



Alokairu sozialeko etxebizitzaren elektrifikazioa

Laburpen gida

Daniel Pérez González, Imanol Ruiz de Vergara Ruiz de Azúa

Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHUko ENEDI taldea

Eusko Jaurlaritzako Eraikuntza Kalitatearen Kontrolerako Laborategiko Termika Arloa

2023



©

ALOKABIDE | Eusko Jaurlaritzaren menpeko sozietate publikoa, etxebizitzak gizartean betetzen duen eginkizuna garatzen duena, alokairurako politikaren bidez

ARGITARATZAILEA:

ALOKABIDE, Eusko Jaurlaritzaren etxebizitza babestua alokatzeko sozietate publikoa

Eusko Jaurlaritzako Lurralde Plangintza, Etxebizitza eta Garraio Saila

Gamarrako Atea 1A, 2. solairua (El Boulevard eraikina) 01013 Vitoria-Gasteiz

araba@alokabide.eus | bizkaia@alokabide.eus | gipuzkoa@alokabide.eus

www.alokabide.eus

<https://www.euskadi.eus/eusko-jaurlaritza/ingurumen-lurralde-plangintza-etxebizitza-saila/>

ARGITARALDIA:

2023ko abendua

EDUKIA:

Dokumentu hau ALOKABIDEk egin du.





Aurkibidea

1. Testuingurua – Arau-esparrua	3
1.1 93/76/CEE Zuzentaraua (SAVE)	4
1.2 2002/91/CE Zuzentaraua.....	5
1.4 2012/27/UE Zuzentaraua.....	6
1.5 2018/844/UE Zuzentaraua.....	6
1.6 Transposizioa egitea estatu kideei (Espainia)	6
1.7 Bete beharreko helburuak	7
2. Aztergaia	8
3. Kalkulatzeko metodologia	10
3.1 Azterketa-kasuen deskribapena	12
3.2 Aintzat hartutako irizpideak.....	21
3.2.1. Estalkiaren tamaina.....	21
3.2.2. Ekoizpen fotovoltaikoa	22
3.3 Emitzak baliozkotzea HULC bidez.....	37
4. Kalkuluak eta emitzak	41
4.1 Emitza energetikoen deskribapena	43
4.2 Ingurumeneko emitzen deskribapena.....	47
4.3 Emitza ekonomikoen deskribapena.....	47

1. Testuingurua – Arau-esparrua





1. Testuingurua – Arau-esparrua

Eraikinak, gutxi gora behera, **energia-kontsumoaren % 40**aren arduradunak dira, eta energiarekin lotutako berotegi-efektuko gasen **emisioen % 36** osatzen dute. Beraz, eraikinak dira Europar energia gehien kontsumitzen dutenak. Berokuntza, hozte-sistema eta etxeko ur beroa herritarrek kontsumitzen duren energiaren % 80 osatzen dute.

Atmosferara karbono dioxidoa isurtzea duela urte asko hasi zen arazoa da, eta dagoeneko oso ezagunak dira bere ondorioak: berotegi-efektua eta gainberotze globala, horiek ekar ditzaketen klima-aldaketekin.

90ko hamarkadaren hasieran, **Europar Batasunak** eraikinek isuritako **CO2 emisioen bolumena mugatzeko** lehenengo **neurriak** ezarri nahi izan zituen, eta horretarako honako hau egin eta argitaratu zuen:

1.1 93/76/CEE Zuzentaraua (SAVE)

Araudi horren **helburu nagusia** da karbono dioxidoaren **emisioak mugatzea**, energia-efizientzia hobetzearen bidez. Horretarako, Estatu Kideek eraikinetan energia-efizientzia hobetzeko eta, ondorioz, berotegi-efektuko gasen emisioak murrizteko ekin beharko lituzketen ekintzen zerrenda egin zen. Etorkizunean egingo ziren Eraikinen eraginkortasun energetikorako zuzentzarauen (EPBD) oinarri bihurtu ziren euskarriak aurreratatu zituen:

- eraikinetako energia-ziurtagiria
- eraikin berrietako isolamendu termikoa
- galdarak aldizka ikuskatzea

Nahiz eta emisioak murrizteko zenbait kontsigna zehazten diren, Zuzentarau horrek, arautzailea baino, informazioa emateko izaera du; izan ere, berez, ez ditu benetako beharrak ezartzen.

Jada 2000ko hamarkadan, **lehenengo EPBD**ren indarraldia hasi zen, eta horrek bai, derrigorrez lortu beharreko helburu zehatzak ezarri zituen. Eraikuntzaren arloan, EBko helburuak betetzen direla bermatzeko Europako arau nagusia da honako esparru hauetarako: berotegi-efektuko gasen **emisioak mugatzea**, **energia-kontsumoa** eta **energia-efizientzia**, eta iturri berriztagarrietatik abiatuz energia ekoiztea. Hala, honako hau argitaratu zen:



1. Testuingurua – Arau-esparrua

1.2 2002/91/CE Zuzentaraua

2003ko urtarrilaren 4ean hasi zen bere indarraldia, eta Europar Batasuneko estatu kide guztiek aplikatu behar izan zuten, beranduenez 2006ko urtarrilaren 4rako. Kiotoko Protokolutik hartu zuen inspirazioa; horren bidez, Europar Batasunak 2010ean CO2 emisioak % 8 murrizteko konpromisoa hartu zuen, 1990ko mailekin alderatuz.

Eraikitako parkearen energia-efizientzia hobetzea lortzeko, Zuzentarauak hiru tresna zehatzez baliatzen da:

- Eraikin berrietan eta existitzen diren eta birgaitze-obra handiak jasotzen dituztenetan energiaren erabileraren betekizunak ezartzea;
- Energia-efizientiaren ziurtagiriak txertatzea
- Tamaina ertain eta handiko klimatizazio-sistemak ikuskatzea.

Europar Batasunaren hurrengo pausoa 2002/91/CE Zuzentaraua bateratzea izan zen, eta honako emaitza hau izan zuen:

1.3 2010/31/CE Zuzentaraua

Zuzentarauak kontzeptu berria sartu zuen: Energia Kontsumo ia Nuluko Eraikina, hau da, “[...] energia-efizientiako maila oso altuko eraikina [...]. Eskatutako energia-kopuru ia nulu edo oso baxu hori, gehienbat, iturri berriztagarrietatik eratorrita egon behar da, in situ edo inguruan ekoiztutako iturri berriztagarrietako energia barne”. Horretaz gain, bi data ezarri zituen, 2018 eta 2020ko abenduaren 31, betetako eta agintaritza publikoen jabetzako eraikin berriei eta eraikin berri guztiei aplikatzeko, hurrenez hurren.

Energia Kontsumo ia Nuluko Eraikinaren definizioa Plan Nazional batean sartu beharko da, eta horrek, era berean, honako informazio hau jasoko du: 2015. urtean eraikin berrietarako bitarteko helburuei buruzko informazioa; finantza-politika edo -neurriei buruzko informazioa, horiek sustatzeko, eraikin berri eta lehendik daudenetan energia berriztagarria ekoizteari buruzko eskakizun eta neurriak barne; eta energia kontsumo ia nulua lortzeko eraikinak birgaitzeko dauden politika suspergarriak.



1. Testuingurua – Arau-esparrua

1.4 2012/27/UE Zuzentaraua

Helburu du Energia-efizientzia sustatzeko neurrien esparru amankomuna sortzea, Europar Batasuneko herrialdeek jada “20 hirukoitza” Zuzentarauan aurretik konprometitutako % 20ko energia-aurrezkia lortzen dutela bermatzeko:

- Berotegi-efektuko gasen emisioak % 20 murriztea, 1990eko zifrekin alderatuz.
- Energia-efizientzia altuago baten bidez energiaren kontsumoan % 20 aurreztea.
- Kontsumitutako energiaren % 20 iturri berriztagarrikoa izatea.

Gainera, Zuzentaruak estatu kideak behartzen ditu bostehun metro karratu baino gehiagoko eraikin publikoen % 3 gutxienez birgaitzera.

1.5 2018/844/UE Zuzentaraua

2016ko Neguko Paketearen proposamenean ezarritakoari jarraikiz, EPBD aldatu zen, eta ez bateratu; eta honako hauek sartu ziren birgaitzerako neurri nagusi gisa:

- Epe Luzean (eraikitako parkea) Birgaitzeko Estrategiak idatzi ziren, eta Estrategia horiek Energia eta Klimaren Espainiako Plan Integratuekin lotu ziren.
- Eraikinak Birgaitzeko Pasaporteak zehaztu zituen eta isolatutako higiezin ordez dauden eraikin-multzoei buruzko arauak ezarri zituen, eta Energia-efizientiaren Ziurtagirien funtzionamendua berraztertu.

1.6 Transposizioa egitea estatu kideei (Espainia)

Espainian, Zuzentaruaren transposizioa Eraikuntzako Kode Teknikoaren (EKT) Energia Aurrezteko Oinarrizko Dokumentuaren (HE) eta Eraikinetako Instalazio Termikoen Erregelamenduaren (EITE) bidez egiten da.

Eraikuntza berrikok eraikinetako eraginkortasun energetikoko ziurtagirirako oinarrizko prozedurarekin eraikin berrietako ziurtagiriei dagokienez, Espainiak 2002 EPBDa aplikatu zuen.

Instalazioetako ikuskaritzeari buruzko errekerimenduen transposizioa Eraikinetako Instalazio Termikoen Araudiaren (Espainia) bidez egin da.



1. Testuingurua – Arau-esparrua

2020ko abenduaren 31tik aurrera (2018 betetako eta titulartasun publikokoak diren eraikinetarako) eraikitako eraikin berriak energia kontsumo ia nuluko eraikinak izateko derrigortasunaren transposizioa 235/2013 Errege Dekretuaren Bigarren Xedapen Gehigarriaren bidez egin zen (Eraikinetako energia-efizientziaren ziurtagirirako oinarritzko prozedura, aurretik aipatu dena), eta bete beharreko eskakizunen zehaztapena Eraikuntzaren Kode Teknikoak unean zehazten duenaren menpe egongo da.

1.7 Bete beharreko helburuak

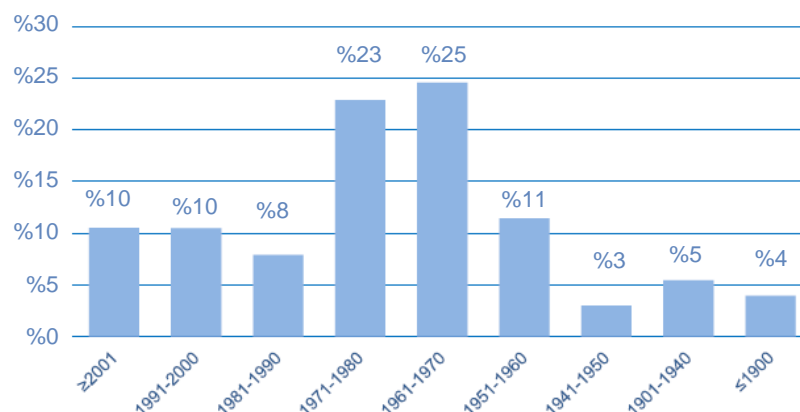
2050ean Europa neutroa izan nahi du karbonoari dagokionez.

Eraikuntza berriko eraikinetan emisioak **nuluak izan beharko dira 2030erako**, eta eraikin publikoen kasuan, epe hori 2027ra arte da.

Efizientzia parametroek murrizketa handia jaso beharko dute erabilera-faseko karbonoaren emisioari dagokionez. **Eraikin zaharrek**, derrigorrez, **2030erako emisioak % 55 murriztu beharko dituzte, eta kontsumo energetikoa % 40 txikiagoa izan beharko da**. Hortaz, birgaitze integrala ezinbestekoa izango da deskarbonizaziorako zein Energia Kontsumo ia Nuluko Eraikinak eraikitzeko.

Illo horretan, EBko eraikinen % 35 inguru 50 urte baino gehiago dituzte, eta higiezinaren parkearen ia % 75 ez da energetikoki eraginkorra. Toki-mailan, Energiaren Euskal Erakundeak (EEE) zehaztu duen bezala, Euskadiko etxebizitzaren ia % 50 1961. eta 1980. urteen artean eraiki ziren, eraginkortasun energetikoko irizpide oso eskasekin, edo kasu batzuetan horiek gabe.

1. irudia. Euskal etxebizitzaren banaketa, eraiki ziren urtearen arabera (Iturria: EEE, EUSTATen oinarrituta)



2. Aztergaia





2. Aztergaia

Zero Plus bat dator Europar Batasuneko betekizunekin, eta horren helburu nagusietako bat da alokairu publikoko etxebizitzaren parkea **deskarbonizatzea lortzea**.

Deskarbonizazioa, atmosferara isurtzen diren **karbonoaren emisioak murrizteko** prozesua da, batez ere karbono dioxidoarena (CO₂). Eraikinei aplikatuz, xedea da prozesu osoan zehar karbonoaren aztarna murriztea, material eta instalazioak diseinatu eta aukeratzeko prozesutik hasita. Eraikinen balio-bizitzan zehar, ezinbestekoa da **erregai fosiletatik** eratorritako gasen emisioak **saihestea**, fase hori baita energia gehien kontsumitzen denean, eta, ondorioz, emisio gehien egiten direnean.

Hala, eraikinak **% 100ean energia berriztagarrietatik datorren elektrifikazioa** izan behar du. Ondorioz, eguzki-energia fotovoltaiakoak, hein handi batean, eta energia eolikoaren moduko beste iturri berriztagarriek, neurri txikiago batean, funtsezko rola izango dute, beren potentzial handiagatik eta egun horiek aprobetxatzeko dauden arau-baldintza hain mesedegarriagatik.

Hori dela eta, Zero Plus esparruan, Grupo Habitar taldearen barruan, LH3.3 lan-ildoak ezarri da, "Alokairu sozialeko etxebizitzaren parkearen elektrifikazioa" izenekoak.

Honako hauek dira ildo horren **helburu nagusiak**:

- Ikuspuntu tekniko-ekonomikotik zein administraziokotik, eraikinetako instalazioak elektrifikatzeko modalitateak arakatu eta aztertzea
- Azterketa-kasu bakoitzerako instalazio elektrikoaren "konponbiderik onena" zehaztea, eraikinak dauden klima-eremuen eta eraikinen ezaugarrien arabera.

3. Kalkulatzeko metodologia





3. Kalkuluaren metodologia

Lan-ildo horretan ezarritako helburuak betetzeko, hau da, eraikinak elektrifikatzeko eskura dauden teknologiak aztertu eta egoeraren arabera horietako zein den konponbide onena zehazteko, hainbat kalkulu egin behar izan dira, zehaztasun maila handiarekin.

