula. Hilabete bakoitzeko  $D_1$  parametroaren balio desberdinak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabeteak	Ea (kJ)	$Q_{UBS}$ (kJ)	$D_1$ ( $\emptyset$ )
<b>Urtarrila</b>	6279965,12	23317181,54	0,269
<b>Otsaila</b>	7491305,651	20647404,69	0,363
<b>Martxoa</b>	11382985,73	22859626,63	0,498
<b>Apirila</b>	11550432,58	21688191,58	0,532
<b>Maiatza</b>	13341632,19	21496021,46	0,621
<b>Ekaina</b>	13484996,16	19917011,26	0,677
<b>Uztaila</b>	15407433,31	19665801,8	0,783
<b>Abuztua</b>	15030635,4	19665801,8	0,764
<b>Iraila</b>	13918488	19474216,18	0,715
<b>Urria</b>	11762418,59	21029406,96	0,559
<b>Azaroa</b>	7955850,24	21679424,23	0,367
<b>Abendua</b>	6221996,211	22859626,63	0,272

#### 2.1.4.4. $D_2$ PARAMETROAREN KALKULUA.

$D_2$  parametroa tenperatura zehatz baten kolektorearen energia galerak eta hilabete bateko bero karga erlazionatzen du. Parametroa ekuazio honen bidez lortzen da:

$$D_2 = \frac{E_p \text{ (Kolektoreak galdutako energia:kJ)}}{Q_{UBS} \text{ (Hilabete bateko bero karga:kJ)}} \quad (2.8. Ekuazioa)$$

Non,

$Q_{UBS}$ : Hilabete bateko UBS-ren bero karga. (kJ)

$E_p$ : Kolektoreak galdu dezakeen energia. Datu hau lortzeko 2.9. Ekuazioa erabili lortzen da.(kJ)

$$E_p = S_c \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Fr'UL(100 - T_a) \quad (2.9. Ekuazioa)$$

non,

$S_c$ : Kolektorearen edo plaka termikoaren gainazala. (m<sup>2</sup>) Esan bezala, 3.6. Eranskineko datu da, hots, 2,33 m<sup>2</sup> /plaka bakoitzeko.

$\Delta t$ : Estimatu egin den denbora tartea. (s) Hilabete bakoitzarentzat egun kopuru desberdina duenez desberdina izango da, 2.10. taulan adierazi den moduan.

$K_1$ : Biltegitatze zuzenketa faktorea da eta hurrengo formula aplikatuz lortzen da.

$$K_1 = \left[ \frac{\text{kg metagailua}}{75 \cdot S_c} \right]^{-0,25} \quad (2.10. Ekuazioa)$$

$$K_1 = \left[ \frac{3500 \text{ kg}}{75 \cdot 44,27 \text{ m}^2} \right]^{-0,25} = 0,98$$

$$37,5 < \frac{\text{kg metagailu}}{\text{m}^2 \text{ kolektorea}} < 300 \rightarrow 37,5 < \frac{3500}{44,27} < 300$$

$K_2$ : UBS-ren zuzenketa faktorea, ezen UBS-ren tenperatura minimoa, sareko tenperatura eta hileroko ingugiro tenperatura erlazionatzen duen. Kalkulatzeko 2.11. ekuazioa erabiltzen da.

$$K_2 = \frac{11,6+1,18 \cdot T_{UBS \min} + 3,86 \cdot T_{sarea} - 2,32 \cdot T_a}{(100 - T_a)} \quad (2.11. Ekuazioa)$$

Non,

$T_{UBS \min}$ : UBS temperatura minimo. (°C) kasu honetan 60 °C.

$T_{sarea}$ : Sareko ur temperatura. (°C) (2.1.3 UBS-ren eskariaren kalkuluan dagoen 2.10. taulako datuak dira)

$T_a$ : Hilabete bateko Ingurugiroko batz besteko temperatura. (°C) <sup>[57]</sup>.

2.10. Taula.  $K_2$  zuzenketa faktorea eta kalkulatzeko beharrezkoak diren datuak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabeteak	$T_{UBS \min}$ (°C)	$T_{sarea}$ (°C)	$T_a$ (°C)	$K_2$
Urtarrila	60	9,0396	8,8	1,062
Otsaila	60	10,0396	7,3	1,124
Martxoa	60	10,0396	10,4	1,083
Apirila	60	11,0198	15,1	1,059
Maiatza	60	13,0198	16,3	1,133
Ekaina	60	15,0198	19,4	1,183
Uztaila	60	17,0198	21,7	1,248
Abuztua	60	17,0198	21,6	1,250
Iraila	60	16,0198	17,6	1,255
Urria	60	14,0396	16,5	1,177
Azaroa	60	11,0396	14	1,076
Abendua	60	10,0396	13,9	1,032

$Fr'UL$ : kolektorearen kurba karakteristikoaren malda eta kolektorearen eta trukagailuaren arteko zuzenketa faktorearen arteko faktorearen menpekoa da.

Non,

$$Fr'UL = FrUL \cdot (Fr'/Fr) \quad (2.12. \text{ Ekuazioa})$$

$FrUL$ : Kolektorearen kurba karakteristikoaren malda. IDAE eta UNE EN 12975-2-ren arabera, lehen mailako galeren koefizientea ( $k_1$ ) gehi 30 aldiz bigarren mailako koefizientea ( $k_2$ ) eginez lortzen da. (Ikusi 2.13. ekuazioa)

$$FrUL = k_1 + 30 \cdot k_2 \quad (2.13. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$k_1$  eta  $k_2$ : galeren koefizienteak diren eta 3.6. Eranskinean dagoen plaken ezaugarrietan dauden:  $k_1 = 4,069 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  eta  $k_2 = 0,020 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .

$$FrUL = k_1 + 30 \cdot k_2 = 4,069 + 30 \cdot 0,020 = 4,669 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$\left(\frac{Fr'}{Fr}\right)$ : Kolektorea eta trukagailuaren multzoaren zuzenketa faktorea. Gomendatzen da 0,95-koa izatea.

Balioak 2.12. ekuazioan sartuz gero, honela geratzen da:

$$Fr'UL = FrUL \cdot \left(\frac{Fr'}{Fr}\right) = \left(\frac{4,669}{1000}\right) \cdot 0,95 = 0,00443555 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$$

$T_a$ : Bataz besteko inguruko tenperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )<sup>[57]</sup>.

Datu guztiak bildu eta gero  $Ep$  kalkulatu daiteke eta 2.11. taulan bildu diren datuak eta  $Ep$ -ren balioak hilabetearen arabera lortu egin dira.

2.11. Taula.  $Ep$  lortzeko balioak eta emaitzak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hilabeteak	$S_c$ ( $\text{m}^2$ )	$\Delta t$ (s)	$K_1$	$K_2$	$Fr' \quad UL$ ( $\text{kW/m}^2 \cdot \text{K}$ )	$T_a$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$Ep$ (kJ)
Urtarrila	44,27	2678400	0,98	1,062	0,004435	8,8	49931952,55
Otsaila	44,27	2419200	0,98	1,124	0,004435	7,3	48516874,78
Martxoa	44,27	2678400	0,98	1,083	0,004435	10,4	50008234,23
Apirila	44,27	2592000	0,98	1,059	0,004435	15,1	44843464,35

<b>Maiatza</b>	44,27	2678400	0,98	1,133	0,004435	16,3	48882343,49
<b>Ekaina</b>	44,27	2592000	0,98	1,183	0,004435	19,4	47568855,02
<b>Uztaila</b>	44,27	2678400	0,98	1,248	0,004435	21,7	50383237,01
<b>Abuztua</b>	44,27	2678400	0,98	1,250	0,004435	21,6	50502813,69
<b>Iraila</b>	44,27	2592000	0,98	1,255	0,004435	17,6	51577134,56
<b>Urria</b>	44,27	2678400	0,98	1,177	0,004435	16,5	50672090,98
<b>Azaroa</b>	44,27	2592000	0,98	1,076	0,004435	14	46154498,97
<b>Abendua</b>	44,27	2678400	0,98	1,032	0,004435	13,9	45823050,36

Hilabete bakoitzeko Ep lortu ondoren, kalkulatu daiteke  $D_2$  parametroa. Horretarako, aurretik azaldutako 2.8. ekuazioa erabiliko da eta 2.12. taulan datuak bildu egin dira.

2.12. Taula. Hilabete bakoitzeko  $D_2$  parametroaren balioa [Lanketa propioa].

Hilabeteak	Ep (kJ)	$Q_{UBS}$ (kJ)	$D_2$ (Ø)
<b>Urtarrila</b>	49931952,55	23317181,54	2,141
<b>Otsaila</b>	48516874,78	20647404,69	2,350
<b>Martxoa</b>	50008234,23	22859626,63	2,188
<b>Apirila</b>	44843464,35	21688191,58	2,068
<b>Maiatza</b>	48882343,49	21496021,46	2,274
<b>Ekaina</b>	47568855,02	19917011,26	2,388
<b>Uztaila</b>	50383237,01	19665801,8	2,562
<b>Abuztua</b>	50502813,69	19665801,8	2,568
<b>Iraila</b>	51577134,56	19474216,18	2,648
<b>Urria</b>	50672090,98	21029406,96	2,409
<b>Azaroa</b>	46154498,97	21679424,23	2,129
<b>Abendua</b>	45823050,36	22859626,63	2,004

#### 2.1.4.5. F GRAFIKAREN ZEHAZTAPENA.

Bi parametroak lortu eta gero, hau da,  $D_1$  eta  $D_2$  parametroak edukita, atal honen hasieran azaldutako formula (2.14. Ekuazioa) aplikatuko da. Honela hilabete bakoitzeko eguzki sistemak ematen duen bero kargaren frakzioa lortzen da.

