

INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA
AUTOMATIKAREN INGENIARITZAKO GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

***SARERA KONEKTATUTAKO SISTEMA
FOTOVOLTAIKO BATEN AZTERKETA
ETA SARETIK ISOLATZEKO
PROPOSAMENA: ANALISIA ETA
DIMENTSIONAMENDUA***

Ikaslea: Gandariasbeitia, Oraa, Ane

Zuzendaria: Otaegi, Aizpeolea, Aloña

Ikasturtea: 2019-2020

Data: Gorniz, 2020ko uztailearen 9a

Laburpena

Lan hau 2007an Gorlizko etxebizitza batean instalatutako sarera konektatutako sistema fotovoltaiko baten azterketari buruzkoa da. Sistema fotovoltaiko hori osatzen duten osagai nagusiak identifikatu eta dagozkien alderdi teorikoak aurkeztu ondoren, sistema horren dimentsionamenduaz hitz egiten da. Horrekin lotuta, sistema fotovoltaikoak instalatzeak izan duen balantze ekonomikoa eta azken ondorioa aurkeztu dira.

Lan honen helburu nagusia etxebizitza hau sare elektrikitik isolatzea da. Horretarako, etxebizitza zehatz horren kontsumo-baldintzak aztertu dira, eta egungo sisteman aldaketak egitea proposatu da. Arazo nagusia kontsumoa eta ekoizpenarekin urteko urtaro ezberdinetan zehar desinkronizatuta egotea denez, baztertu egin da neguan behar den kontsumoa estaltzeko modulu fotovoltaiko gehiago erabiltzearen ideia. Horregatik, eguzki-energia eta energia eolikoaren bidez kontsumoa beteko duen sistema hibridoa aukeratu da.

Puntu horretatik abiatuta, hainbat haize-sorgailu aztertu dira, herriko baldintza meteorologikoak eta haizearen abiadura kontuan hartuta. Sorgailu eoliko bat aukeratu ondoren, biltegiratze-sistema bat planteatu da, neguko 4 eguneko etxebizitzaren kontsumo-betekizunetarako. Merkatuko hainbat bateria mota aztertu dira eta sistema hibridoaren zehaztapenetara hobekien egokitzen direnak aukeratu dira, eta horien konexioa justifikatu da. Horrekin lotuta, aldatu egin dira modulu fotovoltaikoen arteko konexioak eta osagai berriak gehitu dira, hala nola, karga-erreguladoreak, biltegiratze-sistema berri horretara egokitzeko.

Azkenik, saretik askatzeko sistema hibridoaren instalazioaren aurreikuspen eta balantze ekonomiko bat egin da, faktura elektrikoak aurrezteko kontutan hartuta. Alternatiba gisa, sortutako soberakina sare elektrikoari saltzea proposatu da, baina baztertu egin da diru-sarrerara nahikorik ez sortzeagatik. Horregatik, sare elektrikitik erabat isolatuta dagoen sistema hibrido bat aukerarik onena dela ondorioztatu da.

Gako-hitzak: energia fotovoltaikoa, saretik askatutako sistema fotovoltaikoa, sistema hibridoa, sorgailu eoliko, autokontsumoa.

Resumen

Este trabajo consiste en el análisis de un sistema fotovoltaico conectado a la red instalado en 2007 en una vivienda de Gornitz. Una vez se han identificado los componentes principales que componen este sistema fotovoltaico y se han presentado sus correspondientes aspectos teóricos, se habla del dimensionamiento de dicho sistema. Relacionado con esto, se ha analizado el balance económico que ha supuesto la instalación de este sistema en el transcurso de los años y su conclusión final.

El objetivo principal de este trabajo se trata de aislar esta vivienda de la red eléctrica. Para ello, se han analizado los requisitos de consumo de esta vivienda en concreto y propuesto modificaciones en el sistema actual. Siendo el problema principal la desincronización del consumo con la producción a lo largo de las diferentes estaciones del año, se ha descartado la idea de usar más módulos fotovoltaicos para cubrir el consumo necesario en invierno. Por ello, se ha optado por un sistema híbrido que cubra el consumo mediante energía solar y eólica.

Partiendo de este punto, se han analizado diferentes generadores eólicos teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas y velocidad del viento de la localidad. Tras elegir un generador eólico, se ha planteado un sistema de almacenamiento para los requisitos de consumo de la vivienda de 4 días de invierno. Se han analizado varios tipos de baterías del mercado y elegido las que mejor pudieran ajustarse a las especificaciones del sistema híbrido y se ha justificado su conexión. Relacionado con esto, se han modificado las conexiones entre los módulos fotovoltaicos y añadido componentes como reguladores de carga para adaptarse a este nuevo sistema de almacenamiento.

Por último, se ha hecho una previsión y balance económico de lo que supondría instalar este sistema aislado de la red. Como alternativa, se ha propuesto vender el excedente producido a la red eléctrica, pero se ha descartado por no generar suficientes ingresos. Por ello, se ha llegado a la conclusión de que un sistema híbrido totalmente aislado de la red eléctrica es la mejor opción.

Palabras clave: energía fotovoltaica, sistemas fotovoltaicos aislados de la red, sistema híbrido, generador eólico, autoconsumo.

Abstract

This work consists of the analysis of a photovoltaic system connected to the grid installed in 2007 in a house in Gornitz. Once the main components that are part of this photovoltaic system have been identified and their corresponding theoretical aspects have been presented, the sizing of the system is. Related to this, the economic balance of the installation of this system over the years, and its conclusion has been analyzed.

The main objective of this work is to isolate this house from the electrical network, proposing an off-grid system. To this end, the consumption requirements of this specific house have been analyzed and modifications to the current system have been proposed. The desynchronization of the consumption with the production throughout the different stations of the year being the main problem, the idea of using more photovoltaic modules to cover the necessary consumption in winter has been discarded. Therefore, a hybrid system has been chosen to cover consumption through solar and wind energy.

Starting from this point, different wind generators have been analyzed, taking into account the weather conditions and wind speed of the town. After choosing a wind generator, a storage system has been proposed for the consumption requirements of the house for 4 days in winter. Several types of batteries on the market have been analyzed and those that could best meet the specifications of the hybrid system have been chosen and their connection has been justified. Related to this, the connections between the photovoltaic modules have been modified and components such as charge controllers have been added to adapt to this new storage system.

Finally, a forecast and economic balance has been made of what it would mean to install this off-grid system and its corresponding savings in electricity consumption. As an alternative, it has been proposed to sell the extra produced electricity to the electricity grid, but this has been rejected because it does not generate enough income. Therefore, it has been concluded that a hybrid system totally isolated from the electricity grid is the best option.

Keywords: Photovoltaic energy, off-grid photovoltaic system, hybrid system, wind turbine, self-consumption.

Aurkibidea

1. Sarrera.....	1
2. Helburuak.....	3
3. Metodologia.....	4
4. Oinarri teoriko nagusiak.....	6
4.1 Sarera konektatuko sistema fotovoltaikoa.....	6
4.1.1 Sistema sortzaile fotovoltaikoa.....	7
4.1.2 Inbertsorea	12
4.1.3 Euskarri egitura.....	14
4.1.4 Kableatua.....	15
4.1.5 Sarera konexioa	15
4.2 Saretik askatutako sistema hibridoak.....	16
4.2.1 Sorgailu eolikoak	17
4.2.2 Karga-erreguladoreak.....	19
4.2.3 Bateriak	20
5. Instalazio fotovoltaikoaren kokapena.....	21
6. Sarera konektatutako sistema fotovoltaikoa.....	24
6.1 Sistemaren dimentsionamendua.....	25
6.1.1 Sistema sortzaile fotovoltaikoa.....	27
6.1.2 Inbertsorea	29
6.1.3 Euskarri-egitura.....	31
6.1.4 Kableatua.....	32
6.2 Sarera konektatutako sistemaren bideragarritasuna.....	33
6.2.1 Gastuak	33
6.2.2 Diru-sarrerak.....	35
6.2.3 Balantze ekonomikoa	36
7. Saretik askatutako sistema.....	40
7.1 Etxebizitza saretik askatzeko potentzia betekizuna.....	40

7.2 Saretik askatutako sistema. PV vs Eolikoa.....	44
7.3 Sistema hibridoa. Osagaiak	45
7.3.1 Sorgailu eolikoak	46
7.3.2 Karga-erreguladorea.....	55
7.3.3 Bateriak.....	58
7.3 Sistema hibridoaren balantze-ekonomikoa.....	61
7.4 Etorkizunerako hobekuntzak.....	63
8. Gantt-en diagrama	65
9. Aurrekontua.....	69
9.1 Giza baliabideen kostua	69
9.2 Erabilitako tresnak eta software-a	69
9.3 Instalaziorako osagaiak	70
9.4 Aurrekontu totala	71
10. Ondorioak.....	72
11. Bibliografia eta Erreferentziak.....	74

Irudien aurkibidea

3.1 Irudia. Metodologiaren laburpena	4
4.1 Irudia. Sare elektrikora konektatutako sistema fotovoltaikoaren osagaiak.....	6
4.2 Irudia. Tentsio-intentsitate erlazioaren grafikoa.....	7
4.3 Irudia. Tenperaturaren eragina modulu fotovoltaikoen potentzia maximoan	8
4.4 Irudia. α eta β angeluen adierazpen grafikoa	8
4.5 Irudia. ϕ angeluaren adierazpen grafikoa.....	9
4.6 Irudia. Seriean konektatutako moduluen eskema.....	10
4.7 Irudia. Paraleloan konektatutako moduluen eskema.....	11
4.8 Irudia. Serie-paralelo konektatutako moduluen eskema.....	11
4.9 Irudia. PV moduluen arteko ilaren arteko distantziaren kalkuluaren neurriak.....	12
4.10 Irudia. Inbertsore eskema elektrikoa (PWM modulazioa).....	13
4.11 Irudia. Inbertsore irteerako tentsioa.....	14
4.12 Irudia. Saretik askatutako sistema hibridoaren eskema.....	16
4.13 Irudia. Sorgailu eoliko baten argazkia	17
4.14 Irudia. Sorgailu eoliko baten potentziaren erlazioa haizearen abiadurarekiko.....	17
4.15 Irudia. Batezbesteko potentziaren estimazioa egiteko erlazioen grafikoa.....	18
4.16 Irudia. Karga-erreguladore baten funtzioa	19
5.1 Irudia. Etxebizitzaren kokapena eskualdeko mapan	21
5.2 Irudia. Europako eguzki irradianza mapa.....	22
5.3 Irudia. Hilabeteko irradiazioen estimazioak	23
6.1 Irudia. Sarera konektatutako sistema fotovoltaikoaren atal garrantzitsuenak	24
6.2 Irudia. 33 PV moduluak teilatuan kokatuta.....	25
6.3 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren eskema elektrikoa.....	26
6.4 Irudia. Tentsio-intentsitate erlazioa PW1650 moduluetan	28

6.5 Irudia. Fronius IG60 inbertsorearen argazkia.....	30
6.6 Irudia. Euskarri egituraren argazkia.....	31
6.7 Irudia. Sistema fotovoltaikoak sortutako urteko produkzioa.....	35
6.8 Irudia. Urteroko diru-sarrerren grafikoa.....	36
6.9 Irudia. Amortizazio-grafikoa denboran zehar	38
7.1 Irudia. 2019ko ekainetik 2020ko apirileko kontsumoaren adierazpen grafikoa	41
7.2 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren urte bateko produkzio estimatua.....	42
7.3 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren kontsumo eta produkzioen konparaketa	43
7.4 Irudia. 11 kW-eko sistema fotovoltaiko baten urteko produkzioa.....	44
7.5 Irudia. Sistema fotovoltaiko eta eoliko berriaren eskema	46
7.6 Irudia. Aelos-H 2kW argazkia.....	48
7.7 Irudia. Aelos-H 2kW aerosorgailuaren potentzia vs haize-abiadura	48
7.8 Irudia. Aelos-H 2 kW + PV energia produkzio totala kontsumoarekin konparatuta.	50
7.9 Irudia. TechnoSun FSH2000 potentzia grafika haizearen abiadurarekiko	51
7.10 Irudia. TechnoSun FSH2000 + PV estimatutako produkzio totala	52
7.11 Irudia. Tesup Atlas2.0 potentzia grafiko haizearen abiadurarekiko	53
7.12 Irudia. Tesup Atlas2.0 + PV estimatutako produkzio totala	54
7.13 Irudia. Tesup Atlas2.0 sorgailu eolikoa eta haren dimentsioak.....	54
7.14 Irudia. Must Solar PC1500B-60 karga-erreguladorea	57
7.15 Irudia. Tesup Karga-erreguladorea.....	57
7.16 Irudia. OPzS Solar 3100 bateria.....	59
7.17 Irudia. BAE 100C bateria.....	60
7.18 Irudia. Sistema berriaren eskema elektrikoa.....	61
7.19 Irudia. Sare elektrikotik askatutako sistemaren balantze ekonomikoa.....	62
7.20 Irudia. Sistema hibrido berriaren aurrekontuaren igarpena denboran zehar.	64

8.1 Irudia. Gantt-en diagrama 68

Taulen aurkibidea

4.1 Taula. Kommutazio polobakarreko erdieroaleen eskema PWM modulazioan	13
6.1 Taula. Sistema fotovoltaikoaren gastuak denboran zehar	34
6.2 Taula. Ogasunaren ordainketak denboran zehar	34
6.3 Taula. Diru-sarrera eta gastuen laburpena	37
6.4 Taula. 2020ko apirilerarteko irabazien laburpena	37
6.5 Taula. Urte bakoitzeko diru sarrerak KPI kontutan hartuta.....	39
6.6 Taula. KPIa kontutan hartutako balantzea.....	39
7.1 Taula. Haize-abiadura Gorlizen urtean zehar	47
7.2 Taula. Aelos-H 2 kW estimatutako produkzioa urtean zehar	49
7.3 Taula. TechnoSun FSH2000 estimatutako produkzioa urtean zehar	51
7.4 Taula. Tesup Atlas2.0 estimatutako produkzioa urtean zehar	53
7.5 Taula. Osagai berrien eta eskulanaren prezioaren laburpena.....	62
7.6 Taula. Gehiegizko produkzioak izango dituen diru-sarreraren aurreikuspena.	63
8.1 Taula. Gantt-en diagramaren azalpena	67
9.1 Taula. Giza baliabideen kostuen laburpena.....	69
9.2 Taula. Erabilitako tresnen amortizazioa	70
9.3 Taula. Instalaziorako osagaien gastuak	70
9.4 Taula. Aurrekontu totala.....	71

1. Sarrera

Azken urtetako arazo garrantzitsuenetariko bat energia iturri konbentzionalak eta hauek sortutako kutsadurak dakartzaten ondorioak dira. Ondorio hauei eta munduko beste arazo batzuei aurre egiteko asmoarekin, Agenda 30 plana sortu egin zen. Agenda hau 2015 urtean Nazio Batuek garatutako plana da, garapen iraunkorra sustatzeko 2030 urtean planeta mailan burutu nahi diren helburuak dituen. GIH (Garapen Iraunkorreko Helburuak) deituriko 17 helburuz osatuta daude, bakoitzak hainbat erronka dituelarik. Proiektu honek garapen iraunkorra sustatzen duelakoan, bi GIHrekin zuzenki lerrokatu daiteke.