Hori dela eta, eraikin bat zehazten duten parametro guztiak integratzen dituen kalkulu-tresna bat garatu da; parametro horiek editatu eta aldatu ahal dira, ebaluatu nahi diren egoerak zehaztu eta ebaluatu ahal izateko. Kalkulu horiek energiaren, ingurumenaren eta ekonomiaren arloko emaitzak lortzeko zehaztu dira.

Eraikuntzan energia-efizientziari buruzko indarreko araudian ezarritako irizpide teknikoak aplikatu dira, zeinak Eraikuntzaren Kode Teknikoan (EKT) jasota dauden, zehazki, Energia Aurrezteko Oinarrizko Dokumentuan (DB-HE).

Horretaz gain, eta egindako kalkuluak ziurtatzeko egiaztatze-metodo gisa, LIDER/CALENER Tresna Bateratua (HULC) erabili da. Tresna horrek 2019ko EKT DB-HE egiaztatzea errazten du, eta Eraikinetako energia ziurtagirirako txostena bidaltzen du. Eraikin tipo bat diseinatu da, garatutako kalkulu-tresnaren bidez lortutako emaitzak alderatzeko erabili dena.

Energia fotovoltaikoaren ekoizpenaren tamaina zehazteko eta ekoizpena kalkulatzeko Informazio Geografiko Fotovoltaikoaren Sistema da, **PVGIS**, zeina Europar Batasunak aitortutako tresna den. Modu orokorrean adierazita, instalazio eta sistema fotovoltaiko autonomo edo sarera konektatuta daudenezako eguzki-energia fotovoltaikoko lineako doako kalkulagailua da. Horren bidez, munduko toki ezberdinetarako sistemaren eguzki-erradiarioari eta errendimenduari buruzko informazioa lor daiteke.

Azkenik, instalazio termikoak osatzen dituzten ekipo guztiei buruzko informazioa fabrikatzaileen dokumentaziotik (parametro teknikoak) eta aurrekontuen datu-baseetatik (parametro ekonomikoak) atera da. Ekipo bakoitzaren funtzionamendu erreala tresnan zehaztutako klima-eremu bakoitzerako kalkulatu da.



3. Kalkuluaren metodologia

3.1 Azterketa-kasuen deskribapena

Aurretik adierazi den bezala, kalkuluak egiteko hainbat egoera eta azterketa-kasu zehaztu dira, zenbait parametroren arabera:

- Euskadiko klima-eremuak
- Etxebizitzaren tamaina
- Berokuntzaren eskaria
- Etxeko ur beroaren (EUB) eskaria
- Aplikaturako teknologiak

Euskadiko klima-eremuak

Baldintza meteorologikoen zuzeneko eragina dute etxeetako energiaren kontsumoan. Nahiz eta Euskal Autonomia Erkidegoa penintsularen iparraldean dagoen, lurraldearen barnean aldaketa handiak identifika daitezke klimatologiaren arloan.

Hori dela-eta, eta EKT DB-HEren B Eranskinarekin bat, **3 klima-eremu** hartu dira aintzat kalkuluak egiteko: C, D eta E.

Sailkapena neguaren zorrotasunaren arabera da: C eremuan D eremuan baino leunagoa da, eta D eremukoa E eremukoa baino leunagoa da. Horretaz gain, udalerrira itsasoaren mailarekin alderatuz dagoen altuera (h) hartzen da aintzat, uste baita are eta altuago, orduan eta latzagoak direla neguko baldintzak.

Hortaz:

- Arabako probintzian 2 klima-eremu daude: D eta E
- Bizkaiko probintzian 2 klima-eremu daude: C eta D
- Bizkaiko probintzian 2 klima-eremu daude: D eta E

Era berean, Energiaren Euskal Erakundeak (EEE) ere klima-sailkapena egin du, 3 eremu ezarriz: kostaldea, hotza eta bitartekoa. Sailkapen hori erabili da EKTn ezarritakoa alderatzeko, eta haien artean zuzeneko lotura dago.



3. Kalkuluaren metodologia

2. irudia. Klima-eremuak (Iturria: EKT DB-HE)

B eranskina, Zona klimatikoak

1 Zona klimatikoak

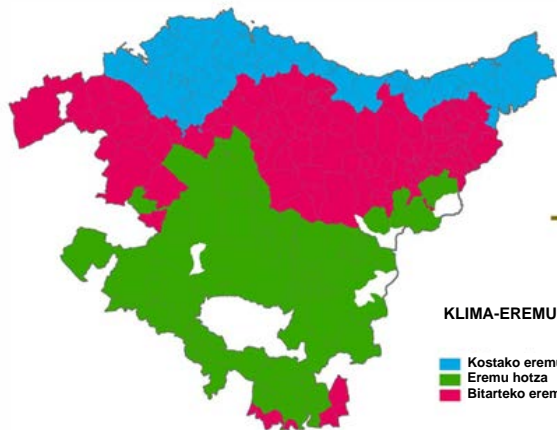
1 B eranskineko a taulari esker, kokaleku baten zona klimatikoa (BG) lor daiteke, probintziaren eta itsas mailarekiko altitudearen arabera (h):

B eranskineko a-taula. Zona klimatikoak

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																												
	≤ 50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-350	351-400	401-450	451-500	501-550	551-600	601-650	651-700	701-750	751-800	801-850	851-900	901-950	951-1000	1001-1050	1051-1100	1101-1150	1151-1200	1201-1250	1251-1300	1301-1350	≥ 1350	
Albacete					C3										D3													E1	
Alicante/Alacant					B4										C3														D3
Almería		A4		B4			B3								C3														D3
Araba/Alava								D1																					E1
Asturias		C1						D1																					E1
Ávila								D2							D1														E1
Badajoz						C4				C3																			D3
Balears, Illes						B3																							C3
Barcelona										D2					D1														E1
Bizkaia																													D1
Burgos										D1																			E1
Cáceres										C4																			D3
Cádiz			A3				B3								C3														C2
Cantabria										D1																			E1
Castellón/Castelló										B3																			D2
Ceuta																													E1
Ciudad Real										C4					C3														D3
Córdoba										B4					C4														D3
Coruña, A										C1																			D1
Cuenca																													D3
Gipuzkoa																													D1
Girona										C2					D2														E1
Granada										A4					B4														C4
Guadalajara																													D3
Huelva																													D2
Huesca										A4					B4														C3
Jaén										C3					D3														E1
León																													D3
Lleida																													E1
Lugo																													D1
Madrid																													C3
Málaga										A3					B3														D3
Melilla																													A3
Murcia																													B3
Navarra										C2					D2														C3
Ourense										C3					C2														D1
Palencia																													D2
Palmas, Las																													A2
Pontevedra																													B2
Rioja, La										C2					C1														D1
Salamanca																													E1
Santa Cruz de Tenerife																													D2
Segovia																													A2
Sevilla																													B2
Soria																													B2
Tarragona																													C4
Teruel										B3					C3														D1
Toledo																													D3
Valencia/València										B3					C3														D2
Valladolid																													D2
Zamora																													E1
Zaragoza																													D2

3. irudia. Euskadiko klima-eremuak (Iturria: EEE)

Euskadiko klima-eremuak



KLIMA-EREMUAK

- Kostako eremua
- Eremu hotza
- Bitarteko eremua



3. Kalkuluaren metodologia

Etxebizitzen tamaina

Etxebizitzen tamainak zuzenean eragiten dio berokuntzaren eta EUBren kontsumoari. Hori dela eta, kalkuluak egiteko, azterketa-kasuetan erabiltzeko **3 etxebizitza-tamaina** zehaztu dira.

Hautatutako etxebizitza-tamainak ahalik eta adierazgarrienak izan dira, bakoitzaren logela-kopuruaren arabera. Honela geratu da:

- 55 m²-ko etxebizitza: 1 logela
- 70 m²-ko etxebizitza: 2 logela
- 80 m²-ko etxebizitza: 3 logela

Era berean, EKT DB-HEren F Eranskinean jasota dagoen bezala, etxebizitzak dituen logela/gelen kopuruak zuzeneko lotura du bertan bizi diren pertsonen kopuruarekin. Azpiko zerrendak etxebizitzetako EUBren eskaria zenbatzeko balio du.

Kalkulua egiteko prozedura dokumentu honetako atal zehatz batean azaltzen da modu xeheagoan.

4. irudia. Logela eta pertsonen arteko lotura (Iturria: EKT DB-HE)

F eranskineko a taula. Bizitegi-erabilera pribatuko gutxieneko okupazio-balioak

Logela kopurua	1	2	3	4	5	6	≥6
Pertsona kopurua	1,5	3	4	5	6	6	7

Etxebizitzetarako 3 tamaina izatearen helburua da maizterren kopuru handiago edo txikiago batetik eratorritako energia-kontsumoak ebaluatu ahal izatea da. Etxebizitza-mota bakoitza aurreko atalean ezarritako 3 klima-eremuetan ikertu eta aztertu da.



3. Kalkuluaren metodologia

Berokuntzaren eskaria

Berokuntzaren eskaria azterketa-kasuak zehaztutako aukeratu den beste parametro bat da. Eraikin eta/edo etxebizitz(et)an araudian ezarritako erosotasun-baldintza zehatzak mantendu ahal izateko behar den energiatzat har daiteke, eraikinaren erabileraren eta dagoen klima-eremuaren arabera aldatuko dena.

EKT DB-HEren D Eranskinarekin bat, egokitutako esparruek baldintza zehatz batzuk bete behar dituzte:

5. irudia. Egokitutako esparruetako eragiketa-baldintzak (Iturria: EKT DB-HE)

D eranskineko a taula. Bizitegi-erabilera pribatuko espazio egokituen eragiketa-baldintzak

		Ordutegia (aste mota)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Kontsignia- temperatura altua (C)	Urtariletik maiatzera	-	-	-	-
	Ekainetik irailera	27	-	25	27
	Urritik abendura	-	-	-	-
Kontsignia- temperatura baxua (C)	Urtariletik maiatzera	17	20	20	17
	Ekainetik irailera	-	-	-	-
	Urritik abendura	17	20	20	17

Aurreko guztia aipatu ondoren, azterketa-kasuetan ase beharreko **3 berokuntza-eskari** zehaztu dira guztira. Horiek zehazteko, Energia-efizientiaren Ziurtagirietan (EEZ) integratutako eskala erabili da; horien bidez berokuntzaren eskarirako balioak ezarri dira, klima-eremuen eta eskalako mailen (hizkiak) arabera (Atik Fra).

Azterketa-kasuetan aplikatzeko erreferentzia gisa hautatu diren berokuntza-eskariaren balioak honako hauek izan dira:

- A energia-kalifikazioari dagokion balioa
- A energia-kalifikazioari dagokion balioa, % 50eko gehikuntzarekin
- A energia-kalifikazioari dagokion balioa, % 50eko murrizketarekin

Lehenengo balioaren kasuan, A kalifikazioari dagokionean, eraikina oso efizientea da, eta ezaugarri oso oneko sistema pasiboekin lortzen da (inguratzaila). Eraikuntza berriko eraikinetarako lortu behar den erreferentziazko balioa da.



3. Kalkuluaren metodologia

Beste bi kasuetarako, % 50eko gehikuntza duen A eskaria aurreko kasuak baino sistema pasibo txarragoak dituen eraikin bati dagokio, eraikinaren alde opakuetan (fatxadak, estalkia, forjaketa...) isolamendu-maila txikiagoa izateagatik edo arotzeriaren ezaugarri teknikoak kaskarragoak izateagatik.

% 50eko murrizketa duen berokuntza-eskariaren kasuan, aurkako egoera da, leihoetako isolamendu-maila edo ezaugarri termikoak askoz hobekak dira jatorrizko kasuarekin alderatuz.

EEZko A hizkirako erreferentziazko berokuntza-eskariaren aldakuntza horiek kasuen espektroan kopuru handiagoa hartzeko eta egindako kalkuluetatik ateratako ondorioak indartzeko erabili dira, kopuruari zein ezaugarriei dagokienez lagin adierazgarriagoa aztertu baita.

EEZn ezarritako klima-eremu bakoitzerako berokuntza-eskariaren balioak, eta, hortaz, gehikuntza eta murrizketa dutenak, honako hauek dira:

1. taula: Berokuntza-eskarirako ezarritako mugak

Klasearen muga	Berokuntzaren eskaria		
	[kWh/m ² urte]		
C1 EREMUA	Arrunta	% 50eko gehikuntza	% 50eko murrizketa
A	7,7	11,55	3,75
D1 EREMUA	Arrunta	% 50eko gehikuntza	% 50eko murrizketa
A	11,7	17,55	5,85
E1 EREMUA	Arrunta	% 50eko gehikuntza	% 50eko murrizketa
A	15,7	23,55	7,85



3. Kalkuluaren metodologia

EUBren eskaria

EUBren eskaria EKT DB-HEren F Eranskinaren arabera kalkulatzen da. Horren arabera, pertsona bakoitzeko 28 litro/egun behar dira, 60 °C-ko tenperaturan. Etxebizitzan dauden pertsonen kopuruaren arabera, EUBren eskaria guztira lortzen da, litro/egun neurrian. Ondoren, kWh/egun neurrira bihurtzen da.

“*Etxebizitzen tamaina*” atalean adierazi den bezala, EKT DB-HEren F Eranskinen etxebizitzak dituen logela/gelen kopurua eta bertan bizi diren pertsonen kopuruaren arteko lotura ezartzen da. Horretaz gain, eraikina osatzen duten etxebizitzen kopuruaren arabera, zentralizazio-faktorea aplikatu behar da, 3 etxebizitza edo gutxiagoko eraikinetarako unitatea, eta etxebizitza-kopurua zenbat eta handiagoa izan, orduan eta txikiagoa izango da unitate hori.

6. irudia. EUBren eskaria (Iturria: EKT DB-HE)

F eranskina UBSren erreferentzien eskaria

1 Bizitegi-erabilera pribatuko eraikinetarako UBSren erreferentzia-eskaria honela kalkulatuko da: eguneko 28 litroko premiak (60C ra), gutxienez F eranskinen a-Eranskinen ezarritako gutxienekoaren berdina den okupazioa, eta, familia anitzeko etxebizitzen kasuan, F eranskinen B-taularen arabera zentralizazio-faktore bat, banaketa-, metaketa- eta birzirkulazio-galera termikoen arabera handituak.

Banaketa, metaketa eta birzirkulazioagatik galera termikoak proiektugileak kalkulatu behar ditu. UNE-EN 15316-3:2018 eta UNE-EN 15316-5:2019 arauak ur bero sanitarioen banaketaren eta metaketaren ondoriozko galerak kalkulatzeko metodoak eskaintzen dituzte.