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,0245 \cdot D_1^2 + 0,018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^2$$

(2.14. Ekuazioa)

#### 2.13. Taula. f balioak hilabetero.

Hilabeteak	$D_1$ ( $\emptyset$ )	$D_2$ ( $\emptyset$ )	f
Urtarrila	0,269	2,141	0,13
Otsaila	0,363	2,350	0,20
Martxoa	0,498	2,188	0,32
Apirila	0,532	2,068	0,36
Maiatza	0,621	2,274	0,41
Ekaina	0,677	2,388	0,45
Uztaila	0,783	2,562	0,51
Abuztua	0,764	2,568	0,50
Iraila	0,715	2,648	0,46
Urria	0,559	2,409	0,36
Azaroa	0,367	2,129	0,22
Abendua	0,272	2,004	0,14

#### 2.1.4.6. EGUZKI ESTALDURAREN HILEROKO EBALUAZIOA.

F lortu ondoren, biderkatuz gero UBS eskariarekin lortzen da erabilgarria den energia. (Ikusi 2.15. ekuazioa).

$$Q_{Erabilgarria} = f \cdot Q_{UBS} \quad (2.15. \text{ Ekuazioa})$$

Hilabetearen arabera desberdina denez, 2.14. taula honetan kalkulatu egin dira Q erabilgarria desberdinak.

2.14. Taula. Hilabete bakoitzeko  $Q_{Erabilgarria}$  desberdinak.

Hilabeteak	$Q_{UBS}$ (kJ)	f	$Q_{Erabilgarria}$ (kJ)
Urtarrila	23317181,54	0,13	3004381,49
Otsaila	20647404,69	0,20	4115455,88
Martxoa	22859626,63	0,32	7331455,91
Apirila	21688191,58	0,36	7700811,02
Maiatza	21496021,46	0,41	8833032,86
Ekaina	19917011,26	0,45	8884606,51
Uztaila	19665801,8	0,51	10057581,70
Abuztua	19665801,8	0,50	9791515,19
Iraila	19474216,18	0,46	8931158,15
Urria	21029406,96	0,36	7496859,51
Azaroa	21679424,23	0,22	4671127,23
Abendua	22859626,63	0,14	3184271,27
<b>URTERO</b>	<b>254299714,8</b>	<b>0,34</b>	<b>84002256,74</b>



### 2.1.5. KOLEKTOREEN GALEREN KALKULUAK

Kolektorearen galerak, kontuan hartzeko beste parametro bat da. Hauek orientazio eta inklinazio balio maximoak ezagutzeko kalkulatu behar dira, CTE-an dauden mugak ez gainditzeko helburuarekin. Galera hauek hegoaldeko orientazioa, inklinazio hoberena eta itzalik gabeko ezaugarriak dituen kolektorearen gainazalean eragiten duen eguzki erradiazioaren ehunekoa da. CTE-an, HE 4 atalean zehazten duen bezala, galerak ezin dira 2.15. taulak zehaztutako limiteak baino txikiagoak izan <sup>[13]</sup>.

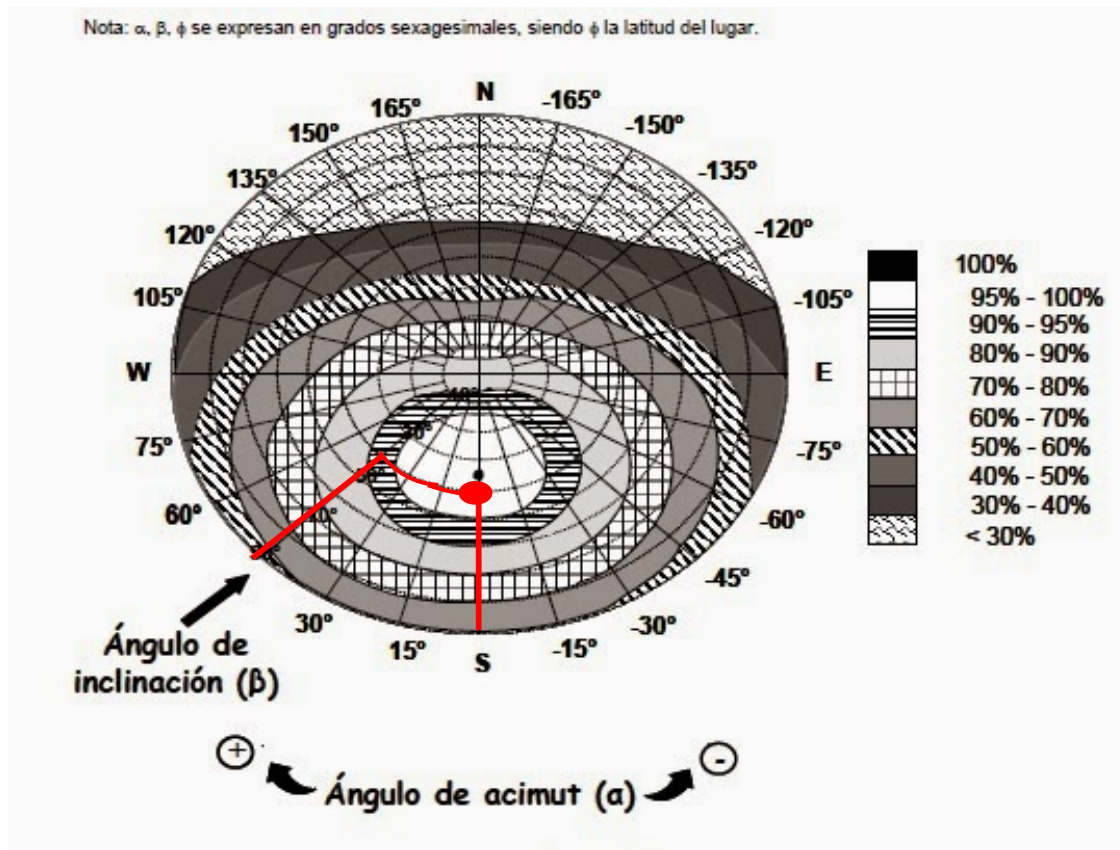
2.15. Taula. Galera mugak <sup>[CTE]</sup>.

Kasua	Orientazioa eta inklinazioa	Itzala	Totala
Orokorra	10%	10%	15%
Kolektoreen gainezarpina	20%	15%	30%
Kolektoreen arkitektoniko integrazioa	40%	20%	50%

#### 2.1.5.1. ORIENTAZIO ETA INKLINAZIOA GALERAK

Muga balioak behin ezagututa, orientazio eta inklinazioa galerak zehazteko bi balio kontuan izan behar dira <sup>[13]</sup>:

- Inklinazio angelua ( $\beta$ ): Plano horizontalarekin kolektorearen gainazalak sortzen duen angelua. Kasu honetan 40°-koa da.
- Azimut angelua ( $\alpha$ ): kolektorearen gainazalaren proiektzioa eta lekuaren meridioan sortzen duen angelua. Kolektoreak hegoaldera orientatu behar direnez, azimut 0°-koa izango da.



2.1. Irudia. Eguzkiren erradiazio energia balioak lortzeko grafika <sup>[20]</sup>.

Orduan, balio horiek edukita eta 2.1. irudian dagoen grafika aztertuz, %95-100%-ko eguzkiaren erradiazio energiaren onura dagoela. Hori dela eta, orientazio eta inklinazio galerak %5 baino txikiagoak izango dira eta ondorioz, aurretik 2.15. taulan adierazitako muga balioak betetzen ditu, hots, CTE-a betetzen du.

### 2.1.5.2. ITZALEN ERRUZ SORTZEN DIREN GALERAK

Instalazio honetan edozein urteko egunetan edo egunean zehar ez du itzalezko oztoporik, bere inguruan ez daudelako ez zuhaitz handirik, ezta eraikinik ere. Hala ere, zuhaitzaren bat eragozten baldin badu, zuhaitzak lekuz aldatuko dira eta beste leku batean berraldatuko dira. Beraz, galera hauek ez daudela suposatuko da.

## 2.1.6. ESPANTSIO ONTZIAREN KALKULUA

Espantsio ontziaren bolumena zehazteko lehengo pausua sistema primario guztien elementuetan dagoen jariakinaren bolumena kalkulatu behar da. Horretarako 2.16. ekuazioa erabiliko da bolumen totala lortzeko <sup>[9]</sup>.

$$V_{totala} = V_{tutuak} + V_{Kolektoreak} + V_{Bero trukagailua} \quad (2.16. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$V_{tutuak}$ : Sistema primarioaren tutuen bolumenaren estimazioa. Hau kalkulatzeko tutuen sekzioa eta luzera kontuan hartuko da.

$$V_{tutuak} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0,022^2}{4} \cdot 50 = 0,019 \text{ m}^3 = 19l \quad (2.17. \text{ Ekuazioa})$$

$V_{Kolektoreak}$ : Fitxa teknikoan esaten duen jariakinaren bolumena bider kaptadore kopurua lortzen da.

$$V_{Kolektoreak} = 19 \cdot 2,33l = 44,27l \quad (2.18. \text{ Ekuazioa})$$

$V_{Bero trukagailua}$ : Bero trukagailuaren bolumena lortzeko, kontuan hartuko dira plaken arteko hutsunea (1,8mm·31 hutsune) eta dimentsioak (790 X 190 mm).

$$V_{Bero trukagailua} = 31 \cdot 0,0018 \cdot 0,790 \cdot 0,190 = 0,00837 \text{ m}^3 = 8,37l \quad (2.19. \text{ Ekuazioa})$$

Orduan, sistema primarioaren bolumen totala 2.16. ekuazioan datuak sartuz lortzen da.

$$V_{totala} = V_{tutuak} + V_{Kolektoreak} + V_{Bero trukagailua} = 19 + 44,27 + 8,37 = 71,64l$$

(2.16. Ekuazioa)

Izan ere, bolumen hori aintzat hartuz beste faktore batzuk gehitu behar dira. Horregatik, hurrengo hiru balio kalkulatu behar dira bolumen totalaren funtzioan Espantsio ontziaren bolumen erabilgarria lortzeko.

$$V_{erabilgarria} = V_{Dilatatu} + V_{erreserba} + V_{Lurrundua} \quad (2.20. Ekuazioa)$$

Non,

$V_{Dilatatu}$ : Jariakina berotuz gero, normalean dilatatzeko joera dutenez, bolumena handitu egiten da eta horregatik handipen hori kalkulatu behar da espantsio ontziaren bolumenean handipen hori aurreikusteko. Hau kalkulatzeko ondorengo 2.21. ekuazioa erabiltzen da.

$$V_{Dilatatu} = V_{totala} \cdot \Delta T \cdot Ce \quad (2.21. Ekuazioa)$$

Non,

$V_{totala}$ : aurretik lortutako balioa, 71,64 (l)

$\Delta T$ : Temperatura diferentzia. Kasu honetan, 140°C plakaren temperatura maximoa izango da eta minimoa, aldiz, -8,6°C-koa: Bilbon izandako temperatura minimo historikoa izanda (1963-ko Otsailaren 3an) <sup>[65]</sup>.