Bereziki, 7. GIHrekin erlazionatu daiteke (energia eskuragarria, fidagarria, iraunkorra eta modernoa bermatzea). Sistema fotovoltaiko betekin, ez da bakarrik etxebizitza bakoitzaren energiaren lorpena eta merkatzea bermatzen, energia honen lorpena lokala izatera pasatzen da, sistema elektrikitik askatuz. GIH honek klima ardatzarekin lerrokatuta dago, non ingumeranen babesak helburu den. Zuzen ere, honek bereziki erregai fosilen murrizketa klima aldaketa ekiditeko funtzioa dauka.

Horretaz gain, 9. GIHrekin ere erlazionatu daiteke (azpiegitura erresilienteak eraikitzea, industrializazio inklusiboa eta jasangarria bultzatzea, eta berrikuntza sustatzea). Energia berriztagarri eta inklusiboaren alde egiten du proiektuak, honekin batera sistema elektrikitik askatzea ahalbidetzen du, energia merkea lortzeko helburuarekin

Lan honen bitartez, etxebizitza bateko eguzki plaka sistema bat aztertuko da. Jadanik instalaturik eta funtzionatzen hainbat urte daraman eguzki plaken sistema honen funtzionamendu zehatza aztertuko da, elementuz elementu azalduz. 2005 planteatzen hasitako proiektua izanda, 2007 urtean sistema martxan hasi zen. Hortaz, izandako produkzio eta irabaziak aztertu daitezke, emaitza zehatz batera heltzea ahalbidetuz. Lan honek etxebizitza baten elektrizitate kontsumoa energia berriztagarrietatik egitearekin erlazionatuta dagoenez, hauen erabileraren eta

hedapenaren alde egiten duen proiektua dela esan daiteke. Izan ere, Agenda 30-eko helburuekin bat datorren proiektua dela esan daiteke.

Proiektu hau burutzeko izan diren motibazioak, hurbiltasun jakin bateko etxebizitza baten sistema izatea eta hau aztertzeke aukera izatea izan da. Batez ere, honen funtzionamendua ulertzeke interes pertsonala izatea.

Sistema hau sarera konektatuta dagoen sistema izateagatik elektrizitatea erosten duen enpresarekin kontratua amaituko delakoan, saretik askatzeko planteamendu bat proposatuko da. Beste modu batetan, sistema hobetzeko aldaketa posibleak proposatuko dira.

Dokumentu teknikoan jarraituko den egitura hurrengoa da:

Hasteko, sisteman aurkitzen diren osagaien zerrendaketa egingo da. Osagai bakoitzen ataletan, bakoitzari dagokion azalpen eta kalkuluak azalduko dira, funtzionamenduari buruzko ulerpen sakonago bat izateko.

Honetaz gain, hasierako instalazioaren kostutik abiatuz, hilabetero izandako produkzioa aztertu eta honek izandako irabazi ekonomikoak ikusiko dira, egondako mantentze-lana eta arazoei erreparatuz. Honekin batera, legearen aurrean kontutan hartutako neurri batzuk aipatuko dira. Informazio guztiarekin, kostu eta irabazpen balantzea egingo da eta hau instalatutako urtean egindako igarpenarekin konparatuko da.

Azkenik, dagoeneko instalatuta dagoen sistema fotovoltaikoa hobetu nahian, hau moldatzeko proposamenak aztertuko dira. Hauen helburu nagusia saretik askatu ahal izatea eta produkzio eta kontsumo autonomoaren izanez, zein aldaketa edo gehigarri egin beharko litzateken aztertuko da.

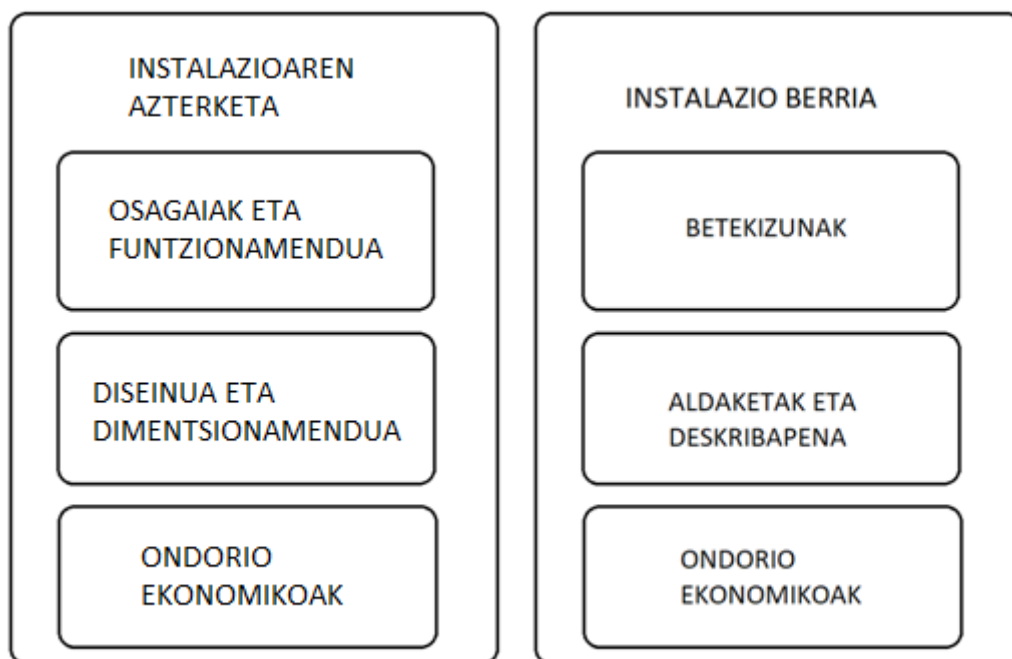
2. Helburuak

Proiektu honek bi helburu nagusi ditu, hauek azpigelburuetan banandurik. Hurrengoak dira:

1. Etxebizitza batetan kokatutako sistema fotovoltaiko baten analisi zehatza egitea.
 - 1.1. Sistemaren osagaiak eta funtzionamendua aztertzea eta ulertzea.
 - 1.2. Sistemaren diseinua eta dimensionamendua justifikatzea.
 - 1.3. Sistemak eragindako produkzioa eta ekarpen ekonomikoak aztertzea.
2. Etxebizitza sare elektrikitik askatzeko egin beharreko aldaketak planteatzea.
 - 2.1. Aldaketa horiek bete behar dituzten betekizunak aztertzea eta ondorioztatzea.
 - 2.2. Betekizun hauek betetzeko etxebizitzak duen sistema fotovoltaikoari egin beharreko aldaketa posibleak aztertzea eta aukerarik hoberena aukeratzea.
 - 2.3. Sistema sare elektrikitik askatzeak ekarriko lituzken ekarpen ekonomikoak aurreikustea balantze ekonomiko baten bitartez.

3. Metodologia

3. atal honetan proiektuaren garapenean jarraitu direneko antolaketa eta pausoak deskribatuko dira. Horretarako, 3.1 Irudian erabilitako antolaketaren laburpena ageri da.



3.1 Irudia. Metodologiaren laburpena

3.1 Irudian ikusten den bezala, lan honek bi atal nagusi ditu, hauek beste ataletan banandurik daudela. Hasteko, dagoeneko instalatuta dagoen sistemaren azterketa egingo da. Horretarako, egingo den lehenengo gauza sistemaren funtzionamendu orokorra azaltzea eta eskeman aurkitu daitezken osagai nagusien funtzionamendu eta helburuak argituko dira. Hau egiterakoan, sistema fotovoltaiko bat instalatzerakoan kontutan hartu beharreko parametroen esanahia eta garrantzia argituko da. Honekin batera, kontutan hartu beharreko arauak izendatu eta errespetatzen direla ikusiko da.

Honi buruz oinarri teoriko bat izanda, sistema konkretuari aplikatutako parametroak aztertuko dira, funtzionamendua hobeto ulertzeko helburuarekin.

Sistemaren funtzionamendua ezagutzen dela, sare elektrikora konektatutako sistema fotovoltaiko bat izateak etxebizitzako kontsumoan ekarritako ondorio ekonomikoak begiratuko dira. Horretarako, sistemaren historiari erreparatuko zaio, bere instalaziotik izandako diru-sarrera eta gastuak bilduz. Datu guztiak batuta daudela, sistema fotovoltaikoak erakarritako irabaziak argi geltituko dira.

Lanaren bigarren zatian jadanik dagoen sistema sare elektrikotik askatzeko egin beharreko aldaketak aztertuko dira. Hori baino lehen, sistema berri honek bete behar dituen betekizunak jakin behar dira. Horretarako, etxebizitza horretan gaur egungo elektrizitate kontsumoari erreparatuko zaio egoera ezberdinetan. Helburuak zeintzuk diren jakinda, elektrizitate gehiago produzitzeko moduak edota elektrizitatea gordetzeko moduak proposatuko dira, honek dakarren aldaketa guztiekin.

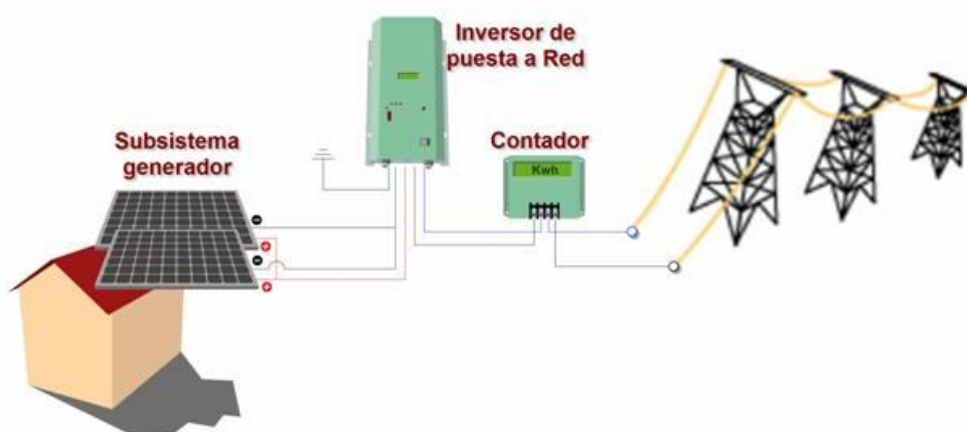
Amaitzeko, produkzio datu berrieekin eta sistema berriaren instalazio kostu datuekin, sistemak eragingo dituen ondorio ekonomikoak aurreikusiko dira, honen arabera erabakiak hartzeko gai izateko.

4. Oinarri teoriko nagusiak

Atal honek lanean zehar erabiliko diren oinarri teorikoak azalduko ditu. Alde batetik, jadanik instalaturik dagoen sistema fotovoltaikoan aurki daitezken osagaien oinarri teoriko nagusiak azalduko dira, hala nola, modulu fotovoltaikoen funtzionamendua eta kokapen ezberdinen garrantzia. Bestetik, sistema fotovoltaikoa sare elektrikotik askatzerako orduan behar izango diren osagai berrien oinarri teorikoak azalduko dira.

4.1 Sarera konektatuko sistema fotovoltaikoa

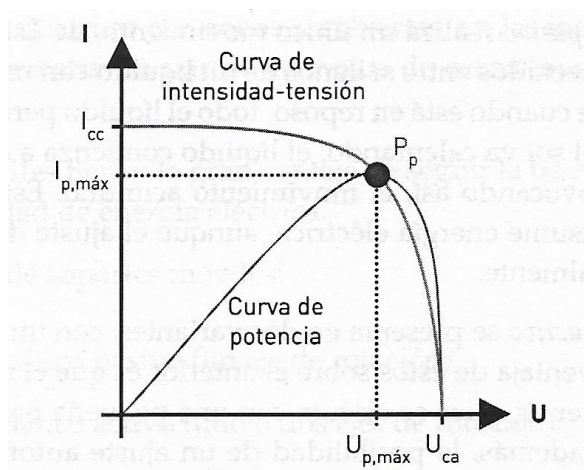
Atal honetan jadanik instalatuta dagoen sistema fotovoltaikoan aurki daitezken osagaien oinarri teorikoak landuko dira. 4.1 Irudian ikusi daitezke sare elektrikora konektatutako sistema fotovoltaikoaren osagai nagusiak (Ikastaroak, 2020). Modulu fotovoltaikoak eta inbertsorea garrantzi handia izanik, hauei buruzko oinarri teorikoak azalduko dira batez ere.



4.1 Irudia. Sare elektrikora konektatutako sistema fotovoltaikoaren osagaiak

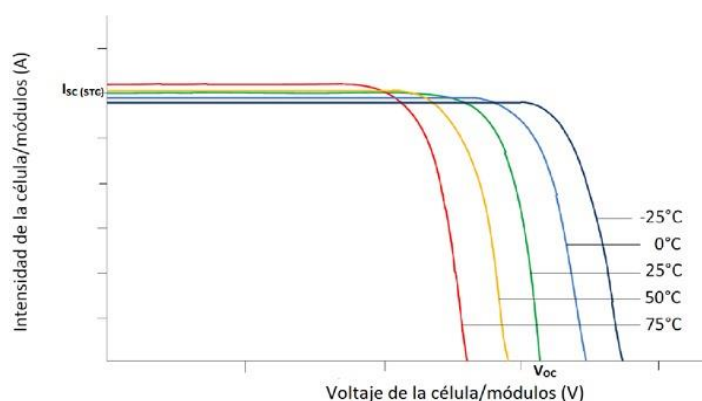
4.1.1 Sistema sortzaile fotovoltaikoa

Modulu fotovoltaikoen jokabidea tentsio eta intentsitate arteko erlazioan oinarritzen da. Erlazio honen aldaketak moduluaren kargaren edota tenperaturaren menpe daude.



4.2 Irudia. Tentsio-intentsitate erlazioaren grafikoa

4.2 irudian sistemaren moduluaren tentsio-intentsitate erlazioa ikusten da, ardatz bertikalak intentsitatea amperetan adierazten duelarik eta tentsioa voltetan ardatz horizontalean dagoelarik (Narciso & García Díaz, 2010). Intentsitatea irradiantziaren menpe dagoen bitartean, tenperaturak moduluak eman dezakeen tentsio eta potentzia maximoan eragina dauka, temperatura altuagoak moduluen potentzia maximoa txikiagotzen baitu, 4.3 Irudian ikusten den bezala (Energías Renovables, 2020).

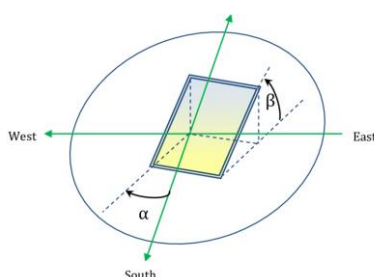


4.3 Irudia. Tenperaturaren eragina modulu fotovoltaikoen potentzia maximoan

Potentzia maximoko puntuan lan egitea da egokiena. Modulu bakoitza beraien artean berdinak diren gelaxka unitatez osatuta daudenez, hauek definitzen dituen kurbak moduluak definitzeko berberak izango dira.