F eranskinen a taula. Kalkuluaren gutxieneko okupazio-balioak bizitegi-erabilera

Logela kopurua	1	2	3	4	5	6	≥6
Pertsona-kopurua	1,5	3	4	5	6	6	7

F eranskinen b taula. Zentralizazio-faktorearen balioa familia anitzeko etxebizitzetan

Etxebizitza kop.	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Zentralizazio-faktorea	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Zentralizazio-faktoreak UBS zentralizatuen instalazioei eragiten die, etxebizitza asko elikatzen baituzte, eta UBSen eskaria murrizten baitute, arreta emandako etxebizitza-kopuruaren arabera.



3. Kalkuluaren metodologia

“Berokuntzaren eskaria” atalean bezala, **3 egoera** ezarri dira etxebizitzetako **EUBren eskarirako**.

Erabiltzaileen kontsumo-profilengatik EUBren eskarian dauden desbideraketak aintzat hartu ahal izateko, honako hauek izan dira EUBren eskarirako hartu diren balioak:

- EUBren balioa, EKT DB-HEren F Eranskinaren arabera kalkulatua
- EUBren balioa, EKT DB-HEren F Eranskinaren arabera kalkulatua, % 20ko gehikuntzarekin
- EUBren balioa, EKT DB-HEren F Eranskinaren arabera kalkulatua, % 20ko murrizketarekin

Aplikaturako teknologiak

Azterketa-kasuak egiteko aintzat hartu den azken parametroa berokuntzaren eta EUBren eskariak asetzeko erabilitako teknologia-mota izan da.

Horretarako, honako konfigurazio hauek izan ditzaketen teknologiak aukeratu dira:

- guztiz banakakoa
- guztiz kolektiboa
- banakakoaren eta kolektiboaren arteko nahasketa

Teknologia bakoitzak fabrikatzailearen informaziotik atera diren lotutako errendimenduak ditu. Kasu zehatz batzuetan (bero-ponpak), beharrezkoa izan da ekipoen errendimendua (COP) berriz kalkulatzea, azterketa-kasuen kokapen bakoitzera doitzeko.

Horretaz gain, osatzen dituzten teknologia eta ekipoen prezioak ere atera dira (erradiadoreak, bero-ponpak, termo elektrikoak, etab.) datu-base espezifikoetatik (CYPE).



3. Kalkuluaren metodologia

Guztira **5 teknologia** hartu dira aintzat berokuntzaren eta EUBren eskariari estaldura emateko eta ondoren azterketa-kasuak aztertzeko eta horien kalkuluak egiteko. Honako hauek izan dira hautatutako teknologiak:

2. taula: Hautatutako instalazioen kasuak

KASUAK	TEKNOLOGIA	
	EUB	Berokuntza
A	Banakakoa: Joule efektua	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
B	Banakakoa: Aerotermita	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
C	Banakakoa: Aerotermita	Banakakoa: Aerotermita
D	Kolektiboa: Aerotermita	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
E	Kolektiboa: Aerotermita	Kolektiboa: Aerotermita

Azterketa-kasuak

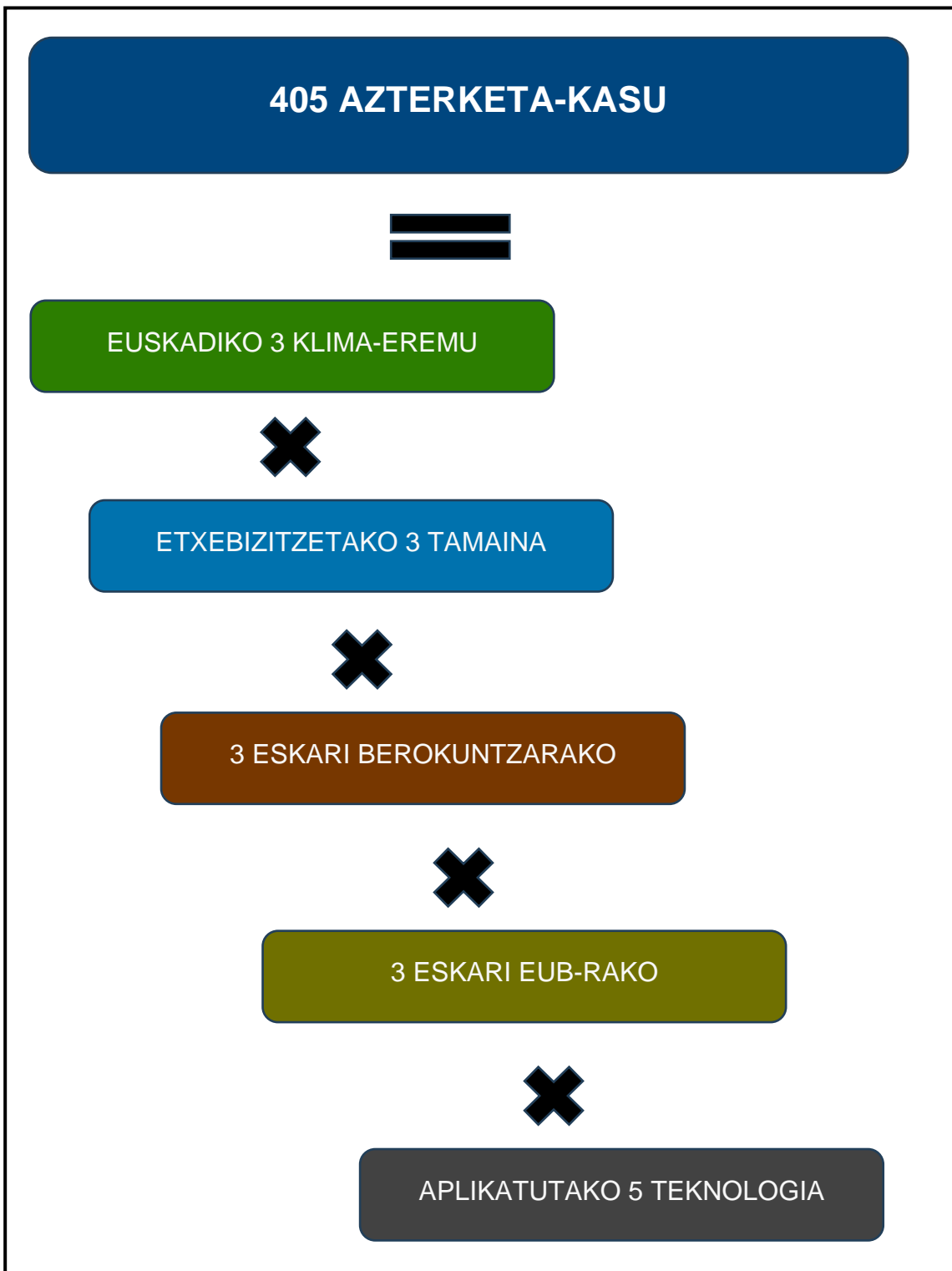
Aurreko ataletan zehaztutako parametroekin eta horietako bakoitzean hautatutako kopuruarekin guztira **405 azterketa-kasu ezberdin** atera dira.

Zifra hori nahikoa da Euskadiko etxebizitzaren konfigurazioan egon daitezkeen kasuistiken ehuneko handia hartzeko.



3. Kalkuluaren metodologia

7. irudia. Azterketa-kasuen kopurua





3. Kalkuluaren metodologia

3.2 Aintzat hartutako irizpideak

Azterketa-kasuak zehaztu ondoren, beharrezkoa da zenbait irizpide tekniko hartzea, kalkuluak ondo egiten direla bermatzeko eta beharrezko ondorioak ateratzeko erabil daitezkeela ziurtatzeko.

Instalazio fotovoltaikoa: tamaina eta ekoizpena

3.2.1. Estalkiaren tamaina

Azterketa-kasu guztietan erabilitako estalki-mota laua da. Estalki-mota hori hartu da, ohikoena delako eraikuntza berriko kasuetan. Jada existitzen diren eraikinen kasuan, estalki ohikoenak bat edo bi isuriko estalki inklinatuak dira.

Instalazio fotovoltaikoaren aprobetxamendua hein batean estalki-motaren araberakoa da, instalazio horretarako eskura dagoen azalera erabilgarria zehazten baitu. A priori, nahiz eta esan daitekeen estalki lau batek inklinatu batek baino azalera erabilgarri gehiago duela (isurkien kopurua dena dela), aintzat hartu behar da azalera hori murrizten duten zenbait faktore daudela, hala nola eraikuntza-elementuak, itzaldura saihesteko panelen ilaren artean utzi beharreko tartea, panelak mantentzeko korridoreak, etab.

Azterketa-kasu bakoitzerako estalkiaren azalera osoa solairu bateko etxebizitzaren azalera eraikinaren eremu amankomunei dagokien zati bat gehituz kalkulatu da. Eremu amankomunei dagokien zati hori solairu bateko etxebizitzaren azalera osoaren % 20 dela hartu da.

1. adibidea: 55 m²-ko etxebizitzak eta solairu bakoitzeko 3 etxebizitza dituen eraikin batek honako azalera hau izango du guztira estalkian:

$$\text{Estalkiko azalera} = 55 * 3 + (55 * 3 * 0,2) = 198 \text{ m}^2$$

2. adibidea: 80 m²-ko etxebizitzak eta solairu bakoitzeko 2 etxebizitza dituen eraikin batek honako azalera hau izango du guztira estalkian:

$$\text{Estalkiko azalera} = 80 * 2 + (80 * 2 * 0,2) = 192 \text{ m}^2$$



3. Kalkuluaren metodologia

3.2.2. Ekoizpen fotovoltaikoa

Energia fotovoltaikoaren ekoizpena hainbat faktoreren arabera da: instalazioaren tamaina, kokapena, panelen orientazioa eta inklinazioa... baina argi dago zenbat eta handiagoa izan eguzki-energiaren intzidentzia, orduan eta energia gehiago ekoitziko dela.

Eguzkitik datorren energia hori eguzki-irradiazio izenarekin da ezaguna, kWh/m²-tan adierazten da, eta kokapenaren arabera aldatzen da. Estatu-mailan, Espainian, urteko eguzki-irradiazioak honako balio hauek hartzen ditu:

8. irudia. Eguzki-irradiazioa Espainian (Iturria: Global Solar Atlas)



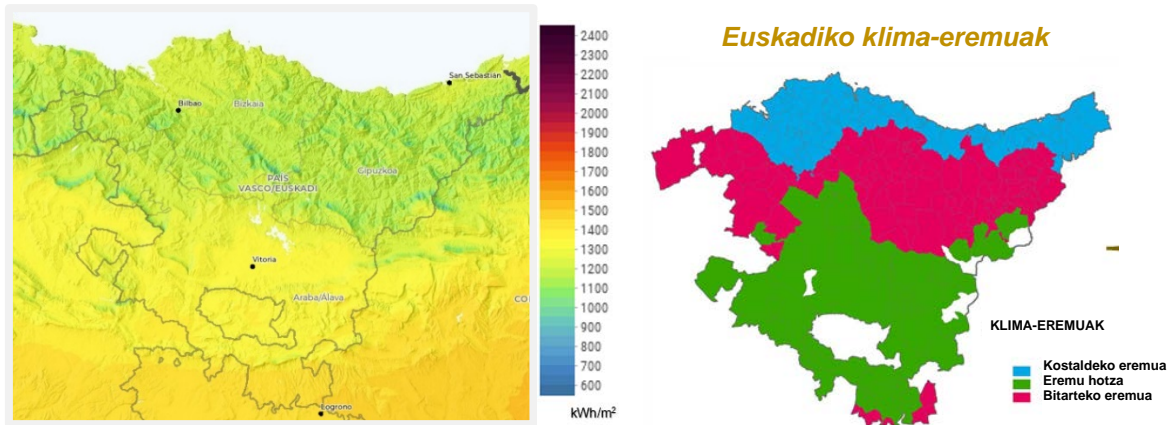
Ikus daiteke nola penintsularen iparraldean eguzki-irradiazioa nahiko txikiagoa den (% 50) erdialdeko eta hegoaldeko eremuetan baino. Fenomeno hori Euskadin ere gertatzen da; hala ere eremu geografikoen arteko aldeak ez dira penintsulan ikus daitezkeen bezain handiak.

Dokumentu honetako *Euskadiko klima-eremuak* atalean ezarritakoari jarraikiz, kostako eta bitarteko eremu gisa sailkatu direnetan, hau da, lurraldeko iparraldean eta erdialdean, eremu hotzean (hegoaldea) baino eguzki-irradiazio gutxiago dago. Horrek esan nahi du panelen kopuruan (instalaturako goieneko potentzia) eta horien orientazio eta inklinazioak ezaugarri berdinak dituen **instalazio batek energia fotovoltaiko gehiago ekoitziko duela hegoaldera gero eta gehiago jo ahala.**



3. Kalkuluaren metodologia

9. irudia: Eguzki-irradiazioa Euskadin (Iturria: egileak berak egina)



a) Panelak instalatzeko azalera erabilgarria

Instalazio fotovoltaikoa jartzeko dagoen tokia ere funtsezko faktorea da horren tamaina zehaztu ahal izateko. Kasu gehienetan, instalazio fotovoltaikoa eraikinetako estalkietan instalatuko dira, lauak edo inklinatuak izan. Batzuetan, nahiz eta arraroagoa den, panelak elementu bertikaletan jar daitezke, hala nola fatxadako toki batzuetan, balkoietan edo eraikinaren alboko egituretan (estalkia duten aparkaleku estaliak edo barneko edo kanpoko patioak, adibidez).

Behin instalazioaren kokapena jakinda, aintzat hartuta estalkia izango dela, estalkiaren azalera osoaren balioa kalkulatu behar da, jada azaldu bezala. Hortaz, hurrengo pausoa da estalkiaren azalera erabilgarria zehaztea.

Hori dela eta, beharrezko kalkuluak egitean, estalkiaren azalera osoaren gainean **faktore minorantea aplikatuko** da, horren azalera erabilgarria lortu ahal izateko. Faktore horrek honako hauek hartuko ditu aintzat:

- Oztopoak egotea, hala nola tximiniak, antenak, kasetoiak, etab.
- Mantentze-lanak egiteko panelen ilaren artean egon behar den tartea.
- Kableen kokapena
- Estalkiko muga/karelekiko gutxieneko tartea

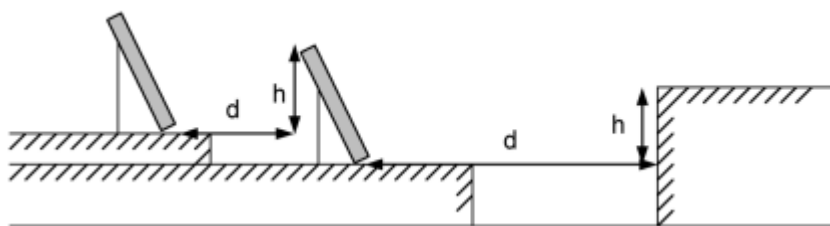


3. Kalkuluaren metodologia

Estalki lauetan, hori baita kalkulaturako azterketa-kasuetarako aukeratu dena, gutxieneko tartea jarri behar da panelen ilaren artean, haien arteko itzaldura saihesteko, instalazioaren errendimenduari eragin ahal diotelako.