$C_e$ : Espantsio koefizientea (Fitxa teknikoan dauden grafikoan artean (3.14. Eranskineko grafikoa) lortutako balioa:  $42 \cdot 10^{-5}/K$ )

$$V_{Dilataturua} = 71,64 \cdot (140 - (-8,6)) \cdot (42 \cdot 10^{-5}) = 71,64 \cdot 0,0624 = 4,47l$$

(2.21. Ekuazioa)

$V_{erreserba}$ : Normalean bolumen totalaren %4 egin behar eta gutxienez 3l izan behar direnez hori hartuko da.

$V_{Lurrundua}$ : Kaptadoreetan zegoen bolumena lurrunduz gero, estimatu behar da aintzat hartuz tutuen bolumena ere lurrundu daitekela. Orduan kaptadoreen bolumena bider %10 egin behar da lurrundu egiten del bolumena kalkulatzeko.

$$V_{Lurrundua} = 44,27 \cdot 1,10 = 48,697l \quad (2.22. Ekuazioa)$$

Bolumen erabilgarria kalkulatzeko, arestian azaldutako 2.20. ekuazioa erabiltzen da.

$$V_{erabilgarria} = V_{Dilataturua} + V_{erreserba} + V_{Lurrundua} = 4,47 + 3 + 48,697 = 56,167l$$

(2.20. Ekuazioa)

Datu hauek guztiak lortuta, Espantsio ontziaren bolumena lortzeko espantsio ontziaren bolumen erabilgarriari biderkatu behar zaio presiozko koefizientea. (Ikusi 2.23. ekuazioa).

$$V_{Erreala} = V_{Erabilgarria} \cdot Cp \quad (2.23. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$V_{Erabilgarria}$ : aurretik kalkulaturako bolumena, hain zuzen 56,167 litro.

$Cp$ : Presioaren koefizientea. Koefiziente hau kalkulatzeko presio maximoa eta minimoak estimatu behar dira eta ondorengo formulari sartu. Presio maximoa espantsio ontzian izan daitekeen presio maximoa izango da 10 bar gutxi gora behera eta minimoa, ordea, 3 izango da fitxa teknikoan esaten duen bezala plaken irteeran presio hori izan behar duelako gutxi gora behera.

$$Cp = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}} = \frac{10}{10 - 3} = 1,42 \quad (2.24. \text{ Ekuazioa})$$

$$V_{Erreala} = V_{Erabilgarria} \cdot Cp = 56,167 \cdot 1,42 = 79,75l \approx 80l \quad (2.23. \text{ Ekuazioa})$$

Laburbilduz, espantsio ontziaren bolumena 80 litrokoa izan behar da.

## 2.2. BEROKUNTZA ESKAERAREN KALKULUAK

Berokuntza eskaera kalkulatzeko, kalkulatu beharko da zenbat energia behar den egoitzak tenperatura konfort batean mantentzeko. Horregatik, kontuan hartu behar dira galerak, inguratzaile termikoak, aireztapenak eta infiltrazioak sortutakoak esate baterako.

Galeren kalkuluekin hasi baino lehen zehaztu behar dira erabiliko diren tenperaturak eta inguratze termiko osatzen duten elementuen parametroak, hots, diseinuko tenperaturak eta Transmittantzia termikoa (U).

## 2.2.1. DATU OROKOR BATZUK

### 2.2.1.1. DISEINUKO TENPERATURAK

Hasteko, barneko tenperatura zehazteko, Eraikinen instalazio termikoen araudian (RITE-n) adierazten duen tartean zehaztuko da, hots, IT 1.1.4.1.2 atalean (*Tenperatura eraginkorra eta hezetasun erlatiboa*) adierazten diren tartek erabiliz. 2.16. taulan datu horiek aztertuz eta egoerarik txarrenea hartuz, barruko tenperatura  $T_{\text{barruan}} = 21^\circ\text{C}$  dela suposatuko da.

2.16. Taula. Diseinuko barruko baldintzak.

URTAROA	Temperatura eraginkorra (°C)	Hezetasun erlatiboa (%)
UDA	23...25	45...60
NEGUA	21...23	40...50

Kanpoko tenperatura zehazteko, ordea, kanpoan egongo den tenperatura izango da. Beraz, zona klimatikoaren menpekoa izango da eta aldakorra. Berokuntzaren karga zehazteko, muturreko baldintzak erabiliko dira, sistema urte osoan eta momentu guztietan energia hornitzeko gai izaten dela bermatzeko. Baldintza hauek eta beraien diseinu tenperaturak eraikinaren kokapenaren arabera izango dira. Hala, tenperatura hau definitzeko, baldintza klimatikoaren gida (*“La guía de condiciones climáticas”*) erabiliko da, non estatuaren meteorologia agentzia biltzen dituen estazioen datuak dauden. 3.3. *Eranskinean: Tenperatura Bizkaian*, Bilboko estazioan lortzen diren balioak daude. Taula batzuk daude, baina *“Condiciones de proyecto Calefaccion”* atalari erreparatuz, balio desberdinak agertzen dira. Kasu honetan zahar egoitza bat denez,  $T_{s99,6} = -0,2^\circ\text{C}$  diseinuko tenperatura hartu behar da.

Honek esan nahi du, neguko %99,6 orduak balio hori baino balio handiagoa lortu daitezkeela eta gainerako %0,4-ak, aldiz, balio hori baino txikiagoak.

Azkenik, lurreko tenperatura  $T_{lur}=10^{\circ}\text{C}$ -koa dela joko da kalkuluak burutzeko.

#### 2.17. Taula. Diseinuko tenperaturen laburbilketa<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

<b>Barruko tenperatura</b>	21 °C
<b>Kanpoko tenperatura</b>	-0,2 °C
<b>Lurreko tenperatura</b>	10 °C

#### 2.2.2. INGURATZAILE TERMIKOEN PARAMETROEN KALKULUA.

Inguratzaile termikoa eraikin bat osatzen dituen itxituren multzoa da. Alde batetik espazio bizigarriak eta kanpoaldea (airea, lurra edo beste eraikin bat) bereizten dituzten itxiturak (Zoruak, estalkiak, hormak,...); bestetik, espazio bizigarriak eta ez bizigarriak (kanpoaldea ukitzen dituztenak) bereizten dituzten barreneko banatzaileak. Inguratzaile termikoa osatzen duten elementuak kalkulatzeko Eraikuntza Kode Teknikoa (CTE) erabiliko da, hain zuzen ere, aurrezpen energiaren oinarritzko dokumentua (DB-HE) eta inguratzaileen parametro karakteristikoak kalkulatzeko dokumentu lagungarria ere bai.

Eraikin honetan, itxiturak kanpoaldearekin kontaktuan daude egoitza normal baten antzera, kanpoko hormak eta teilatua izanik, lurzoruarekin kontaktuak dituen zoruak bezala. Gainera, hutsune eta argi-hutsune asko ditu, hainbat leiho eta ate izanda.

Itxiturak bi motetan sailka daitezke: Alde batetik, itxitura opakua daude, non hormak, teilatua eta zorua sartzen diren; bestetik, itxitura erdi-gardenak daude eta; leihoez gain atea ere sartzen dira, beraien itxura berdina baita.



### 2.2.2.1. ITXITURA OPAKUAK

Itxitura opakuari aplikatzen zaizkien kalkuluak ondoren azalduko direnak dira. Esan bezala lehenengo pausua transmitantzia termikoa lortzea da, ezen erresistentzia termiko totalaren alderantzikoa den, 2.25. ekuazioan adierazten den bezala.  $U$  letraz irudikatzen da eta  $W/m^2 \cdot K$ -etan neurtzen da

$$U = \frac{1}{R_t} \quad (2.25. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$R_t$ : Erresistentzia termikoa totala da, hau da, aztertu behar diren zonetan dauden geruza bakoitzaren erresistentzia termikoa eta kanpoko zein barruko airearen erresistentzia termikoaren batura da. 2.26. ekuazioan adierazten den bezala kalkulatu da.

$$R_t = R_{se} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si} \quad (2.26. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$R_{si}$ : Gainazaleko kanpoko airearen erresistentzia termikoa ( $m^2 \cdot K/W$ ).

$R_{se}$ : Gainazaleko barruko airearen erresistentzia termikoa ( $m^2 \cdot K/W$ ).

$R_n$ : Geruza bakoitzaren erresistentzia termikoa da. Materialaren lodieraren mendeko ezaugarri fisikoa da eta ondorengo ekuazioa (2.27. Ekuazioa) erabiliz definitzen da:

$$R_n = \frac{e}{K} \quad (2.27. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

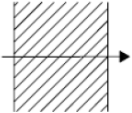
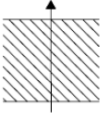
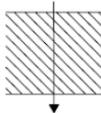
$R_n$ : Geruza bakoitzaren erresistentzia termikoa ( $m^2 \cdot K/W$ ).

$e$ : geruzaren lodiera (m)

$K$ : Geruza bakoitzak duen materialaren konduktibitate termikoa ( $W/m \cdot K$ ).

Itxitura mota honen gainazaleko erresistentzia termikoen balioak lortzeko, aurretik aipatutako dokumentua, hots, inguratzailen parametro karakteristikokoak kalkulatzeko dokumentua erabiliz lortzen dira. Dokumentu honetan 2.18. taulan dagoen taula dago eta kontuan hartuz nolakoa den itxitura erresistentzia termiko bat ala bestea aukeratzen da.

2.18. Taula. Kanpoko airearekin kontaktuan dauden itxituren gainazaleko erresistentzia termikoa  $m^2 \cdot K/W^{[CTE]}$ .