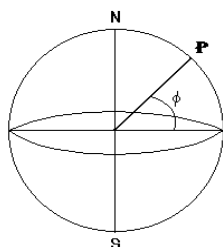
Modulu fotovoltaikoei buruz ari garenean, α angelua erabiltzen da meridiano ekuatorialarekiko orientazioari buruz hitz egiteko, ipar hemisferioaren kasuan hegoaldearekiko orientaziorako $\alpha = 0^\circ$ izango da guztiz hegoalderantz orientatuta dagoen modulu baten kasuan eta $\alpha = \pm 90^\circ$ gehienezko kasua izango da, sistema ekialde edo mendebaldeko orientazio kasuetan.

β angeluaren kasuan, moduluak daukan inklinazioa lurraarekiko izango da. 4.4 Irudian, angelu hauen adierazpen grafikoa ikusi daiteke (ResearchGate, 2020).



4.4 Irudia. α eta β angeluen adierazpen grafikoa

Moduluak instalatzeko orduan, kontutan hartu beharreko beste angelu bat ϕ angelua da. Honek kokapenaren latitude angelua adierazten du, eta eguzkiaren posizioari egiten dio erreferentzia.



4.5 Irudia. ϕ angeluaren adierazpen grafikoa

4.5 Irudian ϕ angeluaren adierazpen grafikoa ikusi daiteke P puntuaren latitudea adierazteko (Euskalmet, 2020). Galerak kalkulatzeko hurrengo ekuazioa erabiltzen da (Narciso & García Díaz, 2010):

$$Galerak(\%) = 100 \cdot (1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2) \quad (1)$$

Non:

β : Moduluaren inklinazioa lerro horizontalarekiko (gradutan).

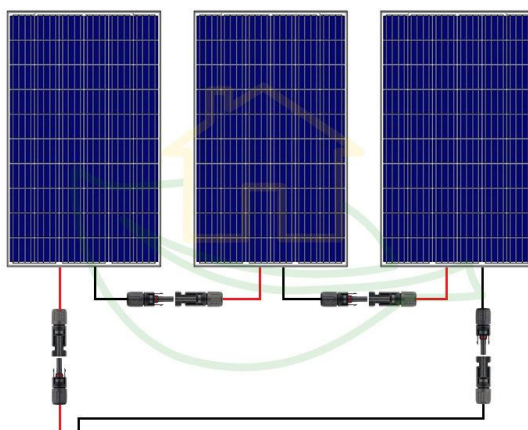
ϕ : Posizio geografikoaren latitude angelua (gradutan).

α : Meridiano ekuatorialarekiko orientazioa (gradutan).

Formula honekin ikusi daitekeen moduan, moduluak instalatzerako orduan, hauen angeluak garrantzitsuak dira ahalik eta energia gehien lortzeko. Hortaz, *alpha*, *beta* eta *fi* angelua ezagutzea garrantzi handikoa da.

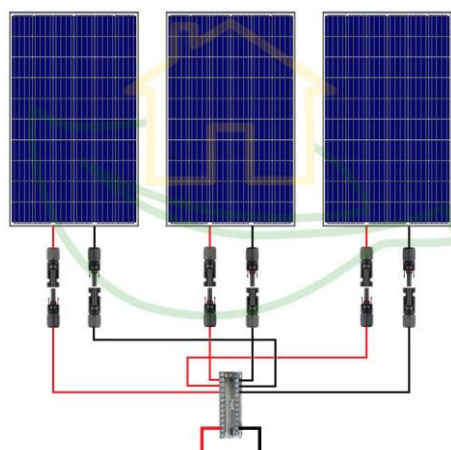
Moduluak beraien artean konektatzerako orduan, aukera ezberdinak daude. Moduluak beraien artean serie edo paraleloan konektatu daitezke. Serieko konexioan, modulu bakoitzaren positiboa hurrengoaren negatiboarekin konektatu

behar da. Lehenaren negatiboa eta azkenaren positiboaren kableak dira konexio kuxara eramango direnak, 4.6 Irudian ikusten den bezala. Kasu honetan, voltaia batu egingo dira eta intentsitatea mantendu (Autosolar, Conexión en serie y paralelo en paneles solares, 2020). Hau egitekotan, inbertsorearen tentsio maximoa gairitzen ez dela ziurtatu behar da. Metodo hau tentsio baxuko modulak erabiltzen direnean erabiltzen da gehien bat.



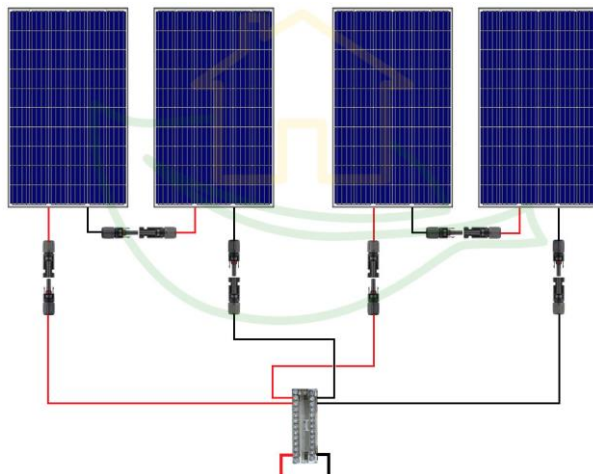
4.6 Irudia. Seriean konektatutako moduluen eskema

Paraleloan egindako konexioak intentsitateak gehitu egiten dituzten tentsioa aldatu gabe. Modu hau erabilia da moduluak eta erabiliko diren bateriek eta inbertsoreak tentsio bera dutenean. Modulu guztien positiboak batu eta negatibo guztiak bat egiten dira, 4.7 Irudian zehazten den bezala (Autosolar, Conexión en serie y paralelo en paneles solares, 2020).



4.7 Irudia. Paraleloan konektatutako moduluen eskema

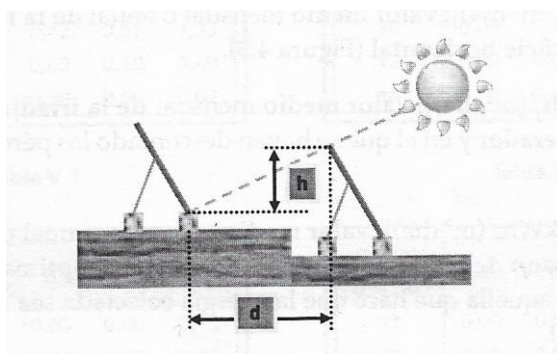
Askotan, serie-paralelo konexioa erabiltzen da, intentsitate eta tentsioa handitzeko. Modulu batzuk beraien artean seriean konektatzen dira eta ondoren modulu talde ezberdinak paraleloan batu. 4.8 Irudian ikusi daiteke muntai honen eskema (Autosolar, Conexión en serie y paralelo en paneles solares, 2020).



4.8 Irudia. Serie-paralelo konektatutako moduluen eskema

Modulu ilara bat baino gehiago jartzeko orduan, hauen arteko distantzia txikiegia bada, moduluen artean itzalak sortu daitezke eta hauen produkzioa murriztu. Bestalde, hauen arteko distantzia handiegia bada, kableatu gehiagoren beharra eragingo du eta galerak handitu. Horregatik, distantziaren kalkulua

kontutan hartu beharrekoa da. 4.9 Irudiko datuak hartuko dira moduluen arteko itzalen eragina saihesten duen distantzia kalkulatzeko (Narciso & García Díaz, 2010).



4.9 Irudia. PV moduluen arteko ilaren arteko distantziaren kalkuluaren neurriak

4.9 Irudian ikusten denez, altuera (h) neurtzerako orduan bigarren ilararen oinarritik lehen ilararen goiko distantzia perpendikularra neurtu behar da, lehen ilararen oinarria kontutan hartu gabe. Moduluen arteko distantzia minimoa (2)-k zehazten du eta latitudea kontutan hartzen da. Izan ere, (2) erabilia abenduak 21eko eguerdierdian itzalik ez egotea bermatzen du.

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitudea})} \quad (2)$$

Non:

d: PV moduluen arteko distantzia minimoa (metrotan)

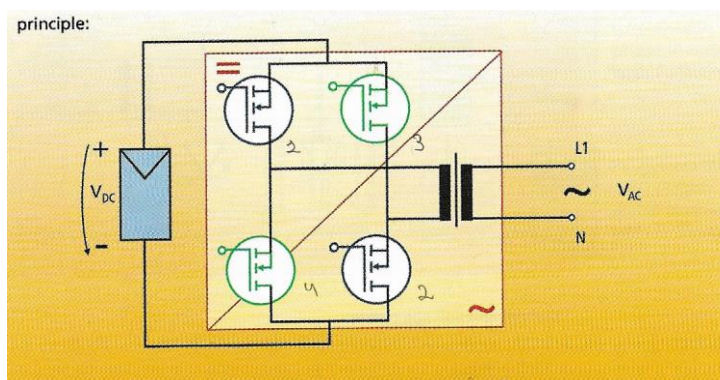
h: Altuera bertikala (metrotan)

latitudea: Sistema fotovoltaikoaren kokapenaren latitude angelua (ϕ)(gradutan)

4.1.2 Inbertsorea

Inbertsorea modulu fotovoltaikoen eta korrante alternoko sarearen arteko lotura da. Bere helburua moduluek sortutako tentsio zuzena alferno bihurtzea da, sareko tentsio eta maiztasunari egokituz.

Sarerrako parametroetara moldatzeko gai izan behar dira, maiztasuna eta tentsioa izate baterako. Inbertsorearen kokapena ere garrantzitsua da, hau moduluetatik ahalik eta hurbilen kokatu behar da, galera txikienak bermatzeko kableatuan zehar.



4.10 Irudia. Inbertsore eskema elektrikoa (PWM modulazioa)

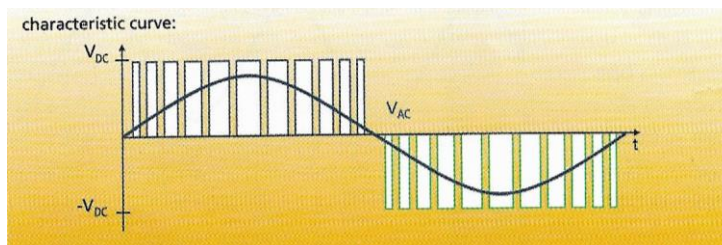
4.10 Irudian inbertsorearen eskema elektronikoa ikusi daiteke (Earthscan, 2008). Sistema mota honetan, erdieroaleak diren osagaiak erabiltzen dira, korrante moztu eta pasazteko, adibidez MOSFETak; honetarako, bi seinale erabiltzen dira: erreferentziako seinale bat (sinusoidala) eta garraiatzaile bat (triangularra). Bi seinale hauek erdieroaleen konmutazioa kontrolatuko dute, 4.1 Taulan ikusten den bezala. Erabilitako konmutazio honi polobakarra deitzen zaio, irteerak maila altutik zerora eta maila baxutik zerora konmutatzen baitu.

$V_{sin} > V_{tri} \rightarrow S1$ eroaten
$-V_{sin} > V_{tri} \rightarrow S3$ eroaten
$-V_{sin} < V_{tri} \rightarrow S2$ eroaten
$V_{sin} < V_{tri} \rightarrow S4$ eroaten

4.1 Taula. Konmutazio polobakarreko erdieroaleen eskema PWM modulazioan

S1 eta S2 aldi berean eroaten daudenean, irteera seinalea positiboa izango da eta S3 eta S4 eroaten daudenean irteera negatiboa izango da. Erdieroale bakarra

eroaten dagoen aldiunetan irteera nulua egongo da. Modu honetan, irteerako seinalearen maiztasuna kontrolatu daiteke.



4.11 Irudia. Inbertsore irteerako tentsioa

4.11 Irudian, inbertsore mota honek izanngo duen irteera adierazten da, modulazio polobakarreko kommutazioa erabilita (Earthscan, 2008).

Inbertsore baten parametro bereizgarriak hurrengoak dira:

- Tentsio izendatua: Sarrera terminaletan aplikatu beharreko tentsioa da.
- Potentzia izendatua: Modu jarraituan inbertsoreak sortu dezakeen potentziari egiten dio erreferentzia. Normalean 100-5000 W artekoak izaten dira.
- Gainkarga-gaitasuna: Potentzia izendatua baino handiagoa den potentzia bat hornitzeko gaitasuna, baita hau mantentzeko gai den denbora ere.
- Eraginkortasuna: Irteera eta sarrera potentzien arteko erlazioa ehunekoetan adierazita.

4.1.3 Euskarri egitura

Moduluen euskarri egitura kargen arau guztiak betetzeko diseinatuta eta fabrikatuta egon behar dira, elur eta haize egoeratan izan behar dituzten eskakizunak betetzeko, NBE-AE-88 arauetan zehazten den bezala.

4.1.4 Kableatua

Kableatua planteatzerakoan, kableen tentsio-erorketa tarte baten barnean dagoela bermatu behar da, hurrengo formularen bitartez:

$$C = \frac{2 \cdot L \cdot I_{max}}{56 \cdot A} \quad (3)$$

Non:

L: Kablearen luzeera (metrotan)

I_{max} : Kablean zeharreko intentsitate maximoa (Amperetan)

A: Kable sekzioaren azalera (milimetrotan)

4.1.5 Sarera konexioa

Instalazioak tentsio baxuetara konektatzen diren instalazioen neurriak jarraitu behar ditu, R.D. 1663/200 10. artikulua araberako. Energia-kontagailuak (kWh) kalibratuta mantendu behar dira. Irteera-kontagailua bi norabideetan neurtzeko gai izan behar da, inbertsoreak kontsumo txikiren bat izan dezakeelako elektrizitatea sortzen ez denean. Kontagailu bakarra erabiltzekotan, sareko kontsumoak eragozten duen dispositibo bat jarri beharko da. Etxebizitzaren kontsumo elektrikorako, beste zirkuitu elektriko banandu bat erabiliko da, ez da sortutako elektrizitate kontsumorik egingo.

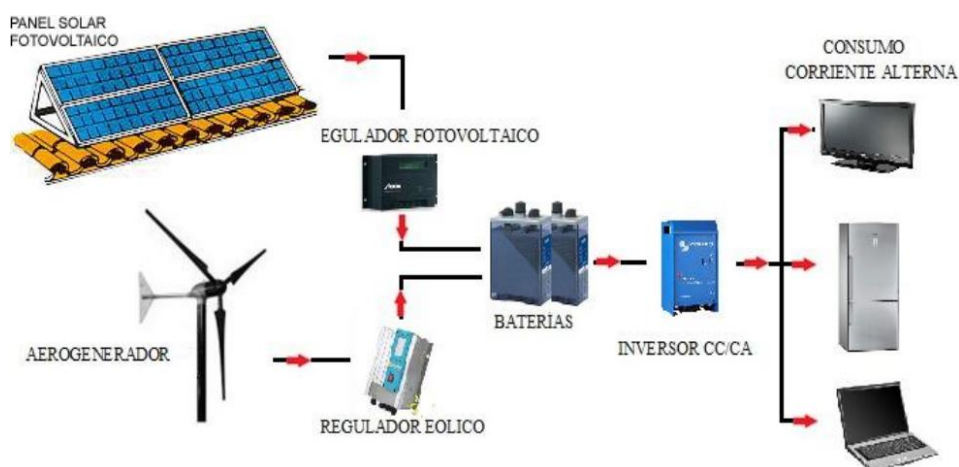
R.D. 1663/2000 11. artikuluan aipaturiko babes-neurriak beharrezkoak dira, izan ere, etxebizitza familia bakarreko eraikin batean jarraitu behar diren neurriak azaltzen ditu sarera konektatuz gero. Material guztiak I Motako isolamendu elektrikoa izan behar dute gutxienez. Honekin batera, sarera konektatutako zirkuituak eskuzko etengailu bat izan behar du, eskura dagoena. Honela, zirkuitua edozein momentutan eteteko aukera egongo da. Horretaz gain, etengailu automatiko bat ere egon behar da sisteman, sareko tentsio edo maiztasunarekin sinkronismoa galtzen denean eten egingo dena.