Ilaren arteko gutxieneko tartea kalkulatzeko, IDAEren sarera konektaturako instalazio fotovoltaikoen baldintza teknikoaren agirietan deskribaturako metodoa erabiltzen da.

10. irudia. Itzalak saihesteko ilaren artean utzi beharreko gutxieneko tartearen kalkulua



D distantzia horizontalaren gainean neurtzen da, moduluen ilaren artean edo itzala sor dezakeen h altuerako oztopo baten artean; gomendatzen da distantzia hori neguko solstizioan eguerdian zehar gutxienez 4 ordu eguzki izateko bermatzeko modua izatea. Edozein kasutan, $d \geq h \cdot k$ -ren berdina izan behar du; k faktore adimentsionala da eta, kasu honetan $1/\tan$ balioa esleitu zaio ($61^\circ - \text{latitudea}$).

b) Panel fotovoltaikoak instalatzeko orientazio eta inklinazio posibleak

Panelen orientazioa (11. irudia) eta inklinazioa panel fotovoltaikoen energia-ekoizpenari eragiten dioten beste bi aldagai dira.

Eguzkiak egiten duen ibilbidearen arabera, **orientaziorik onena hegoaldekoa da** (0°); izan ere, eguzki-erradiazioaren eragin-angeluaren arabera, angelu horretan sortzen da energia gehien, urtean eguzki-erradiazioko ordu gehiago edukitzeagatik.

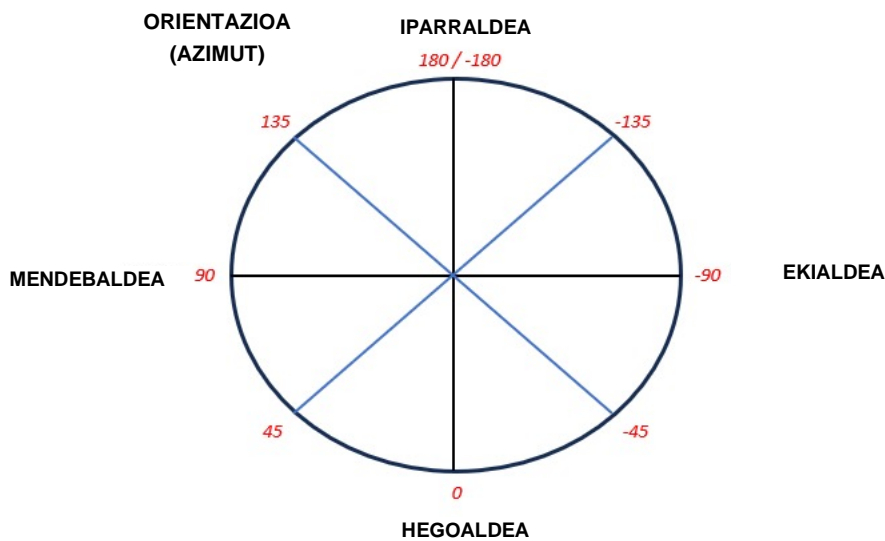
Instalazioaren eraginkortasunak behera egiten du hegoaldera zenbat eta gehiago urrundu, eta iparraldeko orientazioa da kasu posible guztietan okerrera (kasurik txarrean, eguzki-aprobetxamenduaren % 30etik beherakoa da).



3. Kalkuluaren metodologia

Ekialdera orientatutako instalazio fotovoltaiko batek ekoizpen fotovoltaiko handiagoa izango du eguzki-erradiazioiko kanpaiaren lehen orduetan, hau da, goiz-eguerdietan; azken orduetan (arratsaldean), berriz, ekoizpena nabarmen txikiagoa izango da. Aitzitik, mendebaldera begira dagoen instalazio batek energia gehiago sortuko du eguzki-erradiazioaren azken orduetan, eta lehenengoetan, berriz, gutxiago sortuko da.

11. irudia. Graduen eta puntu kardinalen arteko harremana (Iturria: egileak berak egina)



Panelen inklinazioa instalazioaren efizientziari eragiten dion beste parametro bat da. Izan ere, inklinazioaren eta orientazioaren konbinazioak panelaren eguzki-aprobetxamenduaren azken ehunekoak zehazten dute. Eraikinaren estalkiaren inklinazioak berak zehazten du, panelak modu integratuan muntatu behar badira, edo, bestela, panelak eusten dituen egituraren, estalki lau batean muntatuz gero.

Ez dago inklinazio perfekturik; izan ere, neguan, eguzki-erradiazioak paneletan duen intzidentzia-angelua eta udakoa guztiz desberdinak dira. Horregatik, instalazioa neguko hilabeteetarako optimizatu nahi izanez gero, panelen inklinazioak instalazioaren kokapenaren latitudearen berdina ($^{\circ}$) izan beharko luke, gehi 10-15 $^{\circ}$. Aitzitik, udako hilabeteetan etekinik handiena atera nahi izanez gero, inklinazioak latitudearen berdina ($^{\circ}$) izan beharko luke, ken 10-15 $^{\circ}$.

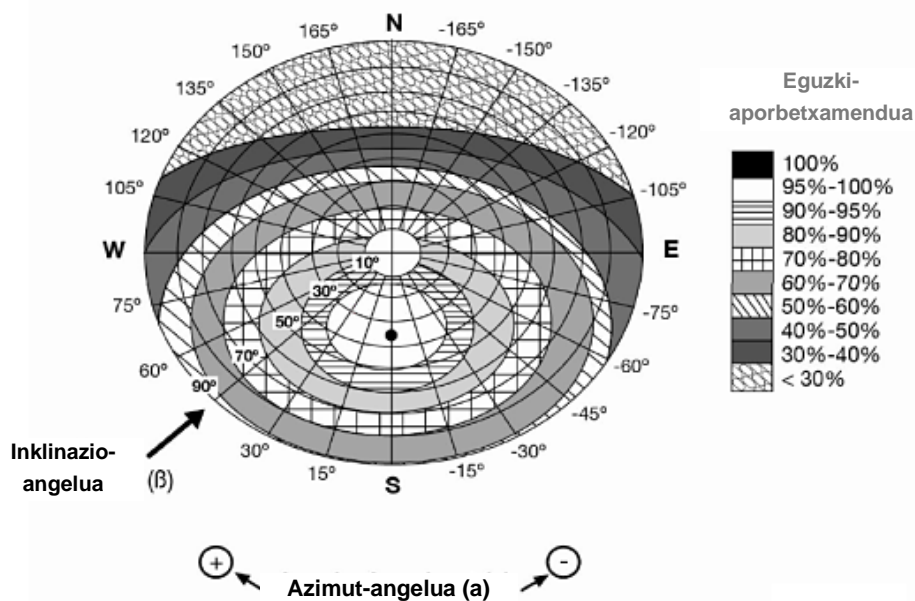
Azkenean, eta gehienetan gertatzen den bezala, urtean zehar instalazioari probetxurik handiena atera nahi bazaio, hau da, 12 hilabeteetan, hegoaldeko orientazio batentzat inklinaziorik onena 30 $^{\circ}$ -koa da. Orientazioa ez bada hegoaldekoa, orduan, inklinazioak instalazioaren kokapenaren latitudearen ($^{\circ}$) antzekoena izan beharko luke.



3. Kalkuluaren metodologia

Aipatutako azken bi parametroen laburpen gisa (orientazioa eta inklinazioa), IDAEren dokumentuan eta Eraikuntzaren Kode Teknikoan (EKT) eguzki-aprobetxamendua orientazioaren eta inklinazioaren arabera kuantifikatzen dute, honako irudi honekin:

12. irudia. Graduen eta puntu kardinalen arteko harremana (Iturria: egileak egina) Eguzki-aprobetxamendua orientazioaren eta inklinazioaren arabera (Iturria: IDAE)



Azterketa-kasuetarako, kontuan hartu da instalazio fotovoltaikoak **hegoaldeko orientazioa (0°) eta 35°-ko inklinazioa** dituela.

c) **Eguzki-ekoizpen fotovoltaikoaren kalkulua**

Instalazio fotovoltaikoaren tamaina zehazten duten aldagai guztiak definitu ondoren, hurrengo urratsa hortik lortzen den **energia-ekoizpenaren kalkulua** da.

Helburu horretarako aukeratutako metodoa Informazio Geografiko Fotovoltaikoaren Sistema da, **PVGIS** [12], Europako Batzordeak aitortutako tresna bat.

Oro har, eguzki-energia fotovoltaikoko doako kalkulagailu bat da, instalazio eta sistema fotovoltaiko autonomoentzat edo sarera konektatutakoentzat, eta, horri esker, eguzki-erradiarioari eta sistemaren errendimenduari buruzko informazioa lor daiteke munduko hainbat kokapenentarako.

Ezaugarri nagusiak hauek dira:



3. Kalkuluaren metodologia

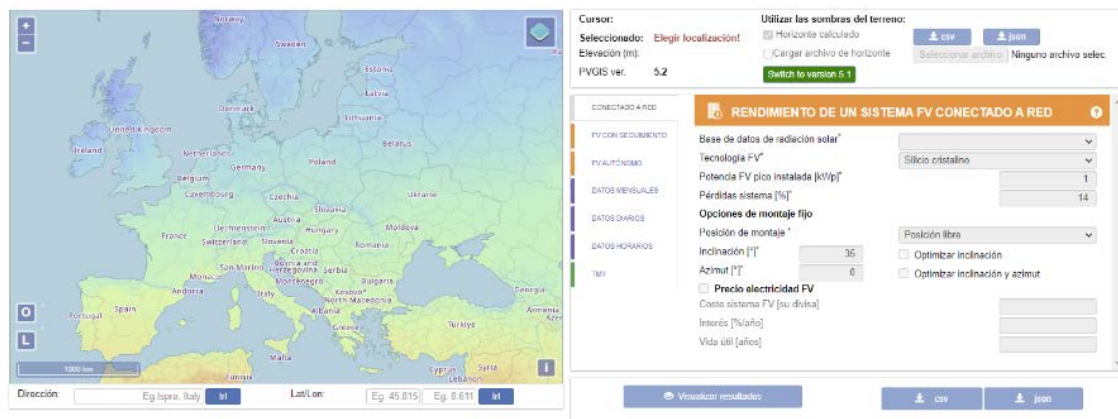
- Teknologia eta konfigurazio fotovoltaiko desberdinetarako elektrizitatea sortzeko ahalmena
- Eguzki-erradiazioa eta tenperatura, hala nola hileko batez bestekoak edo eguneko profilak
- Eguzki-erradiazioaren eta errendimendu fotovoltaikoaren ordu-balioen denborazko serie osoa
- TMY datuak bederatzi aldagai klimatikoentzat, eraikinen energia kalkulatzeko tresnetarako formateatuak

Horrez gain, PVGISak eguzki-erradiazioaren kalitate eta bereizmen espazial eta tenporal handiko datuak erabiltzen ditu, satelite-irudietatik lortutakoak, bai eta giro-tenperatura eta haizearen abiadura ere, klima-beranalisisiko ereduetatik abiatuta.

Tresna horrek eskaintzen duen beste abantailerik bat da sistemaren galeren kontzeptu bat sar daitekeela, % 14an lehenetsita dagoena.

Emaitzak urtean behin, hilero, egunero edo ordutegi-xehetasunez lor daitezke, eta, horri esker, edozein instalazio-motaren azterketa zehatua egin daiteke.

13. irudia. PVGIS tresnaren interfazea (Iturria: Internet PVGIS)



d) Galerak

Dagoeneko aipatu dira instalazio fotovoltaiko bati lotutako galerak, hainbat arrazoiengatik gertatzen direnak:

- Alde batetik, estalkiaren azalera osoaren % 35 ezin da baliatu instalazio fotovoltaikoa dimentsionatzeko. Faktore horrek eraikuntza-elementuak barne hartzen ditu, hala nola tximiniak, kasetoiak edo klimatizazio-ekipoak. Halaber,



3. Kalkuluaren metodologia

ateburuen altuera eta errenkaden arteko gutxieneko tartea ere kontuan hartzen ditu, itzala egitea saihesteko.

- Ekoizpen elektrikoa kalkulatzeko tresnan, % **21ean** finkatu dira sistemaren galerak. Besteak beste, eroanbideengatiko galerak, paneletara itzala botatzen duten elementuak etab.

e) **Autokontsumoa-soberakinak ratioa**

Energia elektrikoaren autokontsumoaren baldintza administratibo, tekniko eta ekonomikoak arautzen dituen apirilaren 5eko **244/2019 Errege Dekretua** argitaratu zenean, egoera berria sortu zen, non eguzki-energia fotovoltaikoak erabilera- eta ustiapen-potentzial handia zuen, une horretara arte inoiz izan ez zuen baino askoz handiagoa.

Autokontsumo kolektiboaren kontzeptua ezartzen du eta hau da bere definizioa:

“Autokontsumo kolektiboa egiten da, baldin eta zenbait kontsumitzailez osatutako talde bat, elkarrekin adostuta, kontsumo instalazioetatik gertu eta haiei lotutako ekoizpen instalazioetatik elikatzen bada”. Horrez gain, autokontsumorako eta banakako hainbat modalitate gaitzen ditu:

- Soberakinik gabeko autokontsumoa: parte-hartzaileek adosten dutenean instalazio fotovoltaikoak isurpenen aurkako sistema izan dezala, soberakinak sare elektrikora joan ez daitezten.
- Autokontsumoa, konpentsazioa duten soberakinekin: modalitate horren bidez, parte-hartzaileek konpentsazio ekonomikoa jasotzen dute, deskontu gisa, beren azken fakturan (hilabeteko epean).
- Autokontsumoa, konpentsaziorik gabeko soberakinekin: parte-hartzaileek ez dute deskonturik jasoko fakturan, baina soberakinak merkatu elektrikoan salduko dituzte.

Azterketa-kasuetarako, hau izan da aukeratutako modalitatea: **autokontsumoa, konpentsazioaren peko soberakinekin**. Konpentsazio-mekanismo horretan, atxikitako kontsumitzaileek berehala kontsumitzen edo biltegitratzen ez duten autokontsumorako instalaziotik eratorritako energia sarean xertatzen da; kontsumitzaileek autokontsumorako instalazioak ematen dien energia gehiago behar dutenean, saretik



3. Kalkuluaren metodologia

energia erosiko dute, hornidura-kontratuan ezarritako prezioan (KTBP edo merkaturatzailearekin adostutako merkatu askea).