Itxituraren posizioa eta bero fluxuaren norabidea		$R_{se}$	$R_{si}$
Itxitura bertikalak edo horizontalarekiko $> 60^\circ$ -ko maldarekin eta fluxu horizontala.		0,04	0,13
Itxitura horizontala edo horizontalarekiko $\leq 60^\circ$ -ko maldarekin eta gorazko fluxua. (Sabaia)		0,04	0,10
Itxitura horizontala eta beherazko fluxua. (Zorua)		0,04	0,17

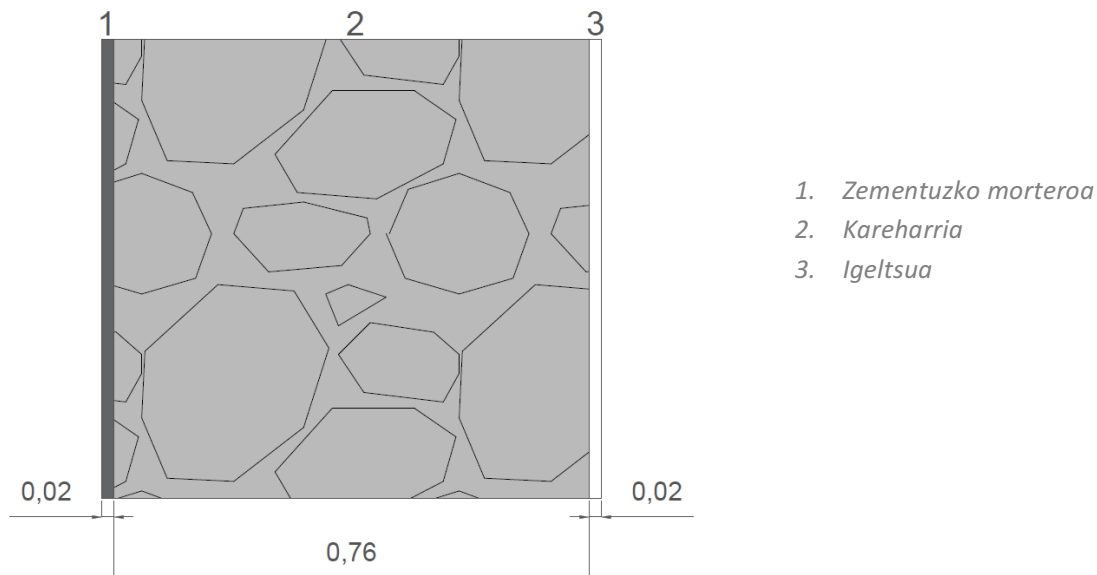
#### 2.2.2.1.1. KANPOKO HORMAK

Hasteko, esan bezala, U kalkulatu da. Kanpoko hormak kanpoko airearekin kontaktuan dauden horma guztiei deritzo. Egoitza hau inguratzen dituzten horma guztiak kanpoko hormak dira, bakartua baitago. Hormak ez dira guztiak berdinak. Alde batetik, zahar-egoitzaren hormak daude eta solairu nagusia eta lehen solairuaren hormen geruzak, bigarren solairuaren hormaren geruzen desberdinak dira. Beste aldetik, eguneko zentroaren hormak daude.

Ondorioz, bakoitzak bere aldetik aztertuko dira. Materialen ezaugarriak lortzeko CTE-en dokumentu lagungarri bat erabili egin da, hots, CTE-ren eraikuntzazko elementuen katalogoa.

### 2.2.2.1.1.1. ZAHAR-EGOITZAREN SOLAIRU NAGUSIA ETA LEHEN SOLAIRUA

Solairu hauen hormen geruzak berdinak dira urte berean eraiki egin zirelako. Bere egitura oso zaharra da, lehen eraikuntzaren hormak baitira. Erreformak egon arren, hauek kontserbatu egin dira. 2.2. irudian hormaren mozketa bat da, ezen barruko geruzen itxura ikusi daitekeen.



2.2. Irudia. Solairu nagusia eta lehenengo solairuaren hormen geruzak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Hurrengo taulak (2.19.taula) hormek dituzten geruzak eta hauen ezaugarriak adierazten dira. Hain zaharraenez datuak hurbilduak dira eta suposaketa batzuk egin dira. Hasteko, eraikinaren adina kontuan hartuz, bere lodiera gutxi gora behera 80m dela suposatu egin da. Hori lortzeko, egoitzan saiatu egin da horma horien lodiera neurtzen baina zaila izan denez, gutxi gora behera lodiera hori duela esan daiteke. Gainerako lodierak normalean erabiltzen diren lodierak dira. Bestetik, eraikuntzan erabilitako materialak ez direnez zehatz mehatz ezagutzen, normalean garai horretan erabiltzen ziren materialak erabili egin dira, CTE-an

dauden materialak egokituz. Adibidez, zementuzko morteroa normalean  $1900 \text{ kg/m}^3$ -ko dentsitatea duena erabili dela suposatu egin da. Kareharria erreparatuz, suposatu egin da kareharria ertaina dela, nahiz eta hondartzako harea izan. Azkenik, igeltsuak ere gogortasun ertaina duela suposatu egin da.

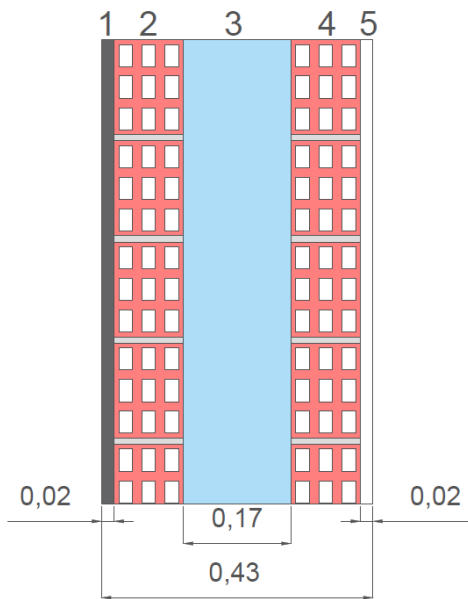
2.19. Taula. Solairu nagusia eta lehen solairua duten hormen geruzen ezaugarriak <sup>[Lanketa propioa]</sup>

Materiala	e (m)	K (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Zementuzko morteroa	0,02	1,3	0,015	
Kareharria ertaina	0,76	1,4	0,543	
Igeltsua	0,02	0,3	0,067	
R <sub>se</sub>			0,040	
R <sub>si</sub>			0,130	
<b>Totala</b>	<b>0,8</b>		<b>0,795</b>	<b>1,258</b>

#### 2.2.2.1.1.2. ZAHAR-EGOITZAREN BIGARREN SOLAIRUA

Eraikuntzaren berriztatzearen ostean bigarren solairu hau egin zen. Horregatik, honetako hormak ez dira beste solairuetan dauden hormen bezalakoak. Horma hauetan zementuzko morteroa dago kanpoko aldetik eta igeltsua barruko aldetik. Horrez gain, zeramikako bi geruza daude bata morteroaren ondoren eta bestea igeltsuaren aurretik. Azkenik aire kamera bat.

2.3. irudian geruza bakoitzaren lodiera eta kokapena ikusi daiteke.



1. Zementuzko morteroa
2. Zeramikako adreilu hirukoitza
3. Airezko kamera
4. Zeramikako adreilu hirukoitza
5. Igeltsua

### 2.3. Irudia. Bigarren solairuaren hormen geruzak<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Morteroa eta igeltsua aurretiko hormen material berdina dela suposatuta egin da eta ezaugarri berdinak dituela. Adreiluen ezaugarriak zuzenean katalogoan lortzen dira eta airezko kamera kalkulatu behar da. Horretarako, ondoren azalduko diren eragiketak egin behar dira. Airezko kamera honetan bero fluxua eta aireztapen graduaren menpe dagoenez, normalean taula baten bidez erresistentzia termikoa kalkulatu da (Teilatuaren airezko kameraren kalkuluetan adieraz den moduan "2.2.2.1.2 Teilatuak"). Hala ere, DB-HE-n dauden lodierak oso txikiak direnez, diferentzia oso handia izan liteke horiek aplikatuz gero. Orduan, beste modu bat bilatu behar da erresistentzia termikoa kalkulatzeko. Hortaz, aire kameraren lodiera handia denez eta efektu konbektiboek bere balioa asetzen dutenez, ezin da zuzenean lodiera zati eroankortasun termikoa egin (2.27. Ekuazioa). Horregatik, aireztatu gabeko aire kamerak hurrengo formula (2.28. Ekuazioa) adierazi den moduan kalkulatu behar da<sup>[13]</sup>.

$$R_g = \frac{1}{h_a + h_r} \quad (2.28. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$h_a$ : eroapen-konbektzio koefizientea den eta adierazpen honen bidez kalkulatu da,

Bero fluxua horizontala denean:  $h_a = \max(1,25; 0,025/d)$

Bero fluxua gorantz denean:  $h_a = \max(1,95; 0,025/d)$

Bero fluxua beherantz denean:  $h_a = \max(0,12d^{-0,44}; 0,025/d)$

Non,

d: zuloaren lodiera bero fluxuaren norabidean. (0,17m)

Kasu honetan bero fluxu horizontala da.  $h_a = \frac{0,025}{0,17} = 0,147 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$  lortzen da eta oso txikia denez,  $h_a = 1,25 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$  hartuko da.

$h_r$ : gainzalaren emisibitatearen mende daude eta honela kalkulatzen da.

$$h_r = E \cdot h_{ro} \quad (2.29. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

E: emisibitate faktorea, hurrengo adierazpenarekin lortzen dena.

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \quad (2.30. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$\varepsilon_1$  eta  $\varepsilon_2$  zuloa inguratzen duen gainazalen emisibitate zuzendua da.

Adreiluen emisibitatea 0,9 da <sup>[21]</sup> eta aire kamera inguratzen duten bi elementuak adreiluak dira. Hori dela eta, datuak sartuz gero  $E = 0,818$  dela lortzen da.

$h_{ro}$ : erradiazioaren koefizientea gainazal beltz batentzat 2.20. taulan adierazi dagoen. Datu hau lortzeko, aintzat hartu behar dira aurretik "2.2.1.1. Diseinuko Temperatura" atalean kalkulatu egin diren kanpoko eta barruko tenperaturak. Orduan, esan daiteke aire kameraren tenperatura gutxi gora bera  $10^\circ\text{C}$ -koa dela. Datu hori hartuz,  $h_{ro}=5,1 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$  da.