R.D. 1663/2000 12. artikulua lurrera konektatzearekin erlazionatuta dauden segurtasun guztiak aipatzen ditu. Instalazioko masa guztiak, bai korrante zuzen eta korrante alternokoak, lur bakar batetara konektatu behar dira, hau neutroarekiko independentea izanik. Hau RBT-k (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) marratzen du.

R.D. 1663/2000 13. artikulua armonikoei buruzko eta bateragarritasun elektromagnetikoari buruzko atalak zehazten ditu.

4.2 Saretik askatutako sistema hibridoak

Atal honetan, sare elektrikotik sistema fotovoltaikoa askatzeko behar diren osagaien oinarri teorikoak adieraziko dira. Alde batetik, elektrizitate produkzioa handitzeko erabili ahal diren osagaiak (sorgailu eolikoak) eta bestetik elektrizitatea biltegitratzeko gehitu beharreko osagaiei buruz jakin beharreko informazioa azalduko da. 4.12 Irudian, sistema hibrido orokor baten eskema adierazten da, osagaiak identifikatu ahal direlarik (Hernández Fernández & Zapatero Rodríguez, 2012).



4.12 Irudia. Saretik askatutako sistema hibridoaren eskema

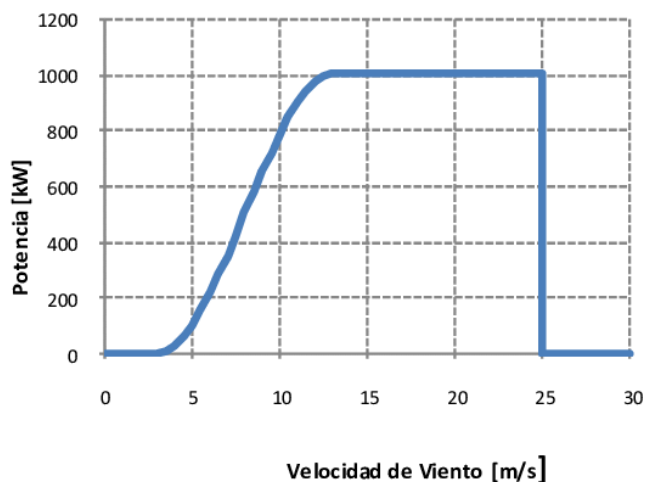
4.2.1 Sorgailu eolikoak

Sistema hibridoak modulu fotovoltaikoz eta sorgailu eolikor osatuta dauden sistemak dira. Hauen funtzionamendua eta produkziaren estimazioa egiteko, jarraian sorgailu eolikoan funtzionamendua aztertuko da.



4.13 Irudia. Sorgailu eoliko baten argazkia

Produkzioaren estimazioa egiteko, turbinaren potentzia izendatua, abiadura izendatua eta deskonexio-abiadura behar dira.

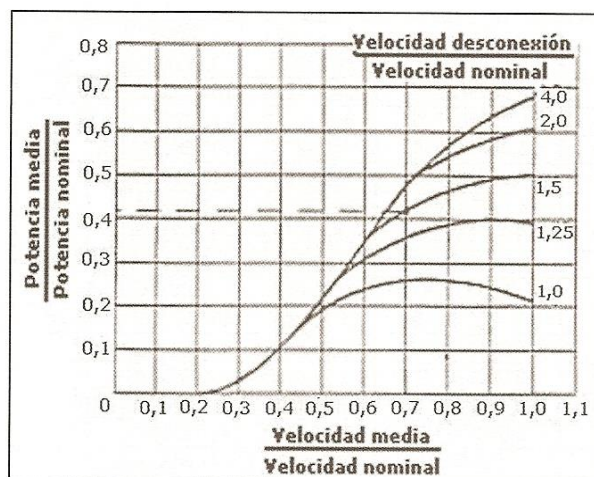


4.14 Irudia. Sorgailu eoliko baten potentziaren erlazioa haizearen abiadurarekiko

4.14 Irudian (ResearchGate, 2020) ikusi daitekeena sorgailu eoliko baten potentziaren erlazioa haizearen abiadurarekiko da. Ondorioztatu daitekeenez, potentzia haizearen abiadurarekiko proportzionala da linealki balio batera heldu arte, kasu honetan, 12m/s-tan 1000 kW produzituko ditu eta balio hori mantenduko du. Aldi berean, sorgailua funtzionatzen hasteko abiadura minimo bat behar da, kasu honetan 4 m/s inguru. Baina, 25 m/s-ko abiadura handiagoak badaude, sorgailua deskonektatu egingo da eta ez du elektrizitaterik produzituko.

Produkzioaren estimazio bat egin ahal izateko beharrezko datuetatik, potentzia izendatua grafikoaren alde lauaren balioa da, kasu horretan 1000 kW izango litzateke. Abiadura izendatua potentzia izendatua produzitzen den abiadura minimoa da (12 m/s) eta deskonexio abiadura produzitzen jarraitzen den abiadura maximoa (25 m/s).

Honetaz gain, 4.15 Irudiko grafikoari erreparatu behar zaio. Honek batezbesteko abiaduraren eta deskonexio-abiadura batezbesteko abiadurarekin erlazioan dituen batezbesteko potentzia lortzeko (Belmonte Paz, 2020).



4.15 Irudia. Batezbesteko potentziaren estimazioa egiteko erlazioen grafikoa

4.15 Irudiko ardatz horizontalean tokiko batezbesteko abiaduraren eta sorgailuaren arteko erlazioaren balioa dago. Eskuineko ardatz bertikalean,

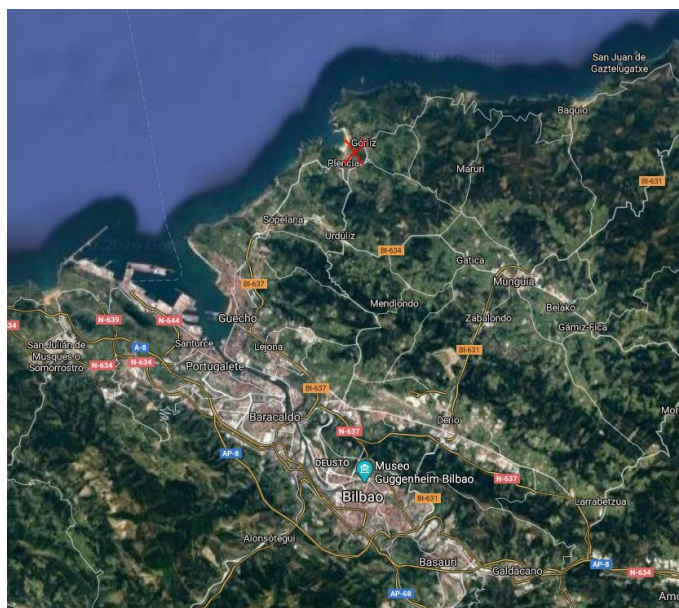
erreguladoreak erabili ahal izateko, tentsio bera egon behar da bateria eta modulu fotovoltaikoetan. Bestalde, MPPT motatako erreguladoreak modulu fotovoltaikoko tentsioa moldatzeko gai dira bateria mota bakoitzerako.

4.2.3 Bateriak

Bateria mota ugari aurkitu daitezke merkatuan. Hauen helburua elektrizitatearen biltegitratzea da produkzio eta kontsumoren arteko asinkronia konpentsatzeko. Bateriak erredox prozesu kimikoaren bitartez funtzionatzen dute, elektroien mugimenduaren bitartez (Rocket, 2020), (Selectra, 2020). Lanaren 7.3.3 atalean bateria mota ezberdinei buruzko informazio gehiago gehituko da.

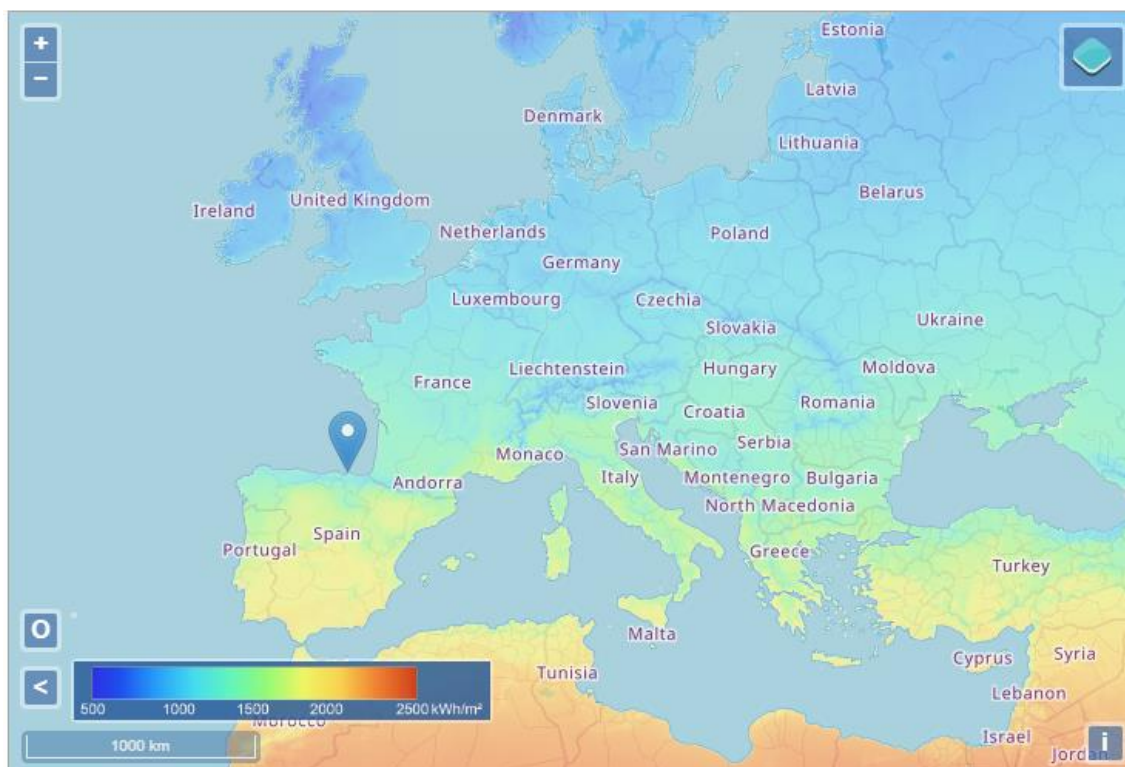
5. Instalazio fotovoltaikoaren kokapena

Instalazio fotovoltaikoaren funtzionamendua aztertzen hasi baino lehen, honen kokapen geografikoa zehaztuko da. Etxebizitza hau Euskadin kokatuta dago Gorliz herrian (Bizkaia), izan ere $43^{\circ}24'36''N$ $-2^{\circ}56'19''W$ koordenatuetan.



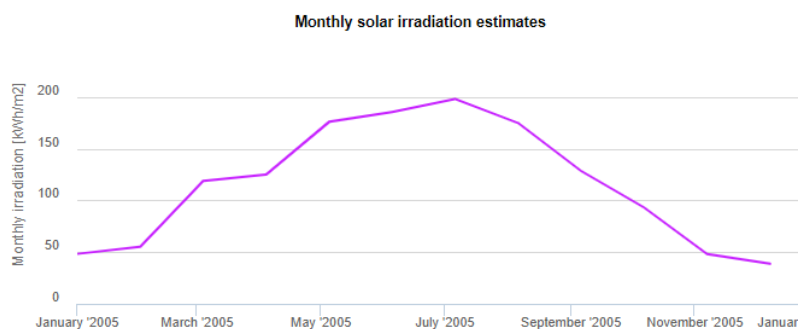
5.1 Irudia. Etxebizitzaren kokapena eskualdeko mapan

5.1 Irudian, etxebizitzaren kokapena Gorliz herrian ikus daiteke. Kokapen honetan, klima ozeanikoa aurkitzen da, honen ezaugarriak kontraste txikiko tenperatura aldaketa txikiak eta urte osoan zehar prezipitazio ugariak daudela.



5.2 Irudia. Europako eguzki irradiantza mapa

5.2 irudia Europako eguzki irradiantzen mapa izanik, sistema fotovoltaikoaren kokapena Europako testuinguruan jarri daiteke (Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), 2020). Ikusten denez, Espainiarekin konparatuz, aukeratutako kokapenaren irradiazioa txikiagoa izango da, Europako urteroko irradiantziarekin konparatuz irradiazio altuagoak lortuko dira. Kasu honetan, 1250 kWh/m^2 urteroko irradiantziak espero dira maparen arabera. Moduluek jasango duten irradiantzia zehatzagoa izateko, Europar Komisioko PVGIS tresnako datuak erabiliko dira. Kasu honetan, moduluek daukaten orientazioa jakinda, posizio finkoa duten moduluek jasaten duten irradiazioa jakin daiteke.



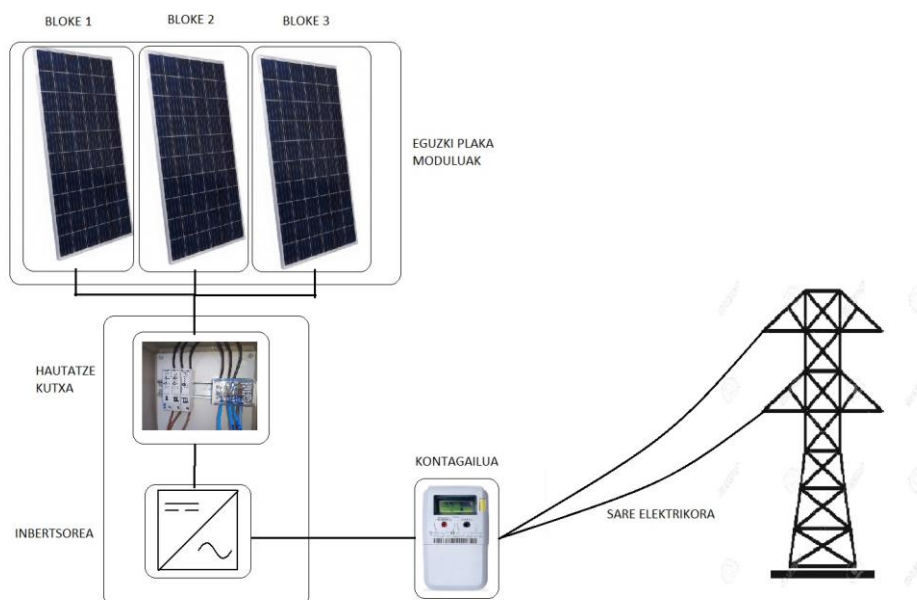
5.3 Irudia. Hilabeteko irradiazioen estimazioak

5.3 Irudiak erakusten duen bezala, udan 200 kW/m^2 -ko irradiazio maximoa izan dezake, neguan 50 kW/m^2 baino gutxiagoko irradianzia izatera heldu daiteke. Datu hauek PVGIS tresna erabilia lortu egin direnez, aztertutako sistemarako latitude eta orientaziorako datu zehatzak dira.