Fakturazio-eparearen amaieran (ezingo da hilabete baino gehiagokoa izan), sarean erositako energiaren eta sarean txertatutako soberako energiaren kostuaren arteko konpentsazioa egiten da (soberako energia hori merkatuko orduko batezbesteko prezioa ken desbideraketan kostuan salduko da, edo alde biek adostutako prezioan, hornidura-kontratua KTBPkoa edo merkatu askekoa bada, hurrenez hurren).

Erabilitako autokontsumo eta soberakinen ratioa % 40koa da, % 60ren aurrean.

Bateriak instalatzea ez da kontuan hartu, eta, beraz, autokontsumoa ez da oso handia, energia sortzen baita egunaren erdiko orduetan (eguzki-kanpaia), eta, ziurrenik, energia-kontsumo gehiena goizeko eta arratsalde-gaueko orduetan.

Kalkulua egiteko, ekoizpen fotovoltaiko osoa (% 100) kontuan hartu da EKTan ezarritako mugak betetzeko. Hala ere, aurrezki ekonomikoak fakturretan ebaluatzeko orduan, soberakintzat hartu den zatia soilik deskontatzen da (% 60).

Instalazioak

f) Ezaugarriak

Dokumentu honetako “*Instalazioak*” ataleko 3.1 puntuan (*Kalkuluaren metodologia*) adierazi den bezala, **5 instalazio-mota aukeratu dira** elektrifikazio lan-ildo honetan aztertzeko.

Zuzenean **baztertu egin dira** gas naturala edo beste **erregai fosil** batzuk erabiltzen dituzten teknologiak, hala nola galdarak eta baterako ekoizpen-sistemak.

Era berean, baztertu egin dira **sistema hidraulikoak** behar dituzten instalazioak, hala nola eguzki-panel termikoak, ALOKABIDEk jakinarazitako jarraibide gisa; izan ere, mantentze-lan handiagoa behar dute beste aukera batzuen aldean, eta haien matxurek kalte handiak eragiten dituzte.

Biomasa ere ez da kontuan hartu, iturri berriztagarritzat jotzen bada ere, ez delako eraikinaren % 100eko elektrifikazio-filosofian sartzen.



3. Kalkuluaren metodologia

Azkenik, baztertu egin da **geotermia**, kostu handia duelako eta aplikatzeko behar dituen baldintza bereziengatik (orubeko espazioa).

Irizpide horiekin, instalazioen aukera-sorta murriztea lortu da, 40 aukera baino gehiagotik 5 aukeratuetera.

Instalazioek banakako konfigurazioa duten kasuetan, honako ezaugarri hauek dituzten ekipoa hartu dira kontuan, etxebizitzaren tamainaren arabera:

- EUBrako termo elektrikoa: 1,2 eta 2,6 kW arteko potentzia izendatuarekin eta 100-150 litroko metaketarekin.
- Erradiadore elektrikoak: Etxebizitzako 1,8-3 kW arteko potentzia.
- EUBrako aerotermoa: 0,7 eta 2,5 kW arteko potentzia izendatuarekin eta 100-150 litroko metaketarekin.

Instalazio kolektibo edo komunitarioen kasuetarako, faktore erabakigarria etxebizitzaren guztizko kopurua da. Kalkulu guztiak egiteko erabili den ereduazko eraikinak beheko solairua eta **altuerako 5 solairu** ditu, eta 5 etxebizitza solairu bakoitzeko. Guztira, eraikinak **15 etxebizitza** ditu. Kasu horretan:

- EUB eta berokuntzarako aerotermia: 18 eta 25 kW arteko potentzia izendatua, etxebizitzaren tamainaren arabera.

g) Galerak instalazioetan (banakakoak eta zentralizatuak)

Instalazioen funtzionamendu teorikoa ez dator bat instalazioen benetako funtzionamenduarekin. Arrazoi horren faktore nagusietako bat instalazioak berak dituen galerak dira. Galera horien ondorioz, teoriak markatzen duena baino energia gehiago kontsumitzen da errealitatean.

Banakako instalazioak dituen eraikin batean, elementu kritikoetako bat ur bero sanitarioaren termoa eta horren metaketa da. Termoez nolabaiteko isolamendu-maila izaten dute ($UA \approx 0,9 - 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), baina horrek ez du ekiditen galerak egotea. Azterketa-kasuetarako, kontuan hartu da EUBrako eskatutako energiaren % **33** galdu egiten dela.

EUB eta berokuntzarako instalazio zentralizatuak dituen eraikin batean, haren konfigurazioaren, tamainaren eta instalazioen kokapenaren arabera, banaketari lotutako



3. Kalkuluaren metodologia

galerak kontuan hartu beharreko balioetara irits daitezke. Kasurik kritikoenak altuera askoko eraikinak dira, energia sortzen den puntutik (galdara-gela) kontsumo-puntura arte distantzia handiekin edo, besterik gabe, eroanbideetan isolamendu-maila egokirik ez dutenak.

Horregatik, instalazio zentralizatuen tipologia horretan **energia-galeren % 30** hartu da kontuan.

h) Instalazioen tamaina

Instalazioak behar bezala dimentsionatu behar izan dira aztertutako kasu bakoitzera egokitu daitezen. Dokumentu honen aurreko “Ezaugarriak” atalean instalazio-konfigurazio bakoitzerako ekipoen potentzien magnitude-ordenak adierazi dira.

Ekipoen potentzia termikoak ase beharreko oinarrizko eskariaren arabera dimentsionatu dira (EUB + berokuntza). EUB eta berokuntzaren eskari bateratua faktore desberdinen arabera aldatzen da:

- Klima-eremua, C-D-E EKTaren arabera edo kostaldekoa, bitartekoa eta hotza, EEEn arabera
- Eraikinaren etxebizitza kopurua, guztira
- Etxebizitzen azalera
- Instalazioaren konfigurazioa (banakakoa edo kolektiboa)
- Instalazio-mota bakoitzari edo energia sortzeko ekipu bakoitzari lotutako galerak

i) Jarduteko modua

Aerotermiaren errendimendua kalkulatzeko bulkada-tenperaturak baldintzatzen dituzenez, zerbitzu bakoitzerako kontsignak jarri dira, zentralizazio-mailaren arabera.

3. taula: Instalazioen jarduteko moduak

Zentralizaioa	Bulkada-tenperaturak [°C]	
	Berokuntza	EUB
Banakakoa	45	60
Kolektiboa	55	60



3. Kalkuluaren metodologia

EUBrako 60 °C-ko segurtasuneko bulkada-tenperatura hartu da kontuan, metaketa duten ekipoak direlako, eta ez bat-bateko ekoizpenekoak. Berokuntzarako, berriz, sistema zentralizatua eta banakakoa bereizi dira, lehenengoarentzat tenperatura handiagoarekin, banaketaren ondoriozko balizko galerengatik. Bi kasuetan, tenperatura baxuko kontsignak dira, haien helmuga zoru erradiatzailea delako.

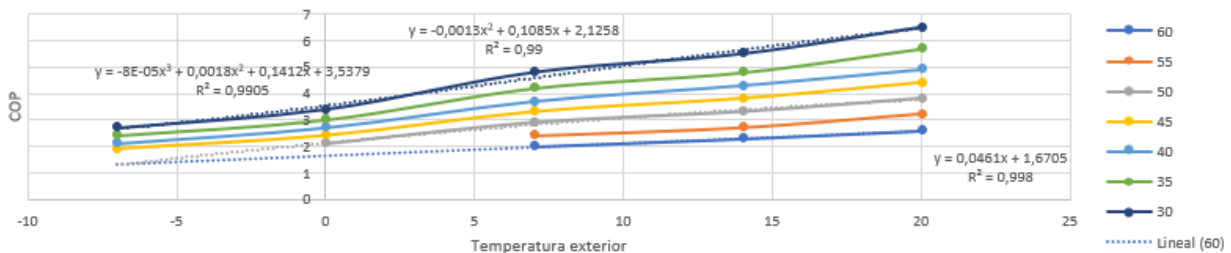
j) **Errendimendu-kurbak Bulkada-tenperaturen probaren arabera (aerotermitia)**

Aerotermitia ekipoen errendimendu-kurbak kalkulatu behar izan dira, honako hauen arabera:

- Neguko urtaroen batez besteko tenperatura, berokuntzarako klima-eremuaren arabera.
- Urteko urtaroen batez besteko tenperatura, EUBrako klima-eremuaren arabera.
- Klima-eremuaren honako biztanleria hauen batez besteko erregistroen bidez irudikatu dira, Euskadiko geografiako balizko tenperaturen aukera hartzen saiatuz:
 - Bilbo – C eremua
 - Arrasate – D eremua (Arrasatek Donostiak baino klima gogorragoa du, biak D1 diren arren, eta hiriburuak Bilboren antzeko klima du)
 - Vitoria-Gasteiz – E eremua (EKTan D eremu gisa agertzen da, baina baldintza klimatologikoengatik, eta, kalkulua egiteko, E eremutat hartu da)
- Aldez aurretik adierazitako bulkada- edo zerbitzu-tenperatura.

Adagai horiek zehaztuta eta ekipo errealen batez besteko balio izendatuak kontuan hartuta, honako errendimendu-kurba hauek lortu dira:

14. irudia. Aerotermitiaren errendimendu-kurbak (Iturria: egileak berak egina)





3. Kalkuluaren metodologia

Balioak zehaztuz, honako hauek dira aztertutako aerotermita-ekipoetarako gutxi gorabeherako urtaro-errendimendu teorikoak:

4. taula: berokuntzarako errendimenduak, zentralizazioaren eta klimaren arabera

KLIMA	Berokuntzarako SPF	
	Banakakoa	Kolektiboa
C1 - Bilbo	3,63	2,62
D1 - Arrasate	3,34	2,45
E1 – Vitoria – Gasteiz *	3,25	2,40

5. taula: EUBrako errendimendu-taula, zentralizazioaren eta klimaren arabera

KLIMA	EUBrako SPF	
	Banakakoa	Kolektiboa
C1 - Bilbo	2,19	2,19
D1 - Arrasate	2,06	2,06
E1 – Vitoria – Gasteiz *	2,02	2,02

*Ofizialki, Vitoria – Gasteiz ez da E1 klima, hurbiltasunagatik eta adierazgarritasunagatik, azterketa-mailan halakotzat hartzen da.

Faktore ekonomikoak

Kostuak kalkulatzeko, aurrezkiak kuantifikatzeko eta beste batzuk baino merkeagoa den soluzioa zehazteko, prezio eta balio ekonomiko batzuk eduki behar izan dira. Merkatuko prezio errealak erabili dira, prezioen datu-baseetatik (CYPE), fabrikatzaileen katalogoetatik eta 2023ko urte naturaleko fakturetatik aterata, balioak ahalik eta gehien egokitu daitezzen errealitatera eta ahalik eta eguneratuen egon daitezzen. Hala, honako hau zehaztu da:

- Soberakinen konpentsazio-prezioa: 0,12 €/kWh
- Kontsumo-tarifak:
 - Tarifa lauaren modalitatea (P1): 0,20 €/ kWh



3. Kalkuluaren metodologia

Energia primarioaren kalkulua (berriztagarria eta ez-berriztagarria) eta emisioak

Hainbat azterketa-kasu alderatu ahal izateko, beharrezkoa da emaitzak unitate edo termino berdinetan adieraztea. EKTk termino horietako batzuk zehazten ditu:

- **Energia primarioa:** eraikinari hornitutako energia, iturri berriztagarrietatik eta ez-berriztagarrietatik eratorria, eta alde zuzenetik inolako bihurtze- edo eraldaketa-prozesurik jasan ez duena. Erregaietan eta beste energia-iturri batzuetan dagoen energia da, eta kontsumitutako azken energia ekoizteko behar den energia barne hartzen du, eraikinera eramateak, biltegiak eta abarrek eragindako galerak barne. Energia primarioa (guztira): iturri berriztagarrietatik eratorritako energia primarioan deskonposatu daiteke, edo energia primario berriztagarrian, eta iturri ez-berriztagarrietatik eratorritako energia primarioan, edo energia primario ez-berriztagarrian, Energia Berriztagarriei buruzko Zuzentarauaren arabera (2009/28/EE).
- **Azken energia:** energia, kontsumo-puntuetan erabiltzen den moduan. Eraikineko sistemei zerbitzuak hornitzeko ematen zaiena da; normalean, hornidura hori erregaien, in situ ekoizpenaren edo sare espezifikoaren bidez egiten da (elektrizitatea, gasa, barrutiko beroa edo hotza, etab.).
- **Eskaria (energetikoa):** sistema teknikoek eraikinaren barruan erregulatu bidez zehaztutako baldintzak mantentzeko eman behar diren beharrezko **energia erabilgarria**. Berokuntzaren, hozte-sistemaren, etxeko ur beroaren (EUB), aireztapenaren, hezetasunaren kontrolaren eta argiztapenaren energia-eskaeran bana daiteke, eta honela adierazten da kWh/m² urte.
- **CO₂ emisioak:** Atmosferara isurtzen den berotegi-efektua eragiten duen karbono dioxido kantitatea, kontsumitutako energia primarioaren baliokidea. Honela adierazten da: kgCO₂/m²urte.

Modu sinplifikatuan, azken energiaren eta energia primarioaren arteko lotura igarotze-koefiziente baten bidez adieraz daiteke. Koefiziente horrek, eremu geografiko jakin batean, energia primarioaren zati bakoitzean (berriztagarria eta ez-berriztagarria) eraldaketan eta garraioan izandako galeren eragina islatzen du.



3. Kalkuluaren metodologia

Energia-terminoen igarotzea irudi honetan islatzen da:

15. irudia. Energia-terminoen arteko baliokidetasuna (EKT DB-HE)



Energia primarioaz hitz egiten den bakoitzean, ekipamenduen errendimenduak eta garraio- eta eraldaketa-prozesuetatik igarotzeko faktoreak hartu dira kontuan. Berezi baliagarria da hainbat teknologia alderatzeko (erregai fosilak, biomasa, etab.), eta ez bakarrik elektrikoak, azterketa-kasu honetan bezala.