2.20. Taula.  $H_{ro}$ -ren balioak temperaturaren arabera<sup>[CTE]</sup>.

Temperatura	$H_{ro}$ (W/ m <sup>2</sup> ·K)
-10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3

Behin  $h_{ro}$  lortu ondoren, aplikatu daiteke formula.

$$h_r = E \cdot h_{ro} = 0,818 \cdot 5,1 = 4,172 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K} \quad (2.29. \text{ Ekuazioa})$$

Hortaz, 2.28. Ekuazioan sartzen dira lortutako balio guztiak eta aire kameraren erresistentzia termikoa lortzen da.

$$R_g = \frac{1}{h_a + h_r} = \frac{1}{1,25 + 4,172} = 0,1844 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.28. \text{ Ekuazioa})$$

Erresistentzia termiko guztiak lortu ondoren U kalkulatu daiteke eta 2.21. taulan bildu egin dira datu guztiak.

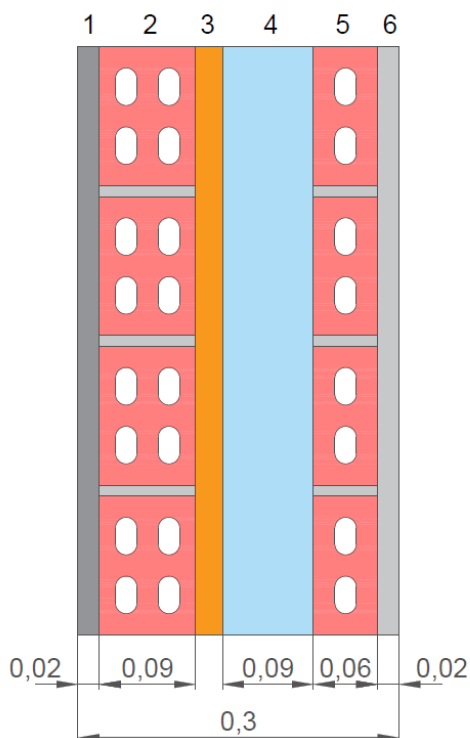
2.21. Taula. Bigarren solairuan dauden hormen geruzen ezaugarriak<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Materiala	e (m)	K (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Zementuzko morteroa	0,02	1,3	0,015	
Zeramikako adreilu hirukoitza	0,11		0,23	

<b>Airezko kamera</b>	0,17		0,1844	
<b>Zeramikako adreilu hirukoitza</b>	0,11		0,23	
<b>Igeltua</b>	0,02	0,3	0,067	
<b>R<sub>se</sub></b>			0,040	
<b>R<sub>si</sub></b>			0,130	
<b>Totala</b>	<b>0,43</b>		<b>0,896</b>	<b>1,116</b>

### 2.2.2.1.1.3. EGUNEKO ZENTROAREN HORMAK

Eguneko zentroaren hormen beste hormekin konparatuz desberdina da, elementu batzuk berdinak izan arren. Antz gehien duen horma bigarren solairukoa da, baina kasu honetan zeramikazko adreilu desberdinak ditu eta poliuretano proiektatutako geruza bat du. 2.4. irudian geruza desberdinak daude adierazita.



1. Zementuzko morteroa
2. Zeramikako adreilu bikoitza
3. Poliuretano proiektatua
4. Airezko kamera
5. Zeramikako adreilu sinplea
6. Igeltua

2.4. Irudia. Eguneko zentroaren hormaren geruzak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.



Geruza bakoitzaren ezaugarriak zehazteko kontuan hartu egin dira bigarren solairuan errepikatzen diren material batzuk, hots, zementuzko mortero eta igeltsua. Poliuretanoa, aldiz, isolatzaileetan bilatu egin dira ezaugarriak. Amaitzeko, airezko kamera kalkulatu egin da “2.2.2.1.1.2. Zahar-egoitzaren bigarren solairua” atalean erabili izan diren taulak eta ekuazioak erabiliz. Orduan, kontuan hartuz hurrengo datuak lortu egin da:

- $h_a = 1,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  [2.2.2.1.1.2. Zahar-egoitzaren bigarren solairuaren ataleko formulatan]

- $$h_r = E \cdot h_{ro} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \cdot h_{ro} \quad (2.29. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

$$\varepsilon_1 = 0,95 \text{ }^{[54]}.$$

$$\varepsilon_2 = 0,9 \text{ }^{[21]}.$$

$$h_{ro} = 5,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \text{ [2.20. Taulan. } H_{ro}\text{-ren balioak temperaturaren arabera.]}$$

$$\begin{aligned}
 h_r = E \cdot h_{ro} &= \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \cdot h_{ro} = \frac{1}{\frac{1}{0,95} + \frac{1}{0,9} - 1} \cdot 5,1 = 0,859 \cdot 5,1 = \\
 &= 4,382 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}} \quad (2.29. \text{ Ekuazioa})
 \end{aligned}$$

$$R_g = \frac{1}{h_a + h_r} = \frac{1}{1,25 + 4,382} = 0,1775 \frac{\text{m}^2\cdot\text{K}}{\text{W}} \quad (2.28. \text{ Ekuazioa})$$

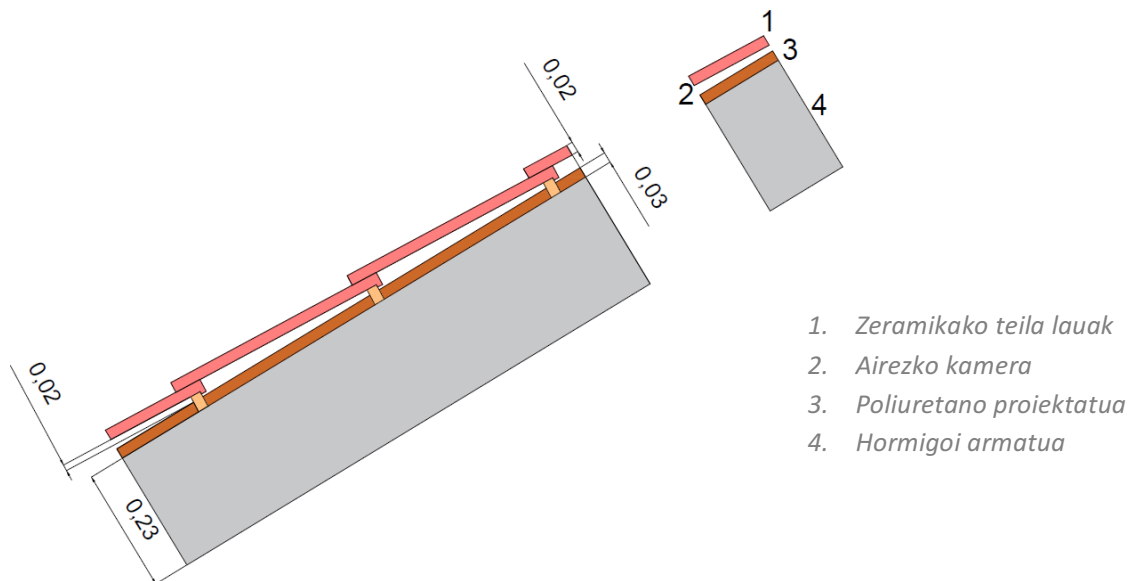
## 2.22. Taula. Eguneko zentroaren hormen ezaugarriak<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Materiala	e (m)	K (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Zementuzko morteroa	0,02	1,3	0,015	
Zeramikako adreilu bikoitza (LH)	0,09		0,16	

<b>Poliuretano proiektatua</b>	0,025	0,035	0,714	
<b>Airezko kamera</b>	0,085		0,178	
<b>Zeramikako adreilu sinplea (LH)</b>	0,06		0,09	
<b>Igeltua</b>	0,02	0,3	0,067	
<b>R<sub>se</sub></b>			0,04	
<b>R<sub>si</sub></b>			0,130	
<b>Totala</b>	<b>0,3</b>		<b>1,394</b>	<b>0,717</b>

#### 2.2.2.1.2. TEILATUAK

Zahar-egoitzaren eta eguneko zentroaren teilatua berdina da eta bere egitura oso sinplea da. Barruan hormigoi armatua du. Isolatzaile moduan poliuretano proiektatu egin dute, geruza fin bat sortuz eta azkenik, zeramikako teila lauak daude. Teilen eta poliuretanoaren artean egurrezko listoi batzuk daudenez, 2.5. irudian ikusten den bezala, hutsune bat dago non aire kamera moduko bat duen.



2.5. Irudia. Teilatuaaren barneko geruzen posizioa<sup>[Lanketa propioa]</sup>.

2.24. taulan elementu bakoitzaren ezaugarriak laburbildu egin dira. Hormigoia lodiera egoitzak dituen teiltuak aztertuz suposatu egin da 0,23 cm-koa dela. Poliuretano aukeratzeko, normalean erabiltzen diren polimero mota aukeratu egin da eta poliuretano proiektatua dela suposatu egin da. 2 cm-ko airezko kamera, aldiz, CTE-an dagoen taula erabiliz zuzenean lortzen da. Kasu honetan aireztatu gabe eta bertikala denez, lortzen den balioa 0,17-koa da. 2.23. taulan balioa adierazita dago. Azkenik, CTE-an agertzen diren teilen artean, hauek eltzeko buztin teila motak dira.

2.23. Taula. Aire kameraren erresistentzia termikoa ( $m^2 \cdot K/W$ )<sup>[CTE]</sup>.

<i>e (cm)</i>	<i>Aireztapenik gabe</i>	
	<i>Horizontala</i>	<i>Bertikala</i>
<b>1</b>	0,15	0,15
<b>2</b>	0,16	0,17
<b>5</b>	0,16	0,18

Erresistentzia termikoa guztiak lortu ondoren U kalkulatu egin da eta 2.24. taulan adierazi egin da.