6. Sarera konektatutako sistema fotovoltaikoa

Atal honetan, sistema fotovoltaikoaren funtzionamendua ulertzeko nahian, sistema osoaren deskribapen orokorra eta osagai bakoitzaren azteketa egingo da. Aldi berean, atal honek bi helburu ditu: sistemaren dimentsionamenduari aplikatzea eta ondorio ekonomikoak aztertzea.

6.1 Irudian, sarera konektaturiko sistema fotovoltaikoaren osagaien eskema ikusi daiteke. Hasteko, korrante zuzena eguzki erradiazioetik sortzen duten hiru modulu talde daude, hautatze kutxa baten zehar batzen direla. Ondoren, korrante alternora pasatzeko inbertsore bat dago, aldaketa hau gauzatuko duena. Azkenik, sistema fotovoltaikoa produzitutako elektrizitatea sarera pasa aurretik, kontadore batetik zehar pasako da hau zenbatzeko. Azkenik, elektrizitatea sarean sartuko da inolako kontsumorik izan gabe. Hau da, panel fotovoltaikoek ekoiztutako energia guztia sarera injektatuko da.



6.1 Irudia. Sarera konektatutako sistema fotovoltaikoaren atal garrantzitsuenak

6.1 Sistemaren dimentsionamendua

Sistema 33 moduloz osatzen da, paraleloan konektaturiko 3 taldetan banandurik. Hauen barnean, 11 modulu seriean konektatuta daude.

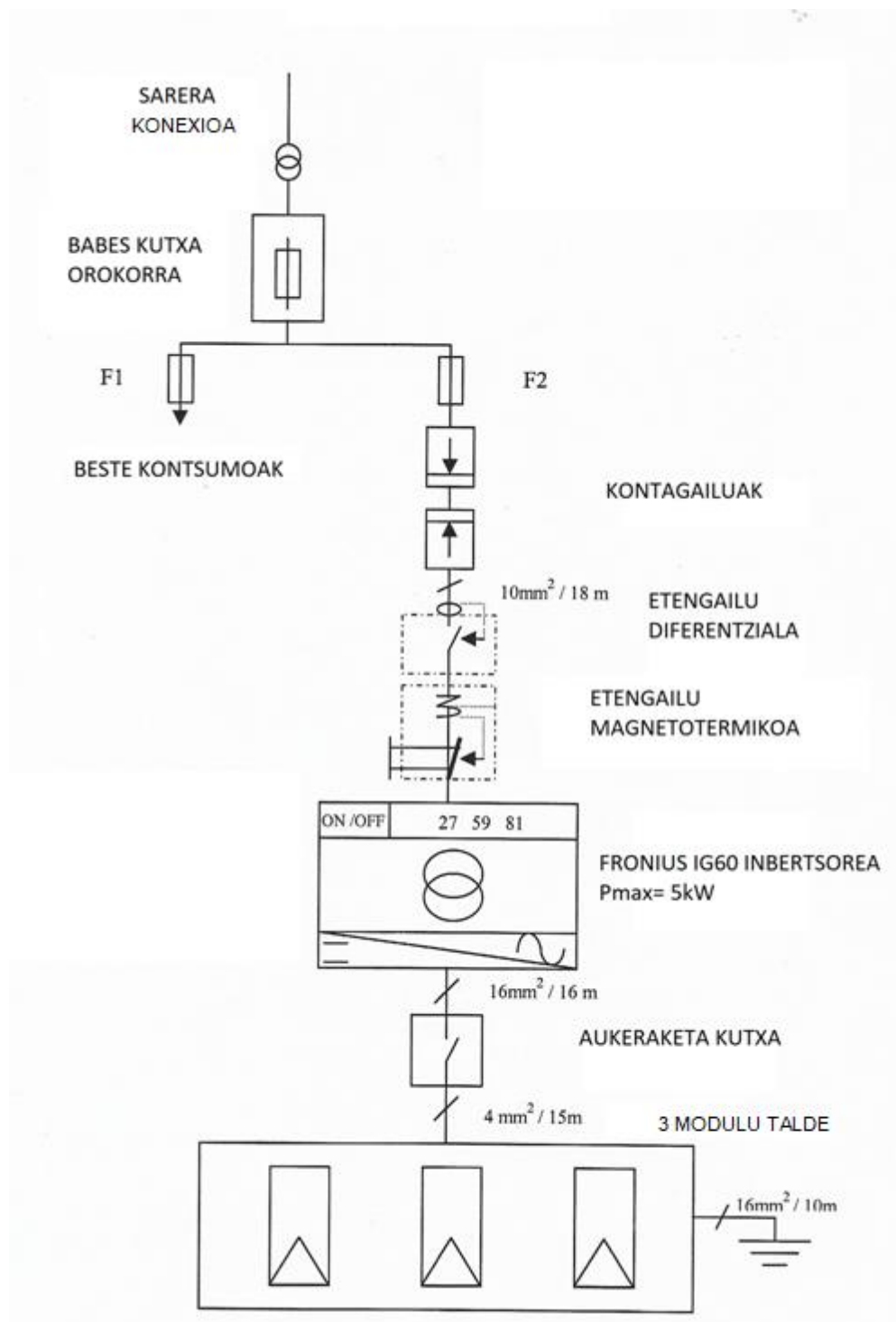
Modulu hauek *PW-1650 Photowatt* modelokoak dira, 165 W eta 24 V-ekoak, silizio kristalinozkoak.



6.2 Irudia. 33 PV moduluak teilatuan kokatuta

Modulu fotovoltaikoen orientazioa hegoaldea da, eta hortaz ez da orientazioari buruzko arazorik egongo. Honekin batera, ez dago inolako itzalik inguruan galerak sortuko duenik. Moduluak 4 ilaratan banaturik daude.

Sistema sare elektrikora konektaturik dago, ez da baterietan gordetzen. 5.12 Irudian, sistema fotovoltaikoaren eskema elektriko unifilar ikusi daiteke:



6.3 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren eskema elektrikoa

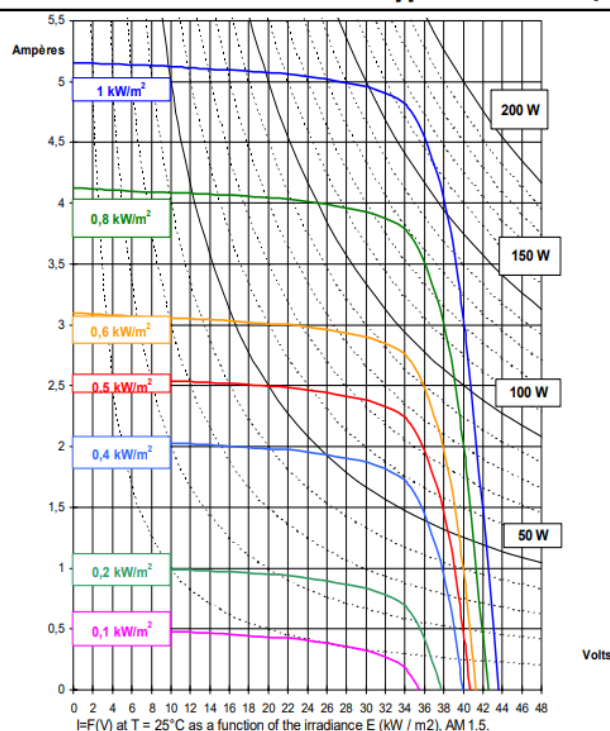
6.3 Irudian sistemaren eskema elektrikoa ikusi daiteke. Modulu fotovoltaico, inbertsore eta kontagailuaz gain etengailu batzuk daude. Etengailu diferentziala arriskuen aurrean babesteko jartzen den etengailua da, korronteen arteko ezberdintasunak nabarmendu egiten dituenean, deskonexioa gauzatuko duena. Honekin batera, etengailu magnetotermiko bat dago, sisteman zehar dagoen korrontea eskuz eten ahal izateko horrela nahi edo behar bada. Segurtasun neurri hauetaz gain, inbertsore barnean beste errele batzuk daude, egoera arraroen aurrean erreakzionatzeko.

Honetaz gain, 4.1 atalean azaldutako sistema fotovoltaikoaren osagaiak daude. Hiru moduluen taldeak ikusi daitezke, aukeraketa-kutxa baten bitartez batzen direnak. Inbertsoreak korronte zuzen hau alferno bihurtuko du eta kontagailutik pasa aurretik lehen azaldutako bi etengailuetatik pasako da. Azkenik, sarerako konexioa ikusi daiteke.

6.1.2 Sistema sortzaile fotovoltaikoa

Sortzaile fotovoltaikoa 33 moduluz osatzen da paraleloan kokaturiko 3 taldetan banaturik. Hauek seriean konektaturik daude beraien artean. Plakak PW-1650 Photowatt modelokoak dira, 165 W eta 24 V-koak. Modulu guztiek osatzen duten sistemaren potentzia maximoa 5940 W da.

PW1650 Characteristics P_{typ} : 165 Watts (24V)



6.4 Irudia. Tentsio-intentsitate erlazioa PW1650 moduluetan

6.4 Irudian PW1650 moduluen tentsio-intentsitate erlazioa ikusi daiteke. Intentsitatea irradiantziaren menpe dagoen bitartean, tenperaturak eragina du moduluen potentzia maximoan, tenperatura altuek hau gutxitzen baitute. Moduluen potentzia tipikoa 165 W-ekoa da.

Aztertuko den sistema hegoaldeko orientazioa izateagatik, $\alpha = 0^\circ$ balioa izango du. Sistema honen inklinazioa $\beta = 30^\circ$ da, kasu honetan moduluak berak eta teiltuak duen angelua kontutan hartu behar da. Sistemaren kokapenaren koordinatuetatik abiatuz, latitudearen angelua lortu daiteke. $\theta = 43^\circ$ da, sistemak duen kokapen geografikoagatik.

Moduluak finkoak izateagatik, daukaten orientazio eta inklinazioa dela eta, galerak izango dituzte. Kasu honetan, ez daudenez itzalak eman ahal dituzten objekturik (zuhaitzak, eraikinak...) ez dira beste motatako galerarik suposatuko. (1) erabilita, moduluek izango dituzten galerak kalkulatu dira:

$$\begin{aligned} \text{Galerak}(\%) &= 100 \cdot (1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 43 + 10)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot 0^2) = \\ &100 \cdot (0.00012) \cdot (9) = \%0.1 \end{aligned} \quad (4)$$

Moduluak 4 ilaretan banatuta daude eta hauen arteko distantzia egokia da. Izan ere, (2) erabiliz moduluen arteko distantzia minimoa kalkulatu da:

h: 42cm

latitua: 43°

$$d = \frac{0.42}{\tan(61-43)} = 1.29m \quad (5)$$

Ilarek beraien artean itzalik sortzeko 1.29 m-ko distantzia egon behar da ilaren artean eta neurtutako distantzia 1.32 m-koa da.

6.1.2 Inbertsorea

Inbertsorea IG60 modeloa da, Fronius etxekoa. 5kW-eko potentzia izendatua dauka irteeran eta segurtasun elektriko eta bateragarritasun elektromagnetikoari buruzko zuzentarau komunitario guztiak jarraitzen ditu. Hala nola, babes-neurri guztiak betetzen ditu; hauen artean:

- Deskonexio automatikoa burutzeko barne interkonexio etengailu bat.
- Beharrezko barne-babesa maiztasun maximo eta minimoko kasuetan (49-51 Hz).
- Beharrezko barne-babesa tentsio maximo eta minimoko kasuetan (200-242 V).
- Tentsio eta maiztasunen aurreko babesaren doikuntzarako softwarea ez dago erabiltzailearen esku.
- Blokeorako errelea babesgarria dauka. Errele hau lehen aipaturiko tentsio eta maiztasun maximo eta minimoetako kasuetan aktibatuko da eta 3 minutu ondoren berrarmatze -automatikoa izango du.
- Transformadoreak sarearen eta korrante zuzeneko zirkuituaren arteko banantze galbanikoa ziurtatzen du.

- Isolamendurako zaintzaile bat dauka, korrante zuzeneko zirkuituan lurrera konektatuta.

Inbertsorea etxebizitzaren barnean kokatuta dago.

- Tentsio izendatua: 500 V
- Potentzia izendatua: 5000 W
- Potentzia maximoa: 5000 W
- Eraginkortasuna: %94.3



6.5 Irudia. Fronius IG60 inbertsorearen argazkia

6.5 Irudian etxebizitzak instalatuta duen Fronius IG60 inbertsorea ageri da funtzionatzen. Argazkian baita ere 6.1 atalean aipatutako etengailu

magnetotermikoak ikus daitezke, korrante nahi izatekotan eteteko helburua dutenak.

6.1.3 Euskarri-egitura

Diseinu hau burutzeko kontutan hartu egin ziren euskarriak jasango dituzten dilatazio termikoak, kargen transmisioa gauzatu gabe. Honetaz gain, moduluen euskarri puntuak nahikoak zirela ziurtatzea, baita inklinazio eta orientazio angeluak zuzenak zirela. Gauza hauetaz gain, egituraren muntaia eta desmuntaia erraza eta egokia izatea kontuan hartu izan zen.

Euskarria altzairu galvanizatutazkoa da eta UNE- 37-501 eta UNE-37-508 arauak betetzen ditu. Torloju eta amarratzeak altzairu herdoilgaitzezkoak dira. Euskarriak ez ditu itzalik sortu behar moduluetan eta prebentzio moduz lurrera konektatuta egon behar da.



6.6 Irudia. Euskarri egituraren argazkia

6.6 Irudian modulu fotovoltaikoen atzeko parteak ageri dira, eusteko egitura ondo ikusteko. Egitura hau errailetan antolatuta dago eta altzairu galvanizatutazkoa da.

6.1.4 Kableatua

Instalazioaren kableatua kobrezkoa da eta DC eta AC aldeetan banaturik dago. Korrante zuzeneko aldean (DC), positiboak eta negatiboak banatuta eta babestuta daude. Kablea isolamendu bikoitzekoa da eta egurats gorrian eusteko arauak jarraitzen ditu.