Gutzizko energia primarioa, energia primario ez-berriztagarrira eta CO₂ isurietara igarotzeko faktoreak Eraikinetako Instalazio Termikoen Erregelamenduaren Dokumentu Aitortuan (EITE) argitaratuta daude, eta balio hauek dituzte jatorrizko bektore energetikoaren arabera:

16. irudia. Energia primarioa eta CO₂ isurietara igarotzeko faktoreak (EITE-IDAE)

Azken Energia igarotzeko faktoreak			
Energetikoa	Lehen mailako Energia Guztiara (kWhEP/kWhEF)	Lehen mailako Energia berriztaezina (kWhEPNR/kWhEF)	Co2 isuriei (kgCO2/kWhEF)
Elektrizitatea	2,368	1,954	0,331
Berogailua / fuel-olioa gasolioa	1,182	1,179	0,311
GLP	1,204	1,201	0,254
Gas naturala	1,195	1,190	0,252
Ikatza	1,084	1,082	0,472
Biomasa dentsifikatu gabea	1,037	0,034	0,018
Biomasa dentsifikatua (pelets)	1,113	0,085	0,018

EKTak honako muga hauek ezartzen ditu energia primario ez-berriztagarria kontsumitzeko eta guztizko energia-primarioa kontsumitzeko, klima-eremuaren arabera. Honako hauek dira:



3. Kalkuluaren metodologia

17. irudia. Energia primario ez-berriztagarriaren eta guztizkoaren kontsumo-mugak (EKT DB-HE)

3.1 Lehen mailako energia ez-berriztagarriaren kontsumoa

- 1 Eraikinaren ingurutzailerako termikoaren barruan edo, hala badagokio, eraikinaren zati batean dauden espazioen lehen mailako energia ez-berriztagarriaren ($C_{ep2nren}$) kontsumoak ez du gaindituko 3.1. taula-HE0 taulan edo 3.1.b-HE0 taulan lortutako muga-balioa ($C_{ep2nren2um}$).

HE Energia Aurrezteko Oinarritzko Dokumentua
HE 0. Energia-kontsumoa mugatzea

3.1.a taula- HE0

Bizitegi-erabilera pribaturako mugako balioa $C_{ep,nren,lim}$ [kW h/m² urte]

	Neguko zona klimatikoa					
	α	A	B	C	D	E
Eraikin berriak eta handitzeak	20	25	28	32	38	43
Bizitegi-erabilera pribatura aldatzea eta eraberritzea	40	50	55	65	70	80

Penintsulaz kanpoko lurraldean (Balear Uharteak, Kanariak, Ceuta eta Melilla) taulako balioak 1,25ez biderkatuko dira.

3.2 Guztizko energia primarioen kontsumoa

- 1 Eraikinaren ingurutzailerako termikoaren edo, hala badagokio, eraikinaren zati baten barruan dauden espazioen guztizko energia primarioaren kontsumoan ($C_{ep,tot}$) ez da 3.2.a-HE0 taulatik edo 3.2.b-HE0 taulatik lortutako muga-balioa ($C_{ep,tot,lim}$) gaindituko.

3.2.a taula- HE0

Bizitegi-erabilera pribaturako mugako balioa $C_{ep,tot,lim}$ [kW h/m² urte]

	Neguko zona klimatikoa					
	α	A	B	C	D	E
Eraikin berriak eta handitzeak	40	50	56	64	76	86
Bizitegi-erabilera pribatura aldatzea eta eraberritzea	55	75	80	90	105	115

Penintsulaz kanpoko lurraldean (Balear Uharteak, Kanariak, Ceuta eta Melilla) taulako balioak 1,5ez biderkatuko dira.

CO₂ isuriei dagokienez, EEZn A letrarako ezarritako mugak, klima-eremuaren arabera, honako hauek dira:



3. Kalkuluaren metodologia

6. taula: CO₂ isurien mugak, klima-eremuaren arabera

Klasearen muga	CO ₂ emisioak [kgCO ₂ /m ² urte]		
	Berokuntza	EUB	Guztira
C1 EREMUA			
A	3,3	2,4	5,7
D1 EREMUA	Arrunta	% 50eko gehikuntza	% 50eko murrizketa
A	11,7	17,55	5,85
E1 EREMUA	Arrunta	% 50eko gehikuntza	% 50eko murrizketa
A	15,7	23,55	7,85

3.3 Emaizak baliozkotzea HULC bidez

Erabilitako kalkulu-tresna baliozkotzeko eta kontrastatzeko metodo gisa Lider Calener Tresna Bateratua (HULC) erabili da.

HULCK EKT DB-HE 2019 egiaztatzea errazten du, eta eraikinen energia-ziurtapenerako txosten bat egiten du. Gainera, eraikinen 3D modelizazioa ahalbidetzen du, inguratzaillearen soluzio guztiak definitu eta sortu eta instalazioak konfiguratu ahal izateko.

Tresnak DB-HE 2019ko honako atal hauek egiaztatzeko aukera ematen du:

- HE 0 - 3.1: Energia ez-berriztagarriaren kontsumoa (EPEBK)
- HE 0 - 3.2: Guztizko energia primarioaren kontsumoa (GEPK)
- HE 1 – 3.1.1: Inguratzaillearen transmisio-mugak
- HE 4 - 3.1: EUBrako eta/edo igerilekuko klimatizaziorako gutxieneko ekarpen berriztagarria
- HE 5 - 3.1: Eskakizunaren kuantifikazioa



3. Kalkuluaren metodologia

Lider Calener Tresna Bateratuak energia-eskaria eta energia-kontsumoa eta Eraikinen Ziurtapen Energetikorako Prozedura Orokorrak (LIDER-CALENER) ebaluatzeko erabilitako aurreko programa orokor ofizialak plataforma bakar batean bateratzea barne hartzen du, baita energia-ziurtapena Eraikuntzaren Kode Teknikoaren (EKT) Energia Aurrezteko Oinarrizko Dokumentuarekin eta Eraikinetako Instalazio Termikoen Erregelamenduarekin (EITE) bateratzeko beharrezkoak diren aldaketak ere.

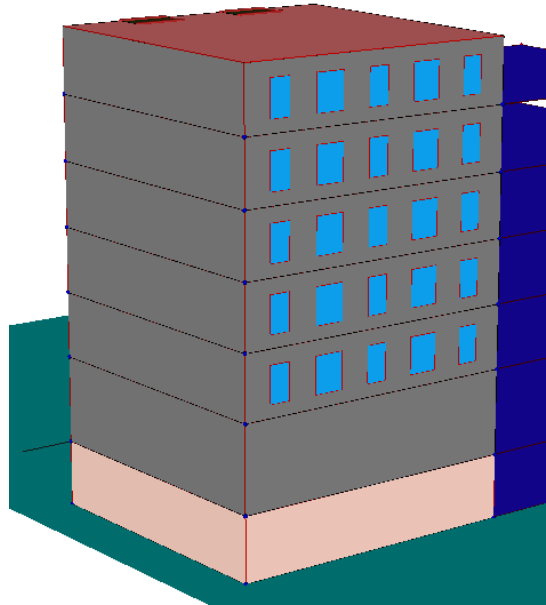
Egindako kalkuluak baliozkotzeko eta kontrastatzeko, HULC motako eraikin bat diseinatu da. Eraikin hori honako parametro hauekin definitu da:

- C1 kokapena (KTE), kostaldea (EEE)
- Sotoko solairua, beheko solairua eta altuerako beste 5 solairu
- Kanpoko 3 fatxada eta 1 mehelin
- 2 etxebizitza solairuko, horietako bakoitza 55 m²-koa.
- Estalki laua guztira 142 m²-ko azalarekin
- Itxituren eta inguratzaile termikoaren elementuen transmisioak:
 - Fatxada: $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Estalkia: $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Zurgindegiak: $U = 1,68 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Berokuntzaren eskaria: 7,65 kWh/m²urte (A Kalifikazioa)
- Urtean 14.241 kWh/urte-ko ekoizpen fotovoltaikoa
- Instalazioak
 - EUB: 1,5 kW-ko potentzia duen termo elektrikoa eta 100 litroko metaketa
 - Berokuntza: Etxebizitza bakoitzeko guztira 1,7 kW-ko potentzia duten erradiadore elektrikoak

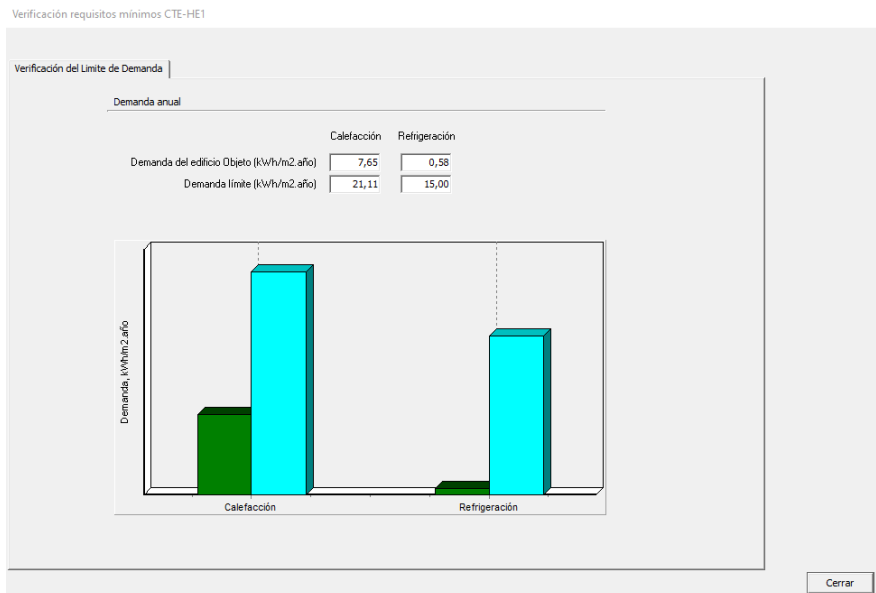


3. Kalkuluaren metodologia

18. irudia. HULCn sortutako eraikin-motaren 3D modelizazioa



19. irudia. Berokuntzaren eskariaren kuantifikazioa (HULC)





3. Kalkuluaren metodologia

20. irudia. Ingurutzaila termikoaren elementuen ezarpena (HULC)

Base de datos -

Proyecto: Opacos

Materiales y productos

Cerramientos y particiones interiores

Grupo: Verticales

Nombre: Fachada Plantas Superiores

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/(mK)]	0,050	0,038	30	1000	
2	Tablero contrachapado 250 < d < 350	0,120	0,110	300	1600	
3	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,080	0,041	40	1000	
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
5						

Grupo Material: Aislantes

Material: EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/(mK)]

0,020 Espesor (m)

U 0,22 W/(mK)

Aceptar

21. irudia. EUBko eta berokuntzaren instalazioen definizioa (HULC)

Definición Sistema

Proyecto: SIS_ACS

Caldera

Nombre: SIS_EQ3_EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto

Propiedades básicas

Capacidad Total: 15,00 kW

Rendimiento nominal: 1,000

Tipo energía: Electricidad

Multiplicador: 1

Aceptar

4. Kalkuluak eta emaitzak





4. Kalkuluak eta emaitzak

Dokumentu honen 3.1 “Azterketa-kasuen deskribapena” atalean adierazten denez, 81 aukera pasiboak zehaztu eta hautatutako 5 instalazio-tipologiekin gurutzatu ondoren, guztira 405 azterketa-kasu lortu dira. Emaitzak aztertzeko orduan, 3 ikuspuntu desberdinetatik aztertzen dira, helburuaren arabera: energia-azterketa, ingurumenekoa (CO₂ emisioak) eta ekonomikoa.

Hala, aukera bakoitzaren diziplina anitzeko ikuspegia lortzen da, eta ikuspegi hori, era berean, identifikazioaren gidari ere bada, ez bakarrik indarguneena, baita dituzten mugena ere.

Kontuan hartu diren 5 instalazio-motei A, B, C, D eta E kasuak deitu zaie. Emaitzen eta ondorioen deskribapenaren hurrengo ataletan **5 kasuen identifikazio** horri erreferentzia egingo zaio. Honako hauek dira:

7. taula: Hautatutako instalazioen kasuak

KASUAK	TEKNOLOGIA	
	EUB	Berokuntza
A	Banakakoa: Joule Efektua	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
B	Banakakoa: Aerotermita	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
C	Banakakoa: Aerotermita	Banakakoa: Aerotermita
D	Kolektiboa: Aerotermita	Banakakoa: Erradiadore elektrikoak
E	Kolektiboa: Aerotermita	Kolektiboa: Aerotermita



4. Kalkuluak eta emaitzak

4.1 Emaitza energetikoen deskribapena

EPEBK eta guztizko EPK adierazleak betetzea

Agertoki guztien **muga** handienetako bat **araudia** da, eta, zehatzago, DB – HE0 betetzea. Bertan, aipatutako eraikinak gainditu behar ez dituen energia primarioaren kontsumo-mugak jasotzen dira (azken energia eta energia normalizatua, konparatzeko). Muga horiek dokumentu honen 3.2 “*Aintzat hartutako irizpideak*” ataleko “*Energia primarioaren kalkulua (berriztagarria eta ez-berriztagarria) eta emisioak*” puntuan deskribatu dira.

Kontuan hartuta helburu nagusia instalazio termikoen elektrifikazioa lortzea dela, nabarmentzekoa da, araudi-agertoki honetan bezala, elektrizitatea erregai alternatibo oso penalizatua dela igarotzeko faktoreetan, eta, ia jatorri berriztagarria behar duela onartua izateko.

Murrizketa horretan, “Energia Primario ez-berriztagarriaren Kontsumoa” eta “Guztizko energia primarioaren kontsumoa” kontzeptuak dira muga hori aipatzen dutenak. Hala, lehenengoak adierazten du zein den gure eraikinak gastatu dezakeen energia ez-berriztagarriaren muga, eta bigarrenak, berriztagarriaren eta ez-berriztagarriaren arteko guztizko maximoa. EKTaren azken eguneraketan (2017) sartutako kontzeptu horien helburua kontsumo osoari muga jartzea da, eta kontsumitu behar denaren zati handi batek jatorri berriztagarria izatea.

Gaur egungo azterketara itzuliz, **instalazio**-tipologia bakoitzak **aplikazio-eremua** izan dezakeen kasuistikak **identifikatu** nahi izan dira, EKTak eskatutako mugak betez, edo, aitzitik, ezarritako arau-eskakizunak **ez betetzeko arrisku** nabarmena izango luke.

Horretarako, kalkulu-tresnan kolore-eskala bat duen bistaratze azkarreko patroia bat garatu da. Eskala horri esker, betetzen den (berdea) edo betetzen ez den (gorria) kasuak identifika daitezke, EKTan aldagai bakoitzerako ezarritako mugekin. Halaber, aldagaiek balio absolutuan duten hurbiltasuna bistaratzea errazten du, eskatzen den balioarekiko (kolore horiko paleta, laranja, gorria eta berdearen tonalitate desberdinak).



4. Kalkuluak eta emaitzak

Hurrengo irudian hainbat kasu agertzen dira, non instalazio-tipologiaren arabera, ez dituzten EPeb edo guztizko EParen baldintzak betetzen.