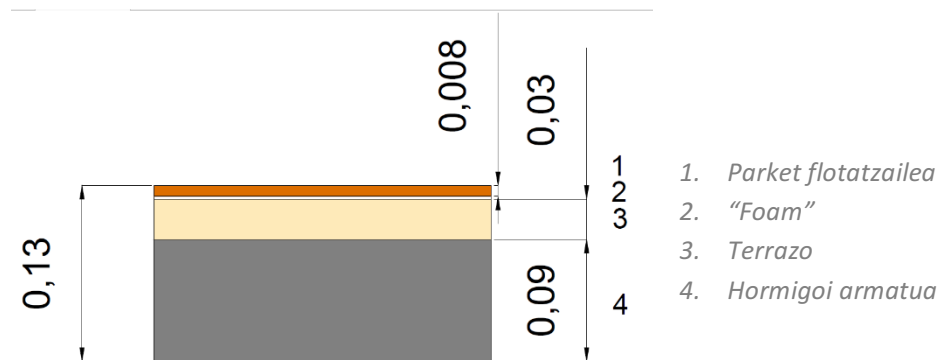
2.24. Taula. Teiltuen geruzen ezaugarriak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

<b>Materiala</b>	<b>e (m)</b>	<b>K (W/m·K)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>·K/W)</b>	<b>U (W/ m<sup>2</sup>·K)</b>
<b>Zeramikazko teila lauak</b>	0,02	1	0,02	
<b>Airezko kamera</b>	0,02		0,17	
<b>Poliuretano proiektatua</b>	0,03	0,035	0,857	
<b>Hormigoia</b>	0,23	2,5	0,092	

<b>R<sub>se</sub></b>			0,040	
<b>R<sub>si</sub></b>			0,1	
<b>Totala</b>	<b>0,30</b>		<b>1,279</b>	<b>0,782</b>

### 2.2.2.1.3. ZORUAK

Zahar egoitzaren zoruaren egitura ere oso sinplea da. Beheko partean hormigoi armatua da eta bere gainean terrazo izeneko material bat. Terrazoa eraikuntzan erabiltzen zen material erabilgarriena da. Lauza modukoak dira, normalean marmolazko harriakoskorrez osatuta dago eta zementuaz konglomeratua. Azkenengo geruzan, parket flotatzaile C5 dago eta haien artean, normalean jartzen den isolatzaile lamina bat doa "Foam" izena duena. 2.6. irudian azaldutako geruzak daude adierazita.



2.6. Irudia. Zoruaren barneko geruzak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

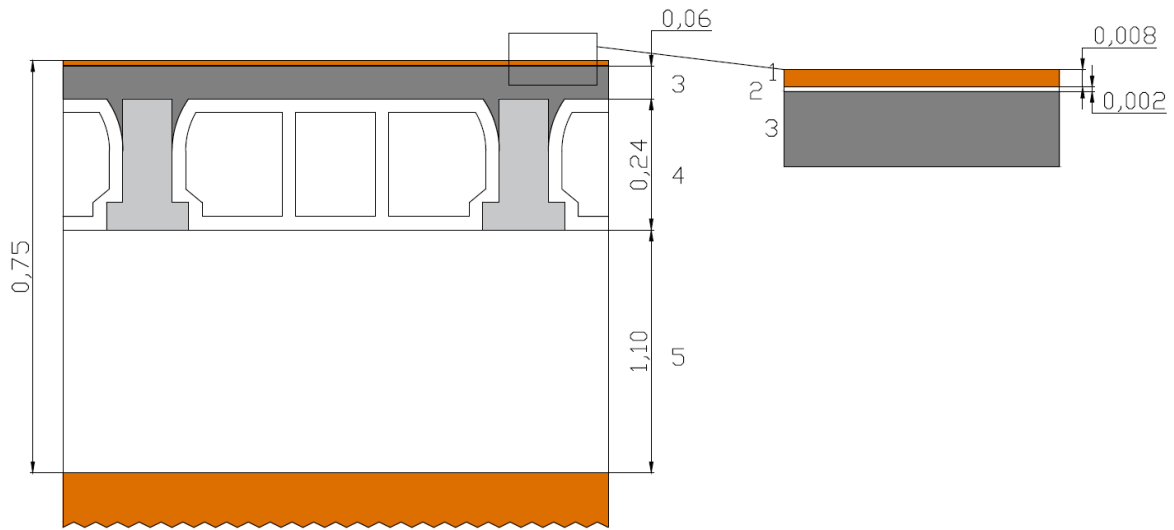
Geruzak zehaztu ondoren bere ezaugarriak bilatu behar dira horretarako esan bezala CTE erabili egin da, baina bi kasuetan zailtasunak egon dira. Alde batetik, terrazoa harri artifiziala dela esan daiteke. Hala, bere konduktibitate termiko mota horretako harriak bezalakoa izango duela suposatu egin da. Bestetik, parket flotatzailea egurren atalean begiratu egin da eta antza duten egurrez aztertuz batz besteko eginez esan daiteke bere balioa 0,2 izan daitekeela.

Azkenik, “Foam” materiala dentsitate baxuko polietilenoa (DBPE) denez, plastiko atalean bilatu egin da bere K.

2.25.Taula. Zoruko geruzen ezaugarriak [Lanketa propioa].

Materiala (Zorua 1)	e (m)	K (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Parket flotatzailea C5	0,008	0,2	0,040	
“Foam”	0,002	0,33	0,006	
Terrazo	0,03	1,300	0,023	
Hormigoi armatua	0,09	2,500	0,036	
R <sub>se</sub>			0,040	
R <sub>si</sub>			0,170	
<b>totala</b>	<b>0,130</b>		<b>0,315</b>	<b>3,173</b>

Eguneko zentroaren zorua, ordea, desberdina da. Kasu honetan, honen zorua bi zatitan banatu egin da: Alde batek lurrarekiko zuzeneko kontaktua du eta bestea aldean, zapaten eta zorua artean hutsune bat dagoenez, aire kamera moduko bat sortzen da. [Hobeto ulertzeko 5.3 Eguneko zentroaren planoak ikusi] Ondorioz, solairu nagusiaren zorua dago, batetik (Zorua 2) eta, bestetik, sotoan erabili egin den zorua (Zorua 3 izena duena). Bi kasu hauetan, zahar-egoitzaren zoruarekin konparatuz desberdintasun aipagarriena terrazoa ez daukala da eta parket flotatzailea zuzenean hormigoi armatuaren gainean doala.



2.7. Irudia. Zorua 2-ren geruza desberdinak [Lanketa propioa].



2.8. Irudia. Zorua 3-ren geruza desberdinak [Lanketa propioa].

Zoruen lodierak zehazteko beste proiektu batean adierazi egin diren lodieretan oinarritu egin dira. Parket flotatzailea eta "foam", aldiz, beste zoruetan erabili izan diren berdina dira. Airezko kameraren erresistentzia termikoa lortzeko "2.2.2.1.1.2. Zahar-egoitzaren bigarren solairuaren" atalean erabili izan diren taulak eta ekuazioak erabili egin dira:

- $h_a = \max \left( 0,12d^{-0,44}; \frac{0,025}{d} \right) = 0,12 \cdot 1,10^{-0,44} = 0,115 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} []$
- $h_r = E \cdot h_{ro} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \cdot h_{ro}$  (2.29. Ekuazioa)

non

$$\varepsilon_1 = 0,94^{[54]}.$$

$$\varepsilon_2 = 0,94^{[54]}.$$

$$h_{ro} = 5,4 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K} [20. taulan interpolatuz T=15°C izanik.]$$

$$h_r = E \cdot h_{ro} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \cdot h_{ro} = \frac{1}{\frac{1}{0,94} + \frac{1}{0,94} - 1} \cdot 5,4 = 4,788 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

(2.29. Ekuazioa)

$$R_g = \frac{1}{h_a + h_r} = \frac{1}{0,115 + 4,788} = 0,2039 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.28. Ekuazioa)$$

## 2.26. Taula. Eguneko zentroaren zoruaren egitura guztiak <sup>[Lanketa propioa]</sup>.

Materiala	e	K	R	U
(Zorua 2)	(m)	(W/m·K)	(m <sup>2</sup> ·K/W)	(W/ m <sup>2</sup> ·K)
Parket flotatzailea C5	0,008	0,2	0,040	
"Foam"	0,002	0,33	0,006	
Hormigoia	0,06	2,5	0,024	
Hormigoi blokea	0,24		0,25	
Airezko kamera	1,10		0,204	
R <sub>se</sub>			0,040	
R <sub>si</sub>			0,170	
<b>Totala</b>	<b>1,410</b>		<b>0,734</b>	<b>1,362</b>

<b>Materiala</b>	<b>e</b>	<b>K</b>	<b>R</b>	<b>U</b>
<b>(Zorua 3)</b>	<b>(m)</b>	<b>(W/m·K)</b>	<b>(m<sup>2</sup>·K/W)</b>	<b>(W/ m<sup>2</sup>·K)</b>
<b>Parket flotatzailea C5</b>	0,008	0,2	0,040	
<b>“Foam”</b>	0,002	0,33	0,006	
<b>Hormigoi armatua</b>	0,30	2,500	0,12	
<b>R<sub>se</sub></b>			0,040	
<b>R<sub>si</sub></b>			0,170	
<b>Totala</b>	<b>0,310</b>		<b>0,376</b>	<b>2,659</b>

#### 2.2.2.2. ITXITURA ERDI-GARDENAK

Itxitura hauetan egoitzak dituen leiho eta ate guztiak sartzen dira. Kasu honetan transmitantzia termikoa kalkulatzeko hurrengo formula erabiliz lortu egin dira.

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,V} + FM \cdot U_{H,M} \quad (2.31. \text{ ekuazioa})$$

Non,

FM: markoaren gainazala kontuan hartuz leihoaren gainazal osoa (adimentsionala, ehunekotan).

$U_{H,V}$ : beiraren transmitantzia termikoaren balioa (W/m<sup>2</sup>K).

$U_{H,M}$ : Markoaren transmitantzia termikoaren balioa (W/m<sup>2</sup>K).

Egoitzan bi motatako leihoak daude: aluminiozkoak eta egurrezkoak. Ateak, aldiz egurrezkoak dira. Eguneko zentroan aluminiozko itxitura erdi gardenak daude soilik, aipatu bezala handipen bat izan zelako. Ondorioz, handipen horren proiektuan oinarrituz leiho eta ateen K faktorea lortu egin da, 3,4 izanik.