DC aldean dagoen kablean modulu talde bakoitzetik hautatze-kutxara doa. Kable honek 4 mm²-ko sekzioa du eta luzeera maximoa 15 m-takoa da. Kable honetako tentsio erortzea hurrengoa izango litzateke, (3) erabiliz:

$$C = \frac{2 \cdot 15 \cdot 4.8}{56 \cdot 4} = 0.64V \quad (6)$$

0.64 V-eko tentsio-erorketa hau 309.6 V-en %0.21a da.

Hautatze-kutxatik inbertsorera doan kablea 16 mm²-ko sekzioa du eta luzeera 16 m-ko da. Kasu honetan:

$$C = \frac{2 \cdot 16 \cdot 19.2}{56 \cdot 16} = 0.69V \quad (7)$$

0.69 V-eko tentsio-erorketa hau 309.6 V-en %0.22a da.

Korrante zuzeneko sistemen tentsio-erorketa ezin da %1.5 baino handiagoa izan, beraz sistemak betekizunak betetzen ditu.

Korrante alternoko kablea 18 m-ko luzeera du eta 10 mm²-ko sekzioa du. Kasu honetan:

$$C = \frac{2 \cdot 18 \cdot 21.7}{56 \cdot 10} = 1.39V \quad (8)$$

1.39 V-eko tentsio-erorketa hau 230V-en %0.61a da.

Korronte alternoko tentsio erorketa maximoa %2 baino txikiagoa izan behar da, beraz sistemak betekizunak betetzen ditu.

6.2 Sarera konektatutako sistemaren bideragarritasuna

Atal honetan, instalazio fotovoltaikoaren bideragarritasuna aztertu nahian, sistemak izandako gastu eta irabazi guztiak aztertuko dira, hasierako instalazio-kostutik hasita egindako mantenimendu lan guztiak kontutan hartuta. Honetaz gain, ogasunari ordaindutako guztiarekin batera irabaziekin konparatuko dira, inbertutako dirua berreskuratu den ikusteko.

6.2.1 Gastuak

Hasteko, hauek izan dira sistemak izan dituen gastu guztiak urtetan zehar:

Lehenik, sistemaren instalazioaren kostua (2007). Ondoren, 2014. urtean kontagailuaren aldaketa bat egin zen lehenengoa matxuratu egin zelako. Honetaz gain, moduluen talde baten konexioa ere aldatu egin zen. Hala ere, mantenimendu lanen artean kostu gehien suposatu egin duena inbertsorea izan da. 2018 urtean konponketa bat egin zitzaion. Hurrengo urtean berriro matxuratu egin zen eta konponketak inbertsore berri baten prezioa baino altuagoa zelakoan, inbertsoez aldatu egin zen.

Sistemaren instalazioa	2007	38.157,00 €
Kontagailu berria	14/04/08	312,18 €
Mantenimendu modulua	14/06/11	116,16 €
Inbertsore konponketa	19/07/2018	619,49 €
Inbertsore berria	31/10/19	1.754,50 €
Mantentze gastuen TOTALA		2.802,33 €

6.1 Taula. Sistema fotovoltaikoaren gastuak denboran zehar

Gastu hauei guztiei ogasunari ordaindutakoa gehitu behar zaio. Hala ere, ogasunaren kontabilitatea ez da proportzionala izan. Hala ere, BEZa ordaintzerako orduan sistema fotovoltaikoek enpresa bezala ordaindu behar dutelaren informazio faltagatik, ez zen ordainketa zuzena egin. Horregatik, 2016. urtean isun bat ordaindu egin zen. Momentu horretatik aurrera, ogasunari egindako ordainketak zuzenak izan dira. Ogasunaren ordainketa produkzioarekin proportzionala da.

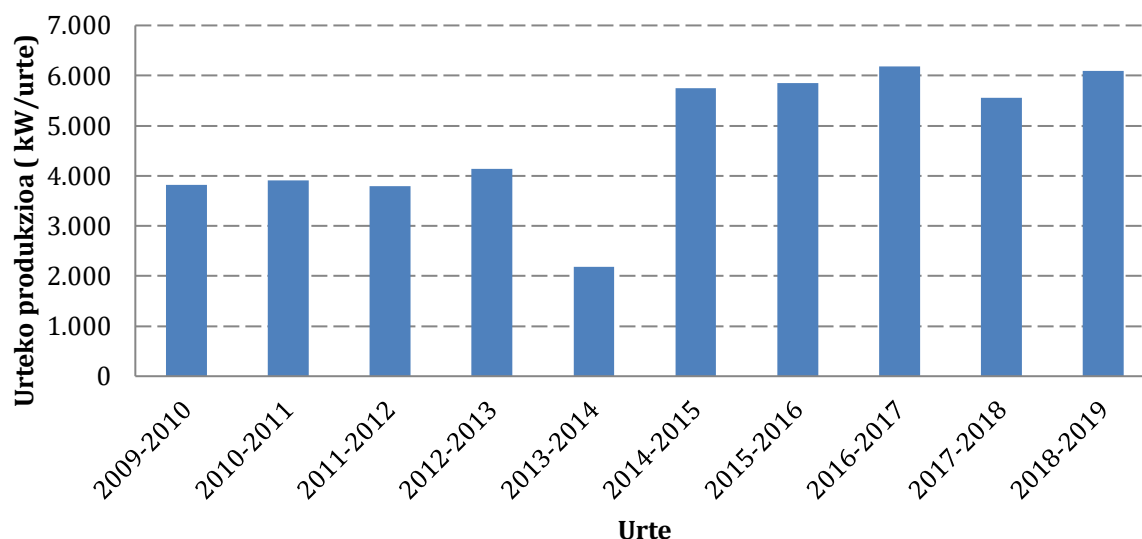
Ogasuna BEZ isuna	16/04/20	2.108,00 €
2016 BEZ		698,25 €
2017 BEZ		723,00 €
2018 BEZ		791,67 €
2019 BEZ		897,79 €
Ogasun TOTALA		5.218,71 €

6.2 Taula. Ogasunaren ordainketak denboran zehar

6.2.2 Diru-sarrerak

Irabaziak aztertzean, sistema fotovoltaikoren produkzioari erreparatuko zaio.

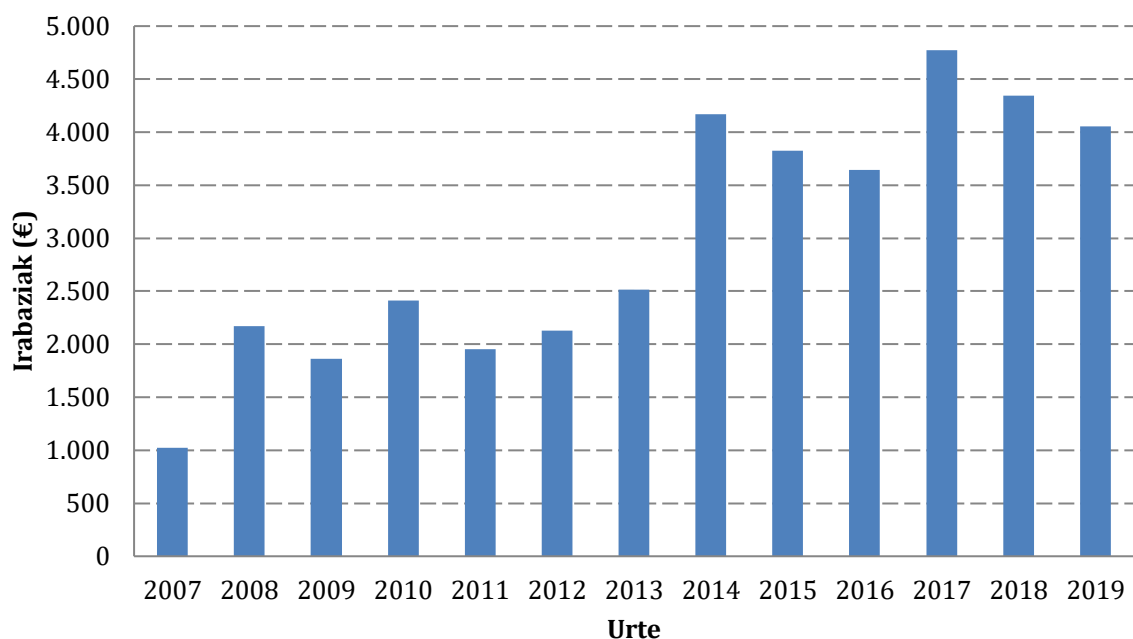
6.7 Irudiko grafikoa kontagailutik egindako neurketekin egina dago.



6.7 Irudia. Sistema fotovoltaikoak sortutako urteko produkzioa

6.7 Irudian ikusten den bezala, azken urteetako produkzioa hasierako urteetakoa baino askoz altuagoa da. Geroago jakin den bezala, modulu talde oso batek ez zuen ondo funtzionatzen hasieratik. Hau da, sistemaren heren batek ez zuen produzitzen bere osotasunean. Izan ere, sistemaren instalazioa egiterakoan urtero 5500 kW produzituko zirelaren predikzioa egin zen eta hau 2015 urterarte ez da bete. 2014. urtean, grafikoan ikusten den moduan, produkzioa hare txikiagoa izateagatik, sistema aztertu eta arazo honetaz ohartu egin zen, bere konponketa eginez. Honek mantenimendu taulan (6.1 taula) dagoen moduluaren mantenimendu gastua suposatu zuen, baina momentu horretatik aurrera, modulu horrek beste bien produkzioa berdindu zuen.

Produkzio datu hauek eta urtero izandako diru-sarrerak berdintsuak direla ikusi daiteke.



6.8 Irudia. Urteroko diru-sarrerren grafikoa

6.8 Irudiko grafikoan ikusten denez, hasieran izandako diru-sarrerak 2.000 € ingurukoak ziren eta gaur egunekoak berriz 5.000 € ingurukoak dira. Modulu matxuratuak eragindako diru-sarrerren murrizketa garrantzitsua izan dela esan daiteke, eta kontutan hartu beharrekoa balantzea egiterako orduan.

Irabazi hauetaz gain, sistema instalatu zen urtean diru-laguntzak jaso ziren EVeren eskutik. Hauen guztira 8.615,25 € izan ziren.

6.2.3 Balantze ekonomikoa

Honekin guztiarekin, diru sarrerren eta irteeren balantzea proposatu daiteke, ondorioak aztertzeko. Aipatzekoa da, datu hauen azken gaurkoratzea 2020ko apirila dela.

Diru-Sarrera totala		49.188,54 €
Kostuak	Instalazioa	38.157,00 €
	Mantenimendua	2.802,33 €
	BEZ +IRPF	5.218,71 €

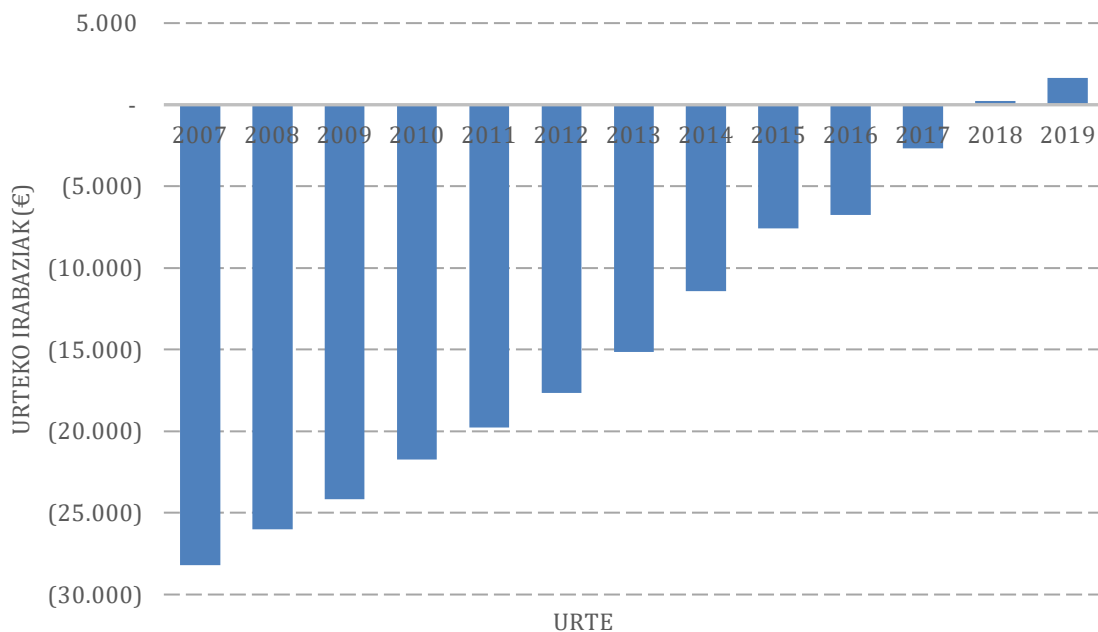
6.3 Taula. Diru-sarrera eta gastuen laburpena

Datu hauekin, hurrengo ondorioak lortu daitezke:

Balantze netoa	3.010,50 €
Irabazien ehunekoa	%6,5

6.4 Taula. 2020ko apirilerarteko irabazien laburpena

6.4 Tauleko balantze netoan ogasuna eta mantenimendua ordaindu ondoren irabazitakoa adierazten du. Irabazi hauek instalazio kostuekin konparatu dira irabazien ehunekoa kalkulatzeko. Ondorio honekin ikus daiteke inbertituriko dirua berreskuratu egin dela. 6.9 Irudian, gastu eta irabazien arteko balantzea egin da urte bakoitzeko amaieran, amortizazioa denboran zehar ondo ikusi ahal izateko. Balantzearen ondorioak hobeto ikusi ahal izateko, 2019. urteko amaierararteko datuak erabili dira soilik.



6.9 Irudia. Amortizazio-grafikoa denboran zehar

Izan ere, inbertitutako guztia berreskuratu egin da eta gainera, %6,5a irabazi egin da. Hala ere, konparaketa zehatzago bat egiteko, Kontsumorako Prezioen Indizea kontutan hartuko da, eros-ahalmenaren berreskuratzea ere egon den jakiteko.

Horretarako, KPIa aplikatuko zaio urte bakoitzeko diru-sarrerei. Urte bakoitzari 2007ren arteko ezberdintasuna aplikatuko zaio 2007-2020 KPIa aplikatu beharrean zehatzagoak izateko. KPIaren balioak *Instituto Nacional de Estadística*-tik lortu dira, zehazki Euskadiko Autonomia Erdidegoko datuak lortzeko.

	2007-Urteko KPI aldaketa (%)	Sarrerak (KPIrekin)
2007	0	1.023,22 €
2008	4.5	2.073,74 €
2009	5	1.769,55 €
2010	6.3	2.260,72 €
2011	10	1.755,97 €
2012	12.1	1.872,06 €
2013	14.8	2.143,84 €
2014	14.9	3.547,06 €
2015	14.4	3.274,63 €
2016	13.9	3.137,89 €
2017	16.6	3.980,94 €
2018	17.9	3.565,61 €
2019	19.7	3.254,49 €
2020	18.6	1.108,40 €

6.5 Taula. Urte bakoitzeko diru sarrerak KPI kontutan hartuta

Irabazi zehatzago hauekin, balantze berri bat egin daiteke.