22. irudia. EPeb edo guztizko EParen mugak ez betetzeko arriskua duten azterketa-kasuak, EKT DB-HeRen arabera

CASO	Calefacción	Modo	Equipos	CASO	EPnr					CUMPLE EPnr					CUMPLE EP									
					A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E					
					Individual	Individual	Individual	Individual	Colectivo	Individual	Individual	Individual	Individual	Colectivo	Individual	Individual	Individual	Individual	Individual	Individual	Colectivo			
					Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Aerotermia	Radiador eléctrico	Colectivo	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Aerotermia	Radiador eléctrico	Aerotermia	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Aerotermia	Radiador eléctrico	Aerotermia	Radiador eléctrico	Aerotermia			
		IV	SI/No		EPnr					CUMPLE EPnr					CUMPLE EP									
NI CASO	Clima	Clima	Tamaño vivienda	Demanda CALEF	Demanda ACS	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E				
28	Bilbo	C1	2Hab	70	50.00%	11,55	20.00%	100,0	58,17	17,29	0,49	17,42	5,72	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Nabarmentzekoa da erradiadorea eta termo elektrikoa duten instalazioen kasua (**A kasua**). Bi ekipo horiek Joule efektuko erresistentzietan oinarritzen dira, eta, a priori, **EPeb-rako edo guztizko EPrako ezarritako mugak gainditzeko arriskua duen bakarra da.**

A kasua, aztertutako beste teknologia batzuek (aerotermia, esaterako) (2,5 baino gehiago) baino errendimendu txikiagoa (1 inguru) duten ekipoak direnez, kontsumoa handiagoa da planteatutako eskaera desberdinen aurrean. Hori horrela, ikusten denez, **etxebizitza geroz eta handiagoa izan** (2 eta 3 logela) eta berokuntza-eskariaren aldetik **klima zorrotzagoa izan** (D1 eta E1 eremuak), teknologia horrek **arazo gehiago** ditu EKTaren arauzko eskakizunak betetzeko.



4. Kalkuluak eta emaitzak

8. taula: DB-HE betetzeko arriskuaren laburpena, EPEBKari dagokionez

Klima	EPEBK betetzeko muga-kasuak		
	Tamaina 1 log.	Tamaina 2 log.	Tamaina 3 log.
C1	Berokuntzako edo EUBko A kalifikazioaren (EEZ) gaineko gaineskariaren marjina dago. A (EEK) berokuntzan eta EUBn	Marjina dago, berokuntzako edo EUBko A kalifikazioaren gaineko gaineskariaren kasu batzuetan izan ezik. A berokuntzan edo EUBn.	Eskaria berok. <= A Kalif. Esk. EUB =< 28 l/eguna per.
D1	Berokuntzako edo EUBko A kalifikazioaren gaineko gaineskariaren marjina dago.	Marjina dago, berokuntzako edo EUBko A kalifikazioaren gaineko gaineskariaren kasu batzuetan izan ezik.	Kasu askotan arriskua dago. Eskariak ahalik eta gehien murriztu behar dira Berok. <<A.
E1	Marjina dago, berokuntzako edo EUBko A kalifikazioaren gaineko gaineskariaren kasu batzuetan izan ezik.	Kasu askotan arriskua dago. Eskariak ahalik eta gehien murriztu behar dira Berok. <<A.	Kasu askotan arriskua dago. Eskariak ahalik eta gehien murriztu behar dira Berok. <<A.

Era berea, guztizko gehieneko EP ere baldintzatuta dago eskaera handiak dauden kasuetan, etxebizitzaren tamainaren edo gaineskari egoeren arabera.

Beste egoera batzuetan aerotermia jokoan sartzen da, zerbitzu batean edo bietan (berokuntza edo EUB), banaka edo zentralizatuta, energia-kontsumoa eta arauzko eskakizunak paraleloki murrizten dira. Hala ere, ikusten da **B eta D kasuetarako** (erradiadore elektrikoak eta BP duen EUB) **arriskua** egon daitekeela **gaineskari handiko egoeretan**.

Funtsezkoa da azpimarratzea panel **fotovoltaikoek** ematen duten **energia berriztagarria ezinbestekoa** dela analisiaren zati honetan. **Joule efektuan** oinarritutako erradiadore eta termoen instalazioek, **eskari oso baxuko** eraikinekin batera, **energia berriztagarri** mota hori behar dute baliozkotzeko. Instalazio-tipologia horretan eragin zuzena duen beste parametro bat eraikinaren solairu kopurua da.

Eraikinaren estalkiaren azalera aldatu gabe, etxebizitza gehiago edo gutxiago izan daitezke eraikina osatzen duten solairu kopuruaren arabera. Edo, bestela esanda, estalkiak FV potentzia jakin bat instalatzeko duen ahalmena etxebizitza bakoitzeko gutxi gorabehera banatuta ikus daiteke. Altuera handiko eraikinetan, banatuago egongo da, eta, beraz, eskaera bererako, etxebizitza batek ekarpen berriztagarri txikiagoa izango du, eta, ondorioz, zailtasun handiagoak izango ditu arau-mugak betetzeko.

Ildo horretan, ondorengo taulan, eraikineko solairu kopuruaren intzidentzia eta energia fotovoltaikoaren banaketan duen eragina erakusten da, arauzko eskakizunak betetzean.



4. Kalkuluak eta emaitzak

9. taula: Eskaeraren betetze-mailaren laburpena, eraikinaren solairu-kopuruaren arabera.

Etxebizitzaren solairuak	Etxebizitza-mota		
	Instalazio guztiak Joule (A kasua)	Joule eta aeroterriaren nahasketa (B eta D kasuak)	Guztia aeroterria (C eta E kasuak)
Gehienez 3	Eskaria kontrolatu behar da, A kalifikazioaren inguruan edo gutxiago	Gaineskari marjina handia, A kalifikazioaren inguruan.	Gaineskari marjina handia, A kalifikazioaren inguruan.
3-8	Etxebizitza txikiak. A kalifikazioa edo gutxiago eskatzen duten beste etxebizitza batzuk.	Marjina batekin betetzen du, baina ez du gaineskari handia onartzen.	Marjinarekin betetzen du
8 baino gehiago	Etxebizitza oso txikiak eta eskari oso baxuarekin (Kalif <A)	A Kalif. eskariak Ez du gaineskariaren marjina handirik onartzen. Arriskua etxebizitza handietan.	Nolabaiteko marjinarekin betetzen du.

Berokuntza eta EPEBK eskariaren kalifikazioak

Azterketa-kasuak definitzerakoan hartutako irizpideetako bat oinarritzko berokuntzaren eskaria zehaztea izan zen, EEZren A kalifikazioaren mugari dagokiona. Gehikuntza eta murrizketa aplikatua duten eskarien egoerak aplikatu ondoren, kasu horietarako kalifikazio energetikoa honako hau da:

- A eskaria - % 50: A Kalifikazioa
- A eskaria: A Kalifikazioa
- A eskaria + % 50: B Kalifikazioa

Bestalde, EPEBKren kalifikazio energetikoak lotura du aurreko puntuan azaldutakoarekin mugak betetzeari dagokionez. Horrela, erreferentzia gisa 6 solairuko eraikin mota baterako, **ia kasu** eta egoera **guztiek A letra** lortzen dute, Joule efektua erabiltzen dutenetan izan ezik (A kasua), non **B kalifikazioak agertzen** diren, neguko **klima-eremu zorrotzagoei** eta **etxebizitza handiagoei** lotuak (3 logela).

Gaineskariaren muturreko egoeretan, kalifikazioa C-ra igo daiteke.

Aitzitik, mix instalazioak (**B eta D kasuak**) edo guztiz aeroterria dutenak (**C eta E kasuak**) egonkor mantentzen dira eskalaren behealdean (**A kalifikazioa**) **energia berriztagarriaren ekarpen txikiagoa** gertatu arte (8 solairu baino gehiago dituzten



4. Kalkuluak eta emaitzak

eraikinak), non **B kalifikazioak** agertzen diren eta horren ondorioz arauak ez betetzeko arriskua dagoen.

4.2 Ingurumeneko emaitzen deskribapena

CO₂ emisioen kalifikazioak

CO₂ emisioen kalifikazioek lotura zuzena dute aurreko atalekoekin, eta **egoera gehienetan** berdinak dira, hau da, **A kalifikazioan**, baina B kalifikazioko kasuen gorakada txiki batekin (eta C A kasuan – Joule efektua).

Instalazio-tipologia desberdinak alderatuz gero, ikus daiteke Joule-aeroterminia instalazio mistoen kasuek (**B eta D kasuak**) **1,5 - 2 aldiz CO₂ gutxiago ekoizten** dutela erresistentzia elektriko hutseko teknologian oinarritutakoek baino (**A kasua**), eta **3 eta 4 aldiz gutxiago** guztiz aeroterminia bidez sortzen diren sistemetan (**C eta E kasuak**). Hori bat dator bi teknologien errendimenduen arteko alderaketarekin.

Era berean, nabarmendu behar da eskari txikiko eraikinen, etxebizitza bakoitzeko FV panelen energia berriztagarriaren proportzio handiaren eta efizientzia handiko teknologiaren (aeroterminia) konbinazioak daudela, eta horien energia-kontsumo ez-berriztagarriaren balioa nulua da eta, beraz, emisio nulua.

4.3 Emaitza ekonomikoaren deskribapena

Emaitzen energia- eta ingurumen-azterketa egin ondoren, beharrezkoa eta ezinbestekoa da ikuspegia aldatzea eta azterketa-kasuen kalkuluak ikuspuntu ekonomikotik aztertzea.

Emaitzen azterketa ekonomikoaren egitura osatzen duten faktoreak honako hauek dira: ekipoen prezioa, ekipoen instalazioaren kostua, mantentze-lanak egitea eta horiek hornitzeko beharrezkoa den erregaiaren tipologia.

Ereduzko eraikin-tipologiaren erreferentzia gisa, 6 solairuko eta solairu bakoitzeko 3 etxebizitza dituen etxebizitza-bloke bat hartu da, guztira 18 etxebizitzekin.



4. Kalkuluak eta emaitzak

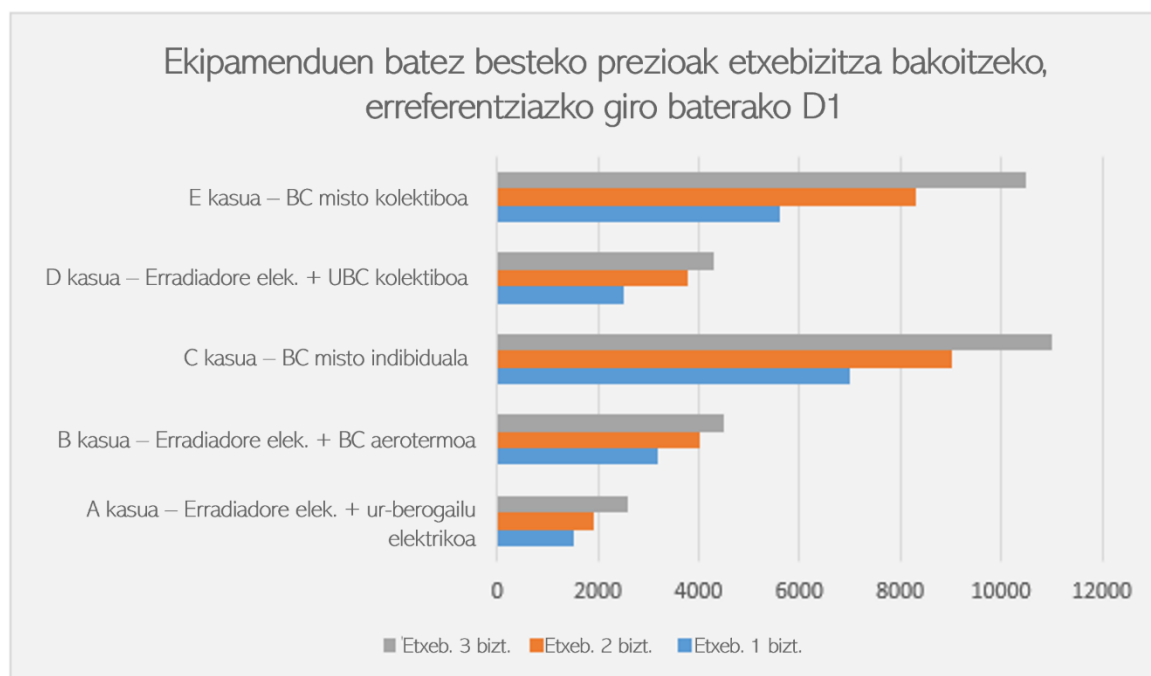
Hasierako inbertsioa

Azterketa ekonomikoaren abiapuntu gisa, instalazioen kasu bakoitzaren kostuen gutxi gorabeherako aurrekontua egin da.

Hasieratik ikusten da erresistentzia elektrikoetan oinarritutako sistemek (**A, B eta D kasuak**) teknologia konplexuagoek, esaterako aerotermiak, baino **kostu nabarmen txikiagoa** dutela (C eta E kasuak). Konposizioa, instalazioa eta sendotasuna beroponpen guztiz kontrakoak dira, eta elementu mekanikoak eta elektronikoak behar dituzte, bai eta eskulan espezializatua ere.

Gainera, azterlan honetan, **zoru bero-emaile** bidezko disipazio bidezko berokuntza-sistemetan aerotermiaren erabilera zehaztu da, efizientziagatik eta erosotasunagatik. Aitzitik, **nabarmen garestiagoa da** temperatura baxuko erradiadoreen soluzioekin alderatuz gero.

23. irudia. D klima-eremuko kasuetarako ekipoen prezioak



*BC bidezko berokuntzak lurzoru erradiatzailea instalatzeko kostua Dakar.



4. Kalkuluak eta emaitzak

Kasuen arteko kostuen alderaketatik ondoriozta daiteke **A kasua** dela **ekonomikoena**, eta alde nahikoa dagoela gainerako kasuekin alderatuta, **2-4 aldiz merkeagoa baita**. Hurrengo kasu ekonomikoenak mistoak izango lirateke (B eta D kasuak) eta, azkenik, guztiz aerotermia duten kasuak (C eta E kasuak) garestienak izango lirateke. Azken bi kasu horiek (C eta E) nahiko antzekoak dira, eta instalazioen banakako konfigurazioak edo kolektiboak ez du eragin handirik guztizko prezioan.

Mantentze-lanen urteko kostua

Gutxi gorabehera, sistemen mantentze-lanen kostuak hasierako kostuaren leerroarekin lotura du.

Erresistentzia elektrikoan oinarritutako sistemek (A kasua) mantentze-kostu ia nuluak behar dituzte, sinpletasuna eta sendotasuna direla eta. Oso gutxitan behar izaten dira esku-hartzeak. Segurtasunaren alde egoteko, urteko gastua 15-25 €-koa izango dela kalkulatu da, balizko akats edo gorabehera baten aurreikuspen gisa.

Bestalde, aerotermia bidezko bero-ponpek gutxienez aldizkako mantentze-lanak behar badituzte, eta horien kostua urtean 80-110 € inguru izan daiteke, makinaren potentziaren, funtzionamendu-orduen eta beste kontzeptu batzuen arabera, eta ohikoak ez diren inguruabarren eta matxuren arabera, 200 eurora arte igo daiteke.