2.27. Taula. Egurrezko Leihoak eta ateen transmisibitate termikoa.

Elementu motak	Kantitatea	FM	$U_{H,V}$	$U_{H,M}$	$U_H$
Atea 1	4	0,569	2,8	2,2	2,459
Atea 2	1	0,780	2,8	2,2	2,332
Atea 3	1	0,705	2,8	2,2	2,377
Leiho 1	62	0,363	2,8	2,2	2,582
Leiho 3	14	0,409	2,8	2,2	2,555
Leiho 4	6	0,413	2,8	2,2	2,552
Leiho 5	38	0,362	2,8	2,2	2,583
Leiho 6	3	0,251	2,8	2,2	2,649
Leiho 7	1	0,536	2,8	2,2	2,478

2.28. Taula. Zahar egoitzan dauden aluminiozko leihoak eta ateen transmisibitate termikoa.

Elementua motak	Kantitatea	FM	$U_{H,V}$	$U_{H,M}$	$U_H$
Atea 1	2	0,421	2,8	4	3,305
Atea 2	1	0,277	2,8	4	3,133
Leiho 1	1	0,364	2,8	4	3,237
Leiho 2	2	0,439	2,8	4	3,327
Leiho 3	2	0,314	2,8	4	3,177
Leiho 4	3	0,540	2,8	4	3,448

## 2.29. Taula. Eguneko zentroak dauden aluminiozko leihoak eta ateen transmisibitate termikoa.

Elementua	Kantitatea	$U_H$
Atea 1	1	3,4
Atea 2	1	3,4
Atea 3	2	3,4
Leiho 1	4	3,4
Leiho 2	7	3,4
Leiho 3	9	3,4
Leiho 4	7	3,4
Leiho 5	2	3,4
Leiho 6	2	3,4

### 2.2.3. BEROKUNTZA SISTEMAREN KARGA TERMIKOA.

Parametro guzti hauek lortu eta gero, galdararen potentzia kalkulatu ahalko da, ekuazio honen bidez (2.32. ekuazioa):

$$Q_{\text{Galdara}} = Q_{\text{Inguratzaile termikoa}} + Q_{\text{Aireztapenak}} + Q_{\text{Infiltrazioak}} \quad (2.32. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

- $Q_{\text{Galdara}}$ : berokuntzaren karga termikoa da.
- $Q_{\text{Inguratzaile termikoa}}$ : Itxituren bidez galtzen den beroa.
- $Q_{\text{Aireztapenak}}$ : Kanpoko airea eraikinaren nahitako barneratze sarrerak sortzen diren galerak, adibidez, airearen berritzearen ondorioz lortzen diren galerak.

- $Q_{\text{Infiltrazioak}}$ : Inguratzailean dauden arrailetan zein beste irekidura batzuetan zehar sortzen diren aire galerak dira.

Hurrengo ataletan aipaturiko karga termiko desberdinak kalkulatu dira.

### 2.2.3.1. INGURATZAILE TERMIKO GALEREN KALKULUA.

Inguratzaile termikoaren ondorioz sortzen diren bero galerak kalkulatzeko 2.33. ekuazioan adierazten den moduan kalkulatu dira.

$$Q_{\text{Inguratzaile termikoa}} = \sum U * A * \Delta T = \sum U * A * (T_{in} - T_{out}) \quad (2.33. \text{ Ekuazioa})$$

Non,

- $Q_{\text{Inguratzaile termikoa}}$ : Igorpenaren bidezko karga termikoa (W)
- U: Transmitantzia termikoa ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ). U balio hauek “2.2.2 Inguratzaile termikoen parametroen kalkulua” atalean kalkulatu egin dira.
- A: Azalera ( $\text{m}^2$ )
- $\Delta T$ : Tenperatura aldakuntza.

Gainera, legediak esaten duen bezala, segurtasun koefiziente bat aplikatu behar zaio zehaztasun hobea egoteko. Koefiziente honek eguzki erradiazioaren gabezia eta haize nagusiak hormetan duen eragina kontuan hartzeko helburua dauka. Normalean, orientazioaren arabera desberdina izaten da, baina, haien arteko diferentzia oso txikia denez, erabiliko den koefizientea haien arteko media bat eginez lortzen da, hau da, %10-eko koefizientea.

Behin formula aplikatu ondoren eta segurtasun koefiziente hori kontuan hartuz, hurrengo tauletan solairu bakoitzak dituen elementuen ezaugarriak bildu egin dira, haien karga termikoa lortzeko.

2.30. Taula. Zahar-egoitza eta eguneko zentroaren hormen inguratzaile termikoak.

Zona	Elementuak	Segurtasun Koefizientea	Azalera (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	ΔT	Q <sub>ingura</sub> (W)
Solairu nagusia	Hormak	1,10	708,18	1,258	21,2	20775,54
	Atea 1	1,10	18,95	2,459	21,2	1086,80
	Atea 2	1,10	2,95	2,332	21,2	160,41
	Atea 3	1,10	4,48	2,377	21,2	248,56
	Leiho 1	1,10	73,09	2,582	21,2	4401,33
	Leiho 4	1,10	7,06	2,552	21,2	420,21
	Atea 1 (Al)	1,10	2,28	3,305	21,2	176,09
<b>TOTALA</b>						<b>27268,94</b>
1. solairu	Hormak	1,10	779,76	1,258	21,2	22875,46
	Leiho 1	1,10	62,01	2,582	21,2	3734,46
	Leiho 3	1,10	49,42	2,555	21,2	2944,29
	Leiho 4	1,10	0,82	2,552	21,2	48,81
	Leiho 7	1,10	3,21	2,478	21,2	185,38
	Atea 1 (Al)	1,10	2,31	3,305	21,2	177,66
	Lehio 1 (Al)	1,10	1,99	3,237	21,2	150,19
<b>TOTALA</b>						<b>30116,25</b>
2. solairu	Hormak	1,10	653,57	1,116	21,2	17001,81
	Leiho 4	1,10	0,82	2,552	21,2	48,81
	Leiho 5	1,10	62,93	2,583	21,2	3789,93

	Leiho 6	1,10	19,04	2,649	21,2	1176,57	
	Leiho 2 (AI)	1,10	2,77	3,327	21,2	215,28	
	Leiho 3 (AI)	1,10	3,01	3,177	21,2	223,05	
	Leiho 4 (AI)	1,10	1,39	3,448	21,2	112,08	
	Atea 2 (AI)	1,10	2,13	3,133	21,2	155,66	
<b>TOTALA</b>						<b>22593,95</b>	
<b>Eguneko zentroa</b>	1. solairu	Hormak	1,1	201,45	0,717	21,2	3370,48
		Atea 1	1,1	4,58	3,4	21,2	363,14
		Atea 2	1,1	9,16	3,4	21,2	726,28
		Leiho 1	1,1	8,28	3,4	21,2	656,50
		Leiho 2	1,1	11,59	3,4	21,2	919,11
		Leiho 3	1,1	10,21	3,4	21,2	809,69
		Leiho 4	1,1	3,68	3,4	21,2	291,44
		Lehio 5	1,1	0,81	3,4	21,2	64,01
		Lehio 6	1,1	5,68	3,4	21,2	449,96
	Sotoa	Hormak	1,1	147,72	0,717	21,2	2471,39
		Leiho 3	1,1	8,17	3,4	21,2	647,75
		Atea 3	1,1	11,09	3,4	21,2	879,15
	<b>TOTALA</b>						<b>11648,89</b>

Azkenik, 2.31. taula hormen emaitzak batu egin dira eta teilatua eta zoruaren karga termikoa ere bai. Horrela,  $Q_{inguratzaile\ termikoa} = 171635,63\ W$ -koa dela lortu egin da.

### 2.31. Taula. Diseinuko inguratzaille termikoaren karga termiko totalak.

Zona	Orientazio Koefizientea	Azalera (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	ΔT	Q <sub>ingura</sub> (W)
Hormak	1,1	-	-	-	91458,07
Teilatuak	1	1741,22	0,782	21,2	28858,25
Zorua 1	1	1274,25	3,17	11	44478,18
Zorua 2	1	121,15	1,36	11	1815,65
Zorua 3	1	166	2,66	11	4855,51
<b>TOTALA</b>					<b>171635,63</b>

Oharra: (-) bakoitza bere U eta azalera du eta aurreko 2.30. tauletan ikusi daitezke.

#### 2.2.3.2. AIREZTAPEN GALEREN KALKULUA.

Zahar-egoitzaren osasungarritasuna eta airearen kalitatea bermatzeko, giro airearen berrikuntza egin behar da. RITE-k esaten duen bezala (1.1.4.2.1 Orokortasunak), eraikin mota hauek aireztapen sistema bat eduki beharko du, kanpoko airearen ekarpen minimoa izateko. Honela, kutsatzaileen kontzentrazio altuak izatea saihesten dira.

Eraikinaren erabilpenaren arabera, RITE-k hiru motetan sailkatzen du. Kasu honetan egoitza bat denez, IDA 2 mailan dago. Orduan, IT 1.1.4.2.3 atalean esaten duen bezala kanpoko airearen emari minioa aireztatzeko balioa finkatu daiteke. Horretarako, IT honetan 5 metodo azaltzen ditu emari hori kalkulatzeko. Kasu honetan erabili egin den metodoa A. metodoa izan da, hain zuzen ere, Metodo ez zuzena airearen emaria pertsona bakoitzeko kalkulatzeko. Metodo hau oso erreza da. 2.32. Taulan emari minimo horiek adierazi daude eta hasieran azaldutako maila kontuan hartuz lortzen da pertsonako zenbat aire emaria den, hots, 12,5 dm<sup>3</sup>/s·pertsona.

2.32. Taula. Kanpoko aire emariak,  $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{pertsone}$  <sup>[RITE]</sup>.