Irabaziak KPIrekin	43.383,36 €
Berreskuratzeko falta dena	2.794,68 €
Berreskuratzeko falta den denbora	0,93 urte

6.6 Taula. KPIa kontutan hartutako balantzea

Berreskuratzeko falta den diru kantitatearekin eta urteko batezbestekoa erabiliz, eroshalmena berreskuratzeko falta den denbora kalkulatu daiteke. Honekin guztiarekin, 2019 urtean inbertitutako kantitatea eta 2021 urtean eros-ahalmena berreskuratzeko dela kalkulatu da. Hau da, **12 urte** behar izan dira dirua errekuaratzeko eta **14 urte** eros-ahalmena berreskuratzeko.

7. Saretik askatutako sistema

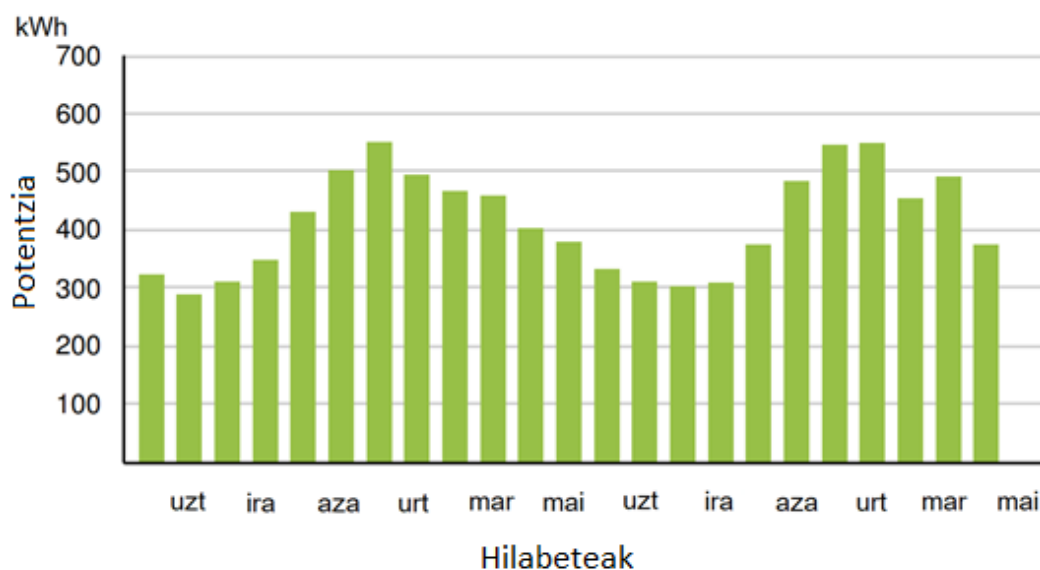
Urte hauetan zehar sarera saldutako elektrizitatearen prezioa definitzen zuen kontratua amaitzear dagoenez, sistema fotovoltaikoan aldaketarik ez egitekotan, diru-sarrerak baxuagoak izango lirateke. Horregatik, atal honen helburua sistema fotovoltaikoa saretik askatzea izango da, horrela etxebizitza autokonsumorantz bideratuz.

Hori egiteko, lehenik sistemak izango dituen betekizunak zehaztuko dira, etxebizitzaren kontsumoari erreparatuz. Ondoren, betekizun horiek zehaztuta daudela, horiek betetzeko gai den sistema proposatuko da, instalatuta dagoenetik abiatuz. Sistema berrirako osagaiak zehaztuta daudenean, hauen instalazio-prezioa eta denboran zeharreko balantzea aurreikusiko da.

7.1 Etxebizitza saretik askatzeko potentzia betekizuna

Saretik askatutako sistemak diseinatzerako orduan, eguneroko kontsumoaren analisia pauso garrantzitsu eta konplexua da. Urtean zehar, irradiazio aldaketa garrantzitsuak gertatzen dira eta kontsumoa ere aldatu egiten da. Horregatik, urtean zeharreko momentu ezberdinetara moldatzeko gai den sistema bat izatea bermatu behar da.

7.1 Irudian, etxebizitza honek azkenengo bi urteetan (2019 ekaina - 2020 apirila) izandako kontsumoa ikusi daiteke, hilabeteetan banaturik.



7.1 Irudia. 2019ko ekainetik 2020ko apirileko kontsumoaren adierazpen grafikoa

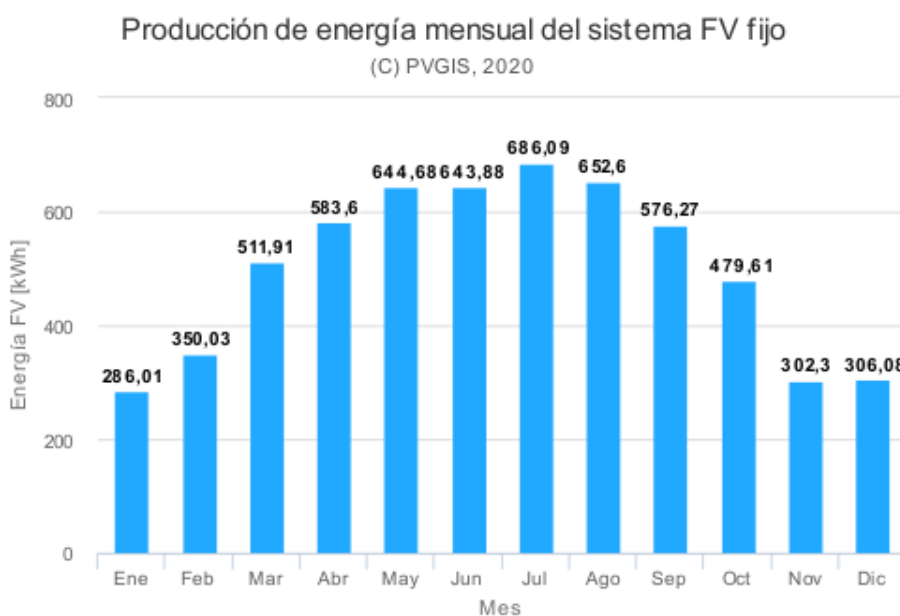
Aurreikusi zitekeen bezala, udako kontsumoa baxuagoa da beste hilabeteekin konparatuz. Neguan, abenduan eta urtarrilean kontsumo altuena da. Kontsumo maximoa 550 kW/hilabete inguruan dago (neguan) eta baxuena 300 kW/hilabete inguruan (udan). Grafiko hau eta hilabeteroko irradiazioen grafikoa (4.2 Irudia) guztiz kontrakoak dira, horregatik da konplexua ekoizpen-kontsumo balantzea ondo egitea. Urteko kontsumo totala 4526 kW izan dira.

Kontsumoaren kalkulua egiterako orduan, Wh/egun datua erabiltzen da. Hilabeteroko datutik abiatuz, eguneko batezbestekoa lortu daiteke. Neguan 18.3 kWh kontsumituko dira egun batean eta udan 10 kWh.

Jadanik instalatuta dagoen sistema fotovoltaikoaren produkzioa jakiteko urteko momentu ezberdinetan, PVGIS tresna bitartez egingo da, zehatzagoa izateagatik. Hala ere, 2007 urtean egindako aurreikuspenarekin bat datorrela konprobatuko da.

33 modulu daudenez, bakoitza 165 W-eko potentzia maximoarekin, sistema fotovoltaiko osoaren potentzia maximoa 5445 W dira. Posizioagatik dauden galerak %0,1 direla kalkulatu egin da (2) erabiliz. Hala ere, errendimendu

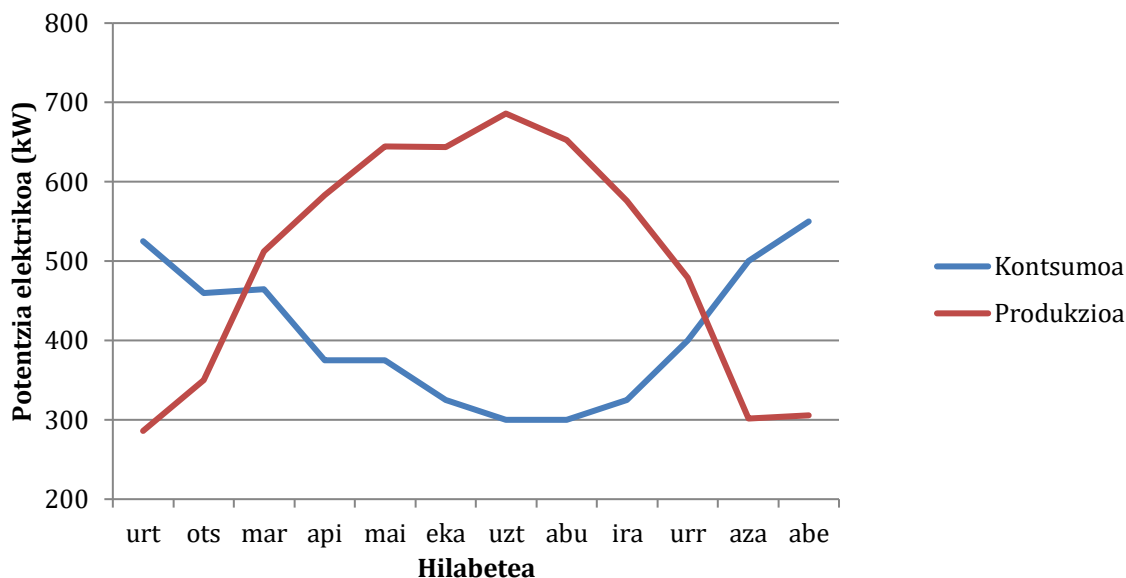
energetikoa %80 ingurukoa da urtean zehar, tenperaturaren galerengatik. Datu berri hauekin eta moduluen angeluak PVGIS tresnan sartuta, 7.2 Irudia lortzen da.



7.2 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren urte bateko produkzio estimatua

7.2 Irudian ikus daiteke sistema fotovoltaikoak produzituko duen estimazioa urtean zehar banatuta. Produkzio maximoa uztailean izango da 686 kW/hilabete-rekin (22 kW/egun) eta minimoa urtarrilean 286 kW/hilabete-rekin (9.5 kW). Produkzio totala 6023 kW-ekoa da.

Datu hauekin ikus daiteke jadanik instalaturiko sistemaren produkzio totala nahikoa dela kontsumo totala asetzeko. Izan ere, 6023 kW produzitzen dira eta 4526 kW besterik ez dira behar. Arazoa produkzio eta kontsumoaren datuak guztiz kontrakoak direla da, udan gehiegizko produkzioa egonez eta neguan eskasia. Izan ere, udan 12 kW/egun soberan egongo dira eta neguan 9 kW/egun beharko dira.



7.3 Irudia. Sistema fotovoltaikoaren kontsumo eta produkzioen konparaketa

7.3 irudian argi eta garbi gelditzen da produkzio eta kontsumoaren arteko kontrako joera, produkzioaren kurba kontsumoaren kurbaren gainetik gelditzen baita martxotik urrira arte, baina azpitik gainontzeko tartean.

Aipatu beharra dago, neguko eta udako kontsumoaren arteko ezberdintasun handia berogailuaren erabileragatik dela badirudi ere, ez dela etxebizitza honen kasua. Izan ere, tximinia bidezko berotze-sistema erabiltzen da. Hau nahikoa ez den kasuetan, gasoil bidezko berogailua erabiltzen da. Horregatik, ez da berogailu alternatibarik proposatuko, dagoeneko ez baitute elektrizitaterik kontsumitzen.

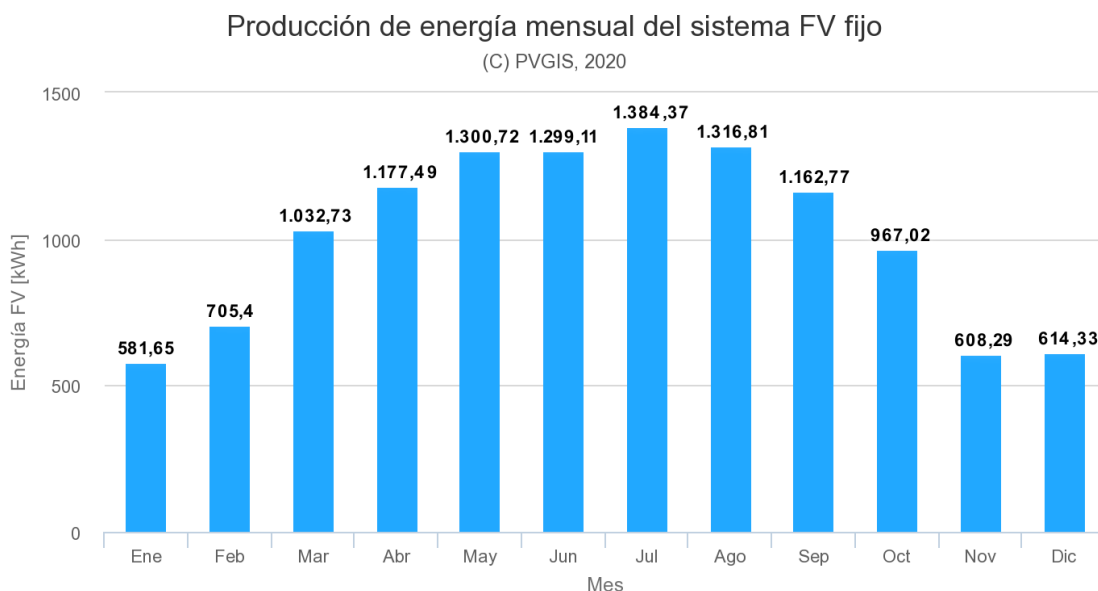
Saretik askatuko den sistema fotovoltaiko berri hau egunean zehar erabiltzeko beharrezkoa den energia gordetzeko gai izan behar da, eta neguko eskasia asebetetzeko gai ere izan behar da. Izan ere, urtarrilean 164 kW-eko defizita betetzeko gai izan behar da.

7.2 Saretik askatutako sistema. PV vs Eolikia

Atal honetan, aurrerako betekizunak aseko dituen sistema berrirako osagaiak aukeratuko dira. Alde batetik, energia-produkzioa asetzeko aukera ezberdinak proposatuko dira eta egokiena aukeratu.

Etxebizitzaren kontsumo osoa asetzeko gai den sistema berri hau egiterako orduan bi aukera daude. Alde batetik, modulu fotovoltaiko gehiago instalatzea neguko eskasia hori asebetetzeko edo sorgailu eoliko batekin osatzea. Hala ere, bi aukeren betekizuna berbera da: 264 kW urtarrilean produzitzeko gai izatea.

Datu hori abiapuntua izanik, bi aukerak aztertuko dira, modulu gehiago instalatzeko aukeratik hasiz. Horretarako, PVGIS tresna erabiliko da. Tresnan honetan lokalizazioa, galerak eta inklinazio datuak eskeiniz, urteko produkzioa hilabetero ikusi daitekeelako. Etxebizitzaren kontsumoa urtarrilean 550 kW inguruko izanik, sistema fotovoltaikoaren produkzioa hau baino altuagoa izan beharko litzateke, 7.4 Irudian ikusten den bezala.