Laburbilduz, ez bakarrik erosketan eta instalazioan, bero-ponpek inbertsio handiagoa eskatzen dute Joulen oinarritutako ekipoei baino; izan ere, mantentze-kostuak ere handiagoak dira.

Elektrizitatearen urteko faktura

Mantentze-lanez gain, aldian-aldian kontuan hartu beharreko beste kostu bat etxebizitza bakoitzak, bere egoeraren eta instalazioaren arabera, sareko eragile kontsumitzaile gisa ordaindu beharko duen faktura elektrikoa da. Logikoa denez, eskatutako energia-kontsumoak baldintzatuko du, baina baita ekipoi bakoitzaren beharrei zerbitzua emateko kontratatutako potentziak ere, potentziaren terminoan

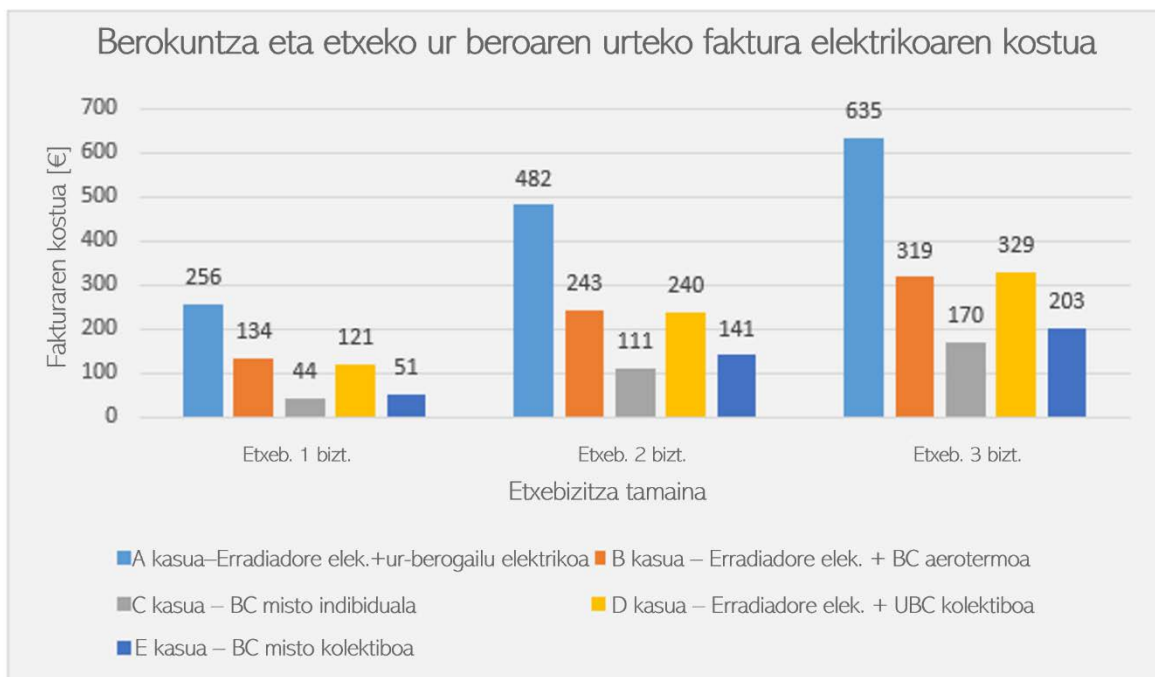


4. Kalkuluak eta emaitzak

islatuta. Hori horrela, erradiadore edo termo elektriko batek bero-ponpek baino kontratatutako potentzia handiagoa behar izaten dute.

Premisa horiekin, kontsumoagatikoko kostuak, egoeren eta kasuen arabera, oso aldakorrek dira, irudi honetan ikus daitezkeen bezala:

24. irudia. Urteko elektrizitate-fakturaren kostuak kontsumoaren arabera, etxebizitza-tipologiaren eta instalazioaren arabera, erreferentziatzko D1 klima-eremurako



Aurretiko analisi ekonomikoetan (ekipoen prezioak eta mantentze-lanak) erradiadoreek eta termo elektrikoek kosturik baxuenak hartzen zituzten arren, sare-kontsumoagatikoko faktura elektrikoek dagokienez, ordena alderantzikatu egiten da, eta orain aeroterma mistoko instalazioak dira lehen postuak hartzen dituztenak, zenbateko txikienei dagokienez.

Gutxi gorabeherako kalkulu horien arabera, urteko faktura 4 aldiz txikiagoa izan daiteke, etxebizitzaren teknologiaren eta tamainaren arabera. Egia da, halaber, eskari oso baxuko etxebizitzetan, tamainagatik edo isolamendu handiagatik, alde absolutua erdira murrizten dela, eta termino finkoak (potentzia) eragin handia duela fakturaren guztizko zenbatekoan.

5. Ondorioak





5. Ondorioak

Azterlan honen xedea izan da erregai elektrikoetan oinarritutako klimatizazio-sistema eta EUB ekoizteko sistema nagusi eta ohikoenen bideragarritasuna aztertzea hainbat ikuspegitik: energetikoa, ingurumenekoa eta ekonomikoa. Horretarako, sistema horiek eskari-egoera ezberdinetan izango luketen errendimendua aztertu da.

Lehenengo ondorioa eta nagusia da ez dagoela planteatutako egoera guztietarako hoberena den sistema bakarra. Emaitzen atalean aipatu bezala, kasu batzuk egokiagoak dira kokapenaren, etxebizitza-motaren edo eraikinen tamainaren arabera, baina beste batzuetarako ez dira aukera egokienak. Horretaz gain, emaitzak diziplina anitzen ikuspegitik aztertu direnez, zehazki, 3 ikuspegi erabiliz, alde horiek are gehiago nabarmentzen dira.

Gogorarazi behar da azterlan honetan aztertutako instalazioen konfigurazioen kasuak honako hauei dagozkiela:

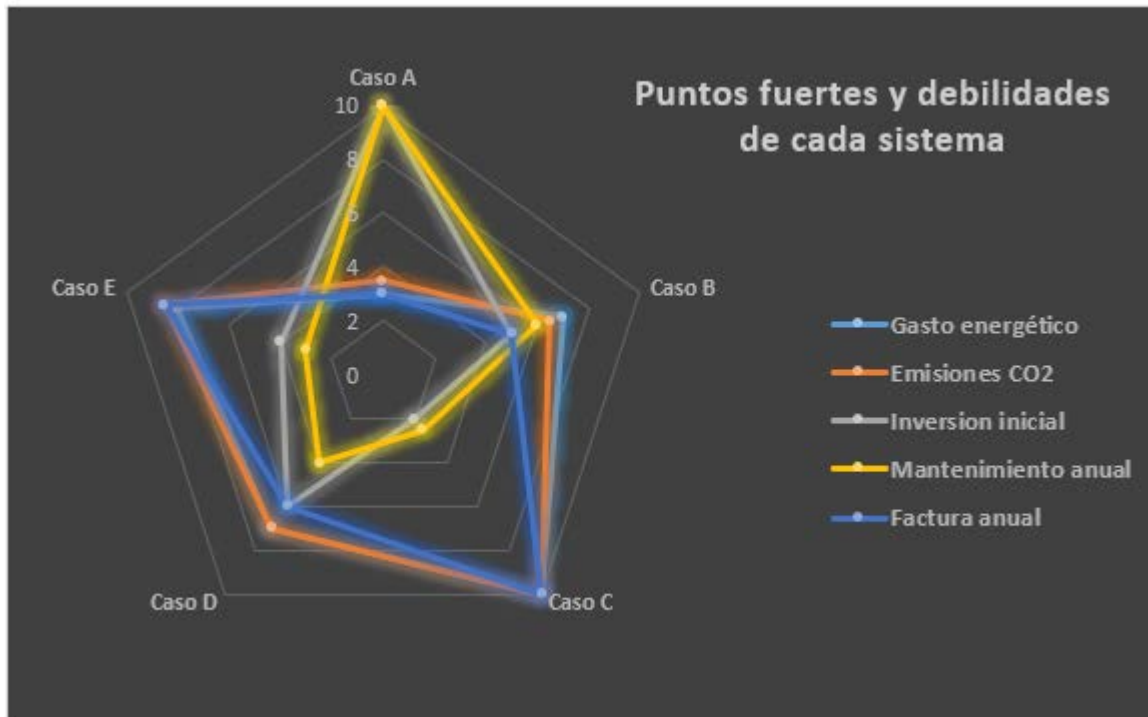
- A kasua: Erradiadore elektrikoaren bidezko berokuntza eta termo elektrikoaren bidezko EUB (dena Joule).
- B kasua: Erradiadore elektrikoaren bidezko berokuntza eta banakako aerotermiaren bidezko EUB.
- C kasua: Banakako aerotermiaren bidezko berokuntza eta banakako aeroterminia bidezko EUB.
- D kasua: Erradiadore elektrikoaren bidezko berokuntza eta aeroterminia kolektiboaren bidezko EUB.
- E kasua: Aeroterminia kolektiboaren bidezko berokuntza eta aeroterminia kolektiboaren bidezko EUB.

Ondorengo irudian aztertutako instalazioen 5 kasuen sailkapena adierazi nahi da, hainbat faktoreri erantzunez, energetikoak, ingurumenekoak zein ekonomikoa. Sistema bakoitzaren indarguneak eta ahultasunak identifikatzeko balio dezake.



5. Ondorioak

25. irudia. Azterketa kasuei lotutako kontzeptuen puntuazio erlatiboa, Otik (okerrena) 10era (hoberena).



Hori dela eta, modu absolutuan sistema hoberena zein den zehaztea konplexua da helburu eta egoera zehatza ez badago. Are gehiago, helburuak konbinatuz gero, edozein aukera jo daiteke egokitzat.

Adibidez, helburua instalazio sendoak eta mantentzeko errazak badira, posiblea da instalazioa erresistentziako erradiadore eta termoekin egitea, baldin eta beste faktore batzuk aintzat hartzen badira, hala nola berokuntza-eskaria murriztea, termoen isolamendua bermatzea, FVren ekoizpenaren ekarpen handia, etab.

Ordea, proiektatutako eraikinak ez du FVren ekoizpenik edo ekoizpen oso mugatua badu, eskari zehatza izateaz gain, eraginkortasun handia izan beharko du; ondorioz, aerotermiak eragina izango luke egoera horretan.

Ondoren, egoeraren arabera zenbait sistemen mugak zehazteko ondorioen zerrenda emango da; horretarako araudiaren esparruko, energiaren, ingurumeneko eta ekonomiaren arloko mugak hartuko dira aintzat.



10. taula. Ondorioen laburpenaren taula.

KASU A	Sistema	Egoerarik hobereena	Indarguneak	Arriskuak edo egon daitezkeen oztopoak
A	Erradiadore elektrikoak + termo elektrikoak + FV	<ul style="list-style-type: none"> • Eskari oso txikiko etxebizitzak (isolatuak, berok. kalif. <<A) • Solairu-kopuru mugatua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasierako inbertsio oso txikia. • Instalatzeko sinplea. • Mantentze-lan ia nuluak eta kostu txikiko konponketak. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendekotasun handia FVren ekoizpenarekiko. • 6-8 solairu baino gehiagoko eraikinetan DB HE0 ez betetzeko arriskua. • Urteko faktura handia izan daiteke.
B	Erradiadore elektrikoak + banakako aerotermia (BP) + FV	<ul style="list-style-type: none"> • Eskari txikiko etxebizitzak (A). • Solairu-kopuru mugatua (12, gutxi gora behera). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasierako inbertsio ertaina. • HE0 ETA HE4 arauak betetzea marjina handiagoarekin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nolabaiteko mendekotasuna FVren ekoizpenarekiko. • Nolabaiteko mantentze-lanak behar dira. • Ekipoak tokia behar du (nahiko handia da).
C	Zoru bero-emailea eta banakako BP mistoak dituen EUB + FV	<ul style="list-style-type: none"> • Eskari handiko etxebizitzak. • FVa ekoizteko aukera urriak dituzten blokeak. 	<ul style="list-style-type: none"> • FVrekiko mendekotasun txikia (instalazio txikiagoa). • HE0 ETA HE4 arauak betetzea marjina handiagoarekin. • Energia-gastu oso txikia. • CO2 emisio oso txikiak. • Urteko faktura baxua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasierako inbertsio handia. • Mantentze-lan asko • Etxebizitzan tokia izan behar da eta egokituta egon behar du kanpoko ekiporako.
D	Banakako erradiadore elektrikoak + BP kolektiboa duen EUB (BP) + FV	<ul style="list-style-type: none"> • Eskari txikiko etxebizitzak (A). • Solairu-kopuru mugatua (12, gutxi gora behera). • Bloke konpaktuak, banaketan galerak mugatzeko (EUB). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasierako inbertsio ertaina. • HE0 ETA HE4 arauak betetzea marjina handiagoarekin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nolabaiteko mendekotasuna FVren ekoizpenarekiko. • Hasierako inbertsio handia. • Mantentze-lan asko. • Ekipoak eta biltegiak instalatzeko lokala eta/edo estalkia izatea. • Komunitate handietan galera handiak banaketan (EUB kolektiboa).
E	Zoru bero-emailea eta BP misto kolektiboko EUB + FV	<ul style="list-style-type: none"> • Eskari handiko etxebizitzak. • FVa ekoizteko aukera urriak dituzten blokeak. • Bloke konpaktuak, banaketan galerak mugatzeko (berok. eta EUB). 	<ul style="list-style-type: none"> • FVrekiko mendekotasun txikia (instalazio txikiagoa). • HE0 ETA HE4 arauak betetzea marjina handiagoarekin. • Energia-gastu oso txikia. • CO2 emisio oso txikiak. • Urteko faktura baxua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasierako inbertsio handia. • Mantentze-lan asko. • Ekipoak eta biltegiak instalatzeko lokala eta/edo estalkia izatea. • Komunitate handietan galera handiak banaketan.

6. Diseinu-taldea





6. Diseinu taldea

ENEDI taldea, **Grupo de investigación de ENERgética en la EDIficación**, hemengoa:
Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU.

<https://www.ehu.es/eu/web/enedi>

Eraikuntza Kalitatearen Kontrolerako Laborategiko Termika Arloa, hemengoa:
Eusko Jaurlaritz.

termica@euskadi.eus

<https://www.euskadi.eus/area-termica/web01-a3calida/es/>



NAZIOARTEKO
BIKAIN TASUN
CAMPUSA
CAMPUS DE
EXCELENCIA
INTERNACIONAL

enedi 



LURRALDE PLANINGINTZA,
ETXEBIZITZA
ETA GARRAIO SAILA
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL, VIVIENDA
Y TRANSPORTES