MAILA	AIRE EMARIA ( $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{pertsone}$ )
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Aire emaria lortuta, airearen bolumena kalkulatu beharko da. Horretarako, balio hori biderkatu behar da zahar egoitzan dauden pertsonengatik:

$$V = 12,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}\cdot\text{pertsone}} * 86 \text{ pertsona} = 1,075 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 1,075 \text{ l/s} \quad (2.34. \text{ Ekuazioa})$$

Eraikin honetan aireztatu behar den airearen bolumena lortu eta gero, aireztapenaren karga termikoa kalkulatu daiteke 2.35. Ekuazioa erabiliz.

$$Q_{\text{Aireztapenak}} = \dot{V}_{\text{Aireztapen}} \cdot \rho \cdot C_{p,\text{aire}} \cdot \Delta T \quad (2.35. \text{ Ekuazioa})$$

non,

$Q_{\text{Aireztapenak}}$ : Aireztapen karga termikoa (W)

$\dot{V}_{\text{Aireztapen}}$ : Airearen bolumena. (l/s)

$\rho$ : Kanpoko tenperaturan dagoen aireztapen airearen dentsitatea. ( $1,225 \text{ kg/m}^3$ )

$C_p$ : Kanpoko tenperaturan dagoen airearen bero espezifikoa. (1, 21 KJ/kg·K)

$\Delta T$ : Barruko zein kanpoko tenperatura diferentzia.

Formulan datuak sartuz, aireztapenaren bidez sortzen den karga termikoa lortzen da.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Aireztapenak}} &= \dot{V}_{\text{Aireztapen}} \cdot \rho \cdot C_{p,\text{aire}} \cdot \Delta T = 1,075 * (1,225 * 10^{-3}) * 1,21 * (21,2) = \\
 &= 0,03378 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \qquad (2.35.\text{Ekuazioa})
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Aireztapenak}} = 33,78 \text{ W}$$

### 2.2.3.3. INFILTRAZIO GALEREN KALKULUA.

Kasu honetan infiltrazio galera hauek ez dira kontuan hartuko, barruko gelak kanpoaldeari dagokionez gainpresioan dagoela suposatuko da. Orduan galera hauek mesprezatuko dira.

### 2.2.3.4. BEROKUNTZAREN KARGA TERMIKO TOTALA.

“2.2.3. Berokuntza sistemaren karga termikoaren” atalean azaldutako 2.32. Ekuazioa erabiliz, galdaren karga termikoa totala kalkulatu da:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Galdara}} &= Q_{\text{Inguratzaile termikoa}} + Q_{\text{Aireztapenak}} + Q_{\text{Infiltrazioak}} = \\
 &= 171635,63 \text{ W} + 33,78 \text{ W} + 0 \text{ W} = 171669,41 \text{ W} \qquad (2.32.\text{Ekuazioa})
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Galdara}} = 171,66941 \text{ kW}$$

### 2.2.4. GALDARAREN POTENTZIAREN KALKULUA.

Aipatu bezala, galdarak eguzki instalazio termikoaren sistema laguntzailea izango da eta gainera, berokuntzaren eskaera guztiaz arduratuko da.

Hori dela eta, galdararen potentzia kalkulatzeko, berokuntza eta UBS eskaeren kalkuluak aintzat hartuko dira. Honi, %20-ko segurtasun faktore bat aplikatuko zaio egoerarik



txarrenera, hots, potentzia handien duen hilabetera, 2.5. Taula. UBS-ren eskaera energetikoa dagoen datua erabiliz, Urtarrila hain zuzen ere.

$$P_{UBS} = 6476994,87 \frac{Wh}{hilabete} \cdot \frac{1egun}{24h} \cdot \frac{1hilabete}{31egun} = 8705,64 W$$

$$P_{galdara} = (P_{UBS} + P_{berokuntza}) \cdot 1,20 \quad (2.36. Ekuazioa)$$

$$P_{galdara} = (8705,64W + 171669,41 W) \cdot 1,20 = 180205,08W \cdot 1,20$$

$$P_{galdara} = 216450,06W = 216,450 kW$$

#### 2.2.5. PELLET SILOAREN BOLUMENA.

Potentzia kalkulatu ondoren, siloaren bolumena kalkulatu behar da, zenbat pellet bildu behar den urte oso baten eskaera bermatzeko. Kalkulu hau burutzeko 2.37. ekuazioa erabiliko da. Horretarako lehenik behar den energia lortu behar da hurrengo adierazpenaren bidez.

$$216,450 kW \cdot 1 urte \cdot \frac{365 egun}{1 urte} \cdot \frac{24 h}{1 egun} = 1896102 kWh$$

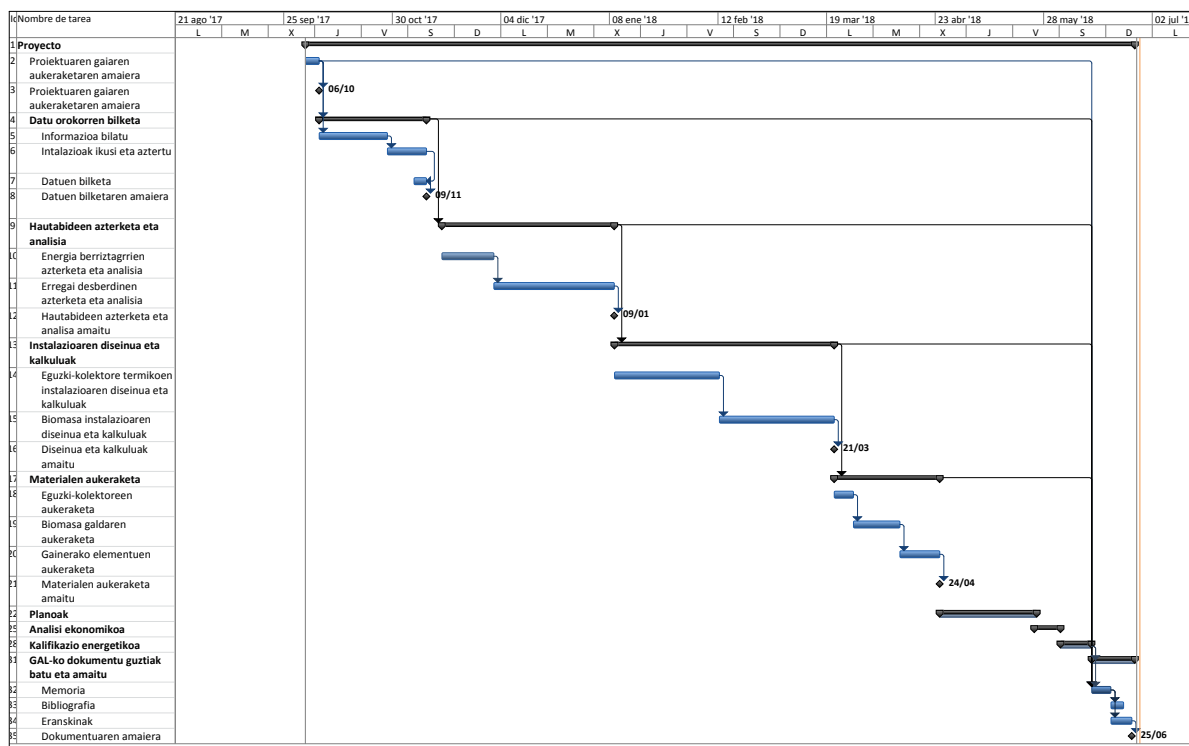
$$Bolumena = \frac{\text{Behar den energia (kWh)}}{\text{Erregaiaren PCI (kWh/kg)}} = \frac{1896102 kWh}{5 kWh/kg} = 379220,4 kg \quad (2.37. Ekuazioa)$$

Ondorioz, urte oso baten beharrak asetzeko siloaren bolumena 379,22 t gorde dezan diseinatu behar da. Baina, balio hori oso handia denez, urtean zehar karga desberdinak egin beharko dira, kontuan hartuz RITEn esaten duen bezala 15 eguneko kontsumoa hornitzeko bolumena minimoa izan behar du. Beraz, siloaren bolumena kalkulatzeko pelletak dituzten dentsitatea (650kg/m<sup>3</sup>) erabiliko da hilabetero zenbateko bolumena izan beharko duen.

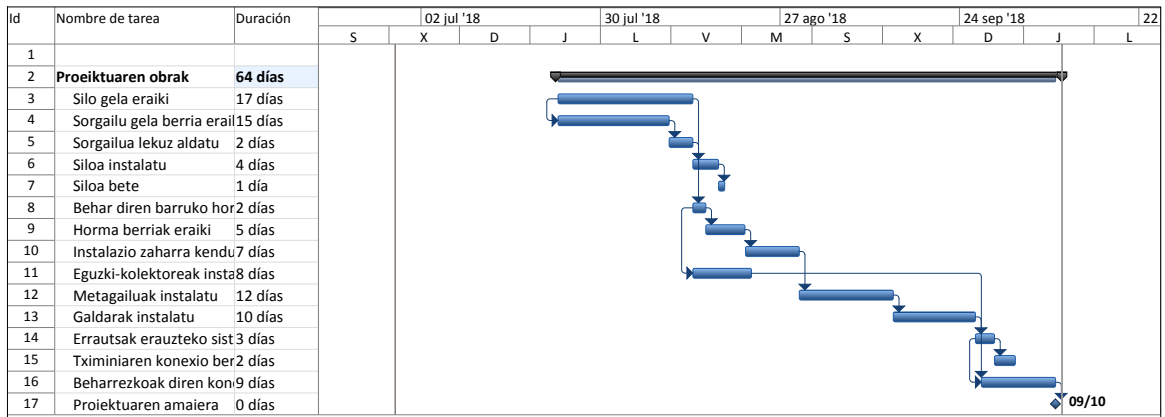
$$379220,4 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{650 \text{ kg}} = 583,416 \frac{\text{m}^3}{\text{urtero}} \cdot \frac{1 \text{ urte}}{12 \text{ hilabete}} = 48,618 \frac{\text{m}^3}{\text{hilabete}}$$

### 2.3. GANTT DIAGRAMA

Atal honetan proiektua burutzeko beharko den denboraren estimazioa egin da. Diagrama mota hauek erabiltzen dira proiektu konplexuak planifikatzeko. Proiektu honen konplexutasuna dela eta bi Gantt diagrama egin dira, alde batetik parte teorikoa burutzeko behar izan den denbora aztertzeko eta bestetik, obra fasea burutzeko estimatu egin den denbora.



2.9. Irudia. Proiektu teorikoaren Gantt diagrama [Lanketa propioa]



2.10. Irudia. Proiektuaren obrako fasea Gantt diagrama [Lanketa propioa].