7.4 Irudia. 11 kW-eko sistema fotovoltaiko baten urteko produkzioa

7.4 Irudian ikusten den bezala, urtarrilean 581 kW produzituko dira. Baina hau lortzeko, sistema fotovoltaiko berria 11 kW-ekoa izan beharko litzateke. 5,4 kW-eko sistema fotovoltaiko batetik abiatzen dela jakinez, honen potentzia maximoa bikoiztu beharko litzateke. Honek ez du esan nahi moduluen kopurua bikoiztu egin behar denik, gaur eguneko modulu fotovoltaikoen potentzia izendatua 2007 urtekoenak baino askoz handiagoa baita. Konparaketa bat egin ahal izateko, Photowatt etxeko modeloei erreparatu zaie. Gaur egun erosi daitekeen produkzio altueneko modulu PW72HC-C modulu da. Honen potentzia izendatua 380 W da. Beraz, behar diren 5,6k W lortzeko 15 modulu beharko lirateke, dagoeneko 33 moduluak osatzeko eta ez dago horretarako espazio nahikorik eta nahiko garestia izango da.

Bestalde, 7.4 Irudian ikusi daitekeen moduan, uztailean 1385 kW produzituko dira, 300 kW besterik behar ez direnean. Udan produzitutako energia gehiena ez litzateke erabiliko. Neguko eskasia eguzki-energia gehiagorekin osatzea ez da ideia ona hau udan ugariagoa denean. Horregatik, energia eolikoa erabiltzea aukera egokiagoa da.

7.3 Sistema hibridoa. Osagaiak

Behin sistema hibrido bat erabiliko dela erabakita, honen osagaiak aukeratuko dira. Oinarri teorikoetan erabilitako eskema bera jarraituz, 7.5 Irudiko osagaiak aukeratuko dira.



7.5 Irudia. Sistema fotovoltaiko eta eoliko berriaren eskema

Sare elektrikitik askatutako sistema hibridoen osagaien artean sorgailu eolikia, karga-erreguladorea eta bateria egokiak aukeratu behar dira etxebizitzaren kontsumo betebeharrak bete ahal izateko. Modulu fotovoltaikoak eta inbertsorea jadanik instalatuta daudenak erabiliko dira.

7.3.1 Sorgailu eolikoak

Kontsumoa asetzeko behar den produkzio elektrikoa asetzeko energia eolikia erabiltzea erabaki da. Sorgailu eoliko egokia aukeratzeko, etxebizitzaren kokapen geografikoaren haize-abiaduraren datueekin potentzi nahikoa produzituko duten sorgailu eolikoak topatuko dira.

7.1 Taula generadorea kokatu nahi dugun koordenatuetako haizearen datuak daude, atlas eolikotik lortuta (Enair, 2020). Udako produkzioa nahikoa denez sistema fotovoltaikoa soilik erabiliz, urtarrileko haize-abiadura erabiliko da sorgailuaren produkzioa kalkulatzeko, eskasia gehien duen hilabetea izateagatik. Hala ere, 7.1 Taulan ikusi daitekeen moduan, lokalizazio horretan abendua da haize gehien duen hilabetea.

	Urt	Ots	Mar	Api	Mai	Eka	Uzt	Abu	Ira	Urr	Aza	Abe	Batez- bestekoa
Haize abiadura (m/s)	6,5	6,4	6,1	5,0	4,8	4,2	4,0	3,7	4,0	4,9	6,6	6,8	5,2

7.1 Taula. Haize-abiadura Gorkizen urtean zehar

Kalkuluak egiterako orduan, aerosorgailuaren helburua urtarrilean gutxienez 264 kW produzitzea izango da.

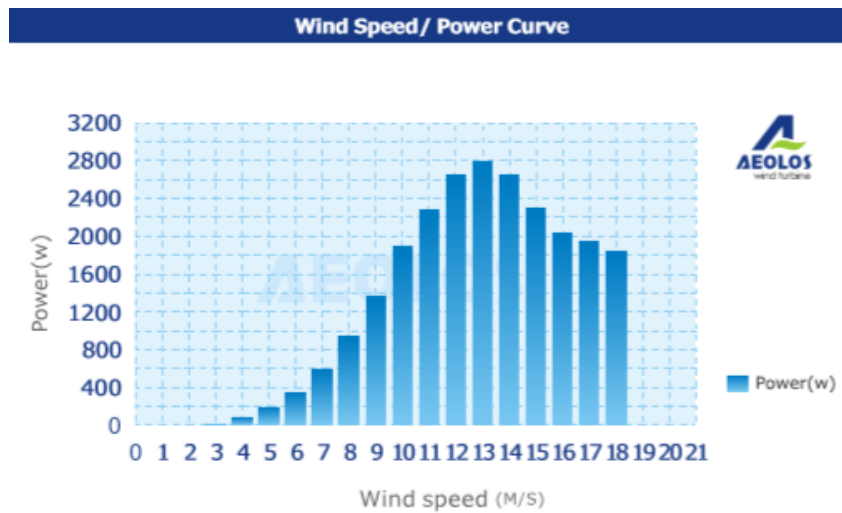
Sorgailu eoliko egokia aukeratzeko, merkatuan dauden diren modelo ezberdinak aztertuko dira. Honetarako, hauen produkzioa dimentsioak eta prezioarekin konparatuko dira. Esan beharra dago, sorgailu eoliko egokien bilaketa egiterako orduan datu tekniko gutxi ematen dituzten enpresa eta dendak alde batera utzi egin direla. Produkzioaren estimazioa egiteko datu nahiko eskaintzea baldintzatzat hartu egin da, potentziaren grafikoa eskaintzeari garrantzia handia emanez. Gauzak horrela, honako modelo hauek aztertu dira: Aelos-H 2 kW, TechnoSun FSH2000 eta Tesup Atlas 2.0.

Aelos-H 2kW

Honek 2 kW-eko potentzia izendatua du, 12 m/s-ko abiadura izendatua eta 25 m/s-ko deskonexio-abiadura, 7.6 Irudian ikusi daitekeen moduan. Abiadura izendatu eta deskonexio-abiadura hauek oso ohikoak dira sortzaileen artean. Urtarrileko datuetatik abiatuz, 6,5 m/s-ko betazbesteko abiadura erabiliko da eta hilabete bateko produkzioa kalkulatu nahi denez 744 orduko erabilera suposatuko da.



7.6 Irudia. Aeolos-H 2kW argazkia.



7.7 Irudia. Aeolos-H 2kW aerosorgailuaren potentzia vs haize-abiadura

Hasteko, 4.15 Irudiko grafikoa erabili ahal izateko beharrezko erlazioak erabiliko dira.

$$\frac{V_{bataz-bestekoa}}{V_{nominala}} = \frac{6.5m/s}{12m/s} = 0.54 \quad (9)$$

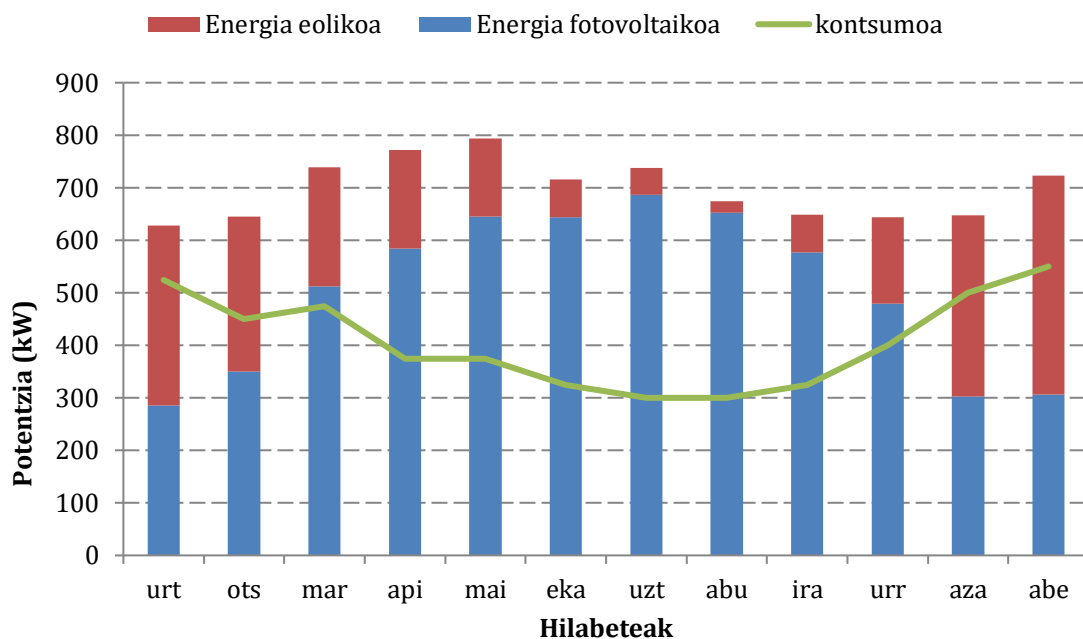
$$\frac{V_{deskonexio}}{V_{nominala}} = \frac{25m/s}{12m/s} = 2.08 \quad (10)$$

Datu hauekin, 4.15 Irudiari erreparatu ahal zaio, balio hauek non mozten diren jakiteko. Kasu honetan, batezbesteko potentziaren eta potentzia izendatuaren arteko erlazioa 0,23 izango da. 2 kW-ko potentzia izendatua izanda, irteerako batezbesteko potentzia 0,46 kW da. Beraz, hilabete osoan zehar 342,24 kW produzituko dira. Kalkulu hauek errepikatuko dira hilabete guztiekin urte osoko batezbesteko produkzioa kalkulatzeko (ikus 7.2 Taula).

	Urt	Ots	Mar	Api	Mai	Eka	Uzt	Abu	Ira	Urr	Aza	Abe
Produktzio estimatu (kW)	342,24	295,68	227,36	187,2	148,8	72	52	21,6	72	163,7	345,6	416,64

7.2 Taula. Aelos-H 2 kW estimatutako produkzioa urtean zehar

7.2 Taulako datuekin eta 7.2 Irudiko grafikoarekin, modulu fotovoltaikoek eta sorgailu eolikoak produkzio totala aurreikusi daiteke. Sistema hibrido berriak izango duen produkzioaren kalkulua egin daiteke, 7.8 Irudian ikusi daitekeen moduan.



7.8 Irudia. Aelos-H 2 kW + PV energia produkzio totala kontsumoarekin konparatuta

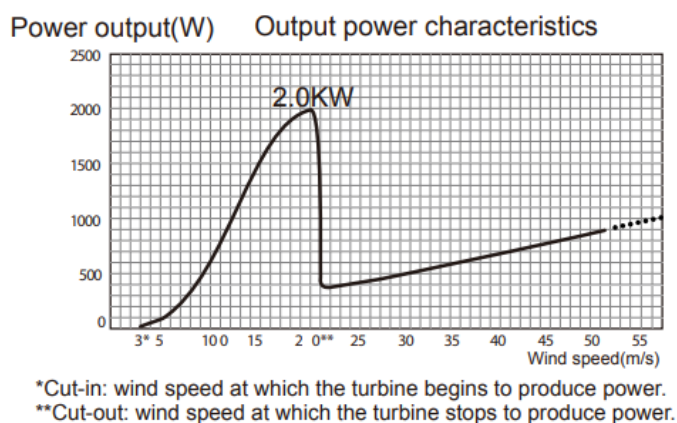
7.8 Irudian ikusi daitekeenez, produkzioa nahikoa da kontsumoaren beharra asetzeko. Hala ere, energia asko soberan egongo da urteko hilabete gehienetan. Aelos-H 2 kW modeloaren desabantailarik handiena honen tamaina handia da. Izan ere 3,8m-ko diametroa baitu.

TechnoSun FSH2000

Honen potentzia izendatua 2 kW-koa da ere, baina ez dauka potentzia izendatua mantentzen duen abiadura ugaririk. 3-20 m/s-ko abiaduretan funtzionatzen du, 20 m/s tan 2 kW produzituz.

7.9 Irudian haizearen abiadurarekiko TechnoSun FSH2000 aerosorgailuak duen irteerako potentzia ikusi daiteke. Bertan 3 m/s-ko haize-abiaduratik aurrera funtzionatzen duela ikus daiteke. Honek produzitzen duen potentzia haizearen

abiadurarekiko proportzionala da eta 20 m/s-tan 2kW produzituko ditu. Abiadura altuagoetan, sorgailua deskonektatu egingo da.



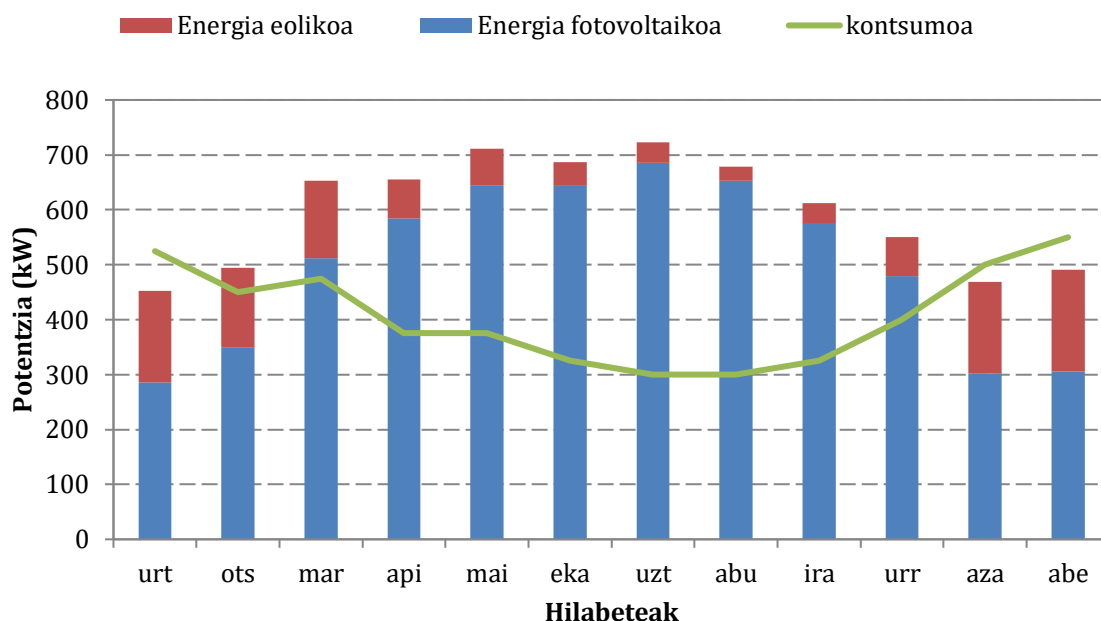
7.9 Irudia. TechnoSun FSH2000 potentzia grafika haizearen abiadurarekiko

Gauzak horrela, 7.3 Taulan urte osoko potentzia-produkzio estimatua ageri da.

	Urt	Ots	Mar	Api	Mai	Eka	Uzt	Abu	Ira	Urr	Aza	Abe
Produkzio estimatua (kW)	165,912	144,34	141,5	72	66,96	43,2	37,2	26	36	70,7	166,46	184,2

7.3 Taula. TechnoSun FSH2000 estimatutako produkzioa urtean zehar

7.10 Irudian produkzio eolikoa eta fotovoltaikoaren bateratzea kontsumoarekin konparatzen da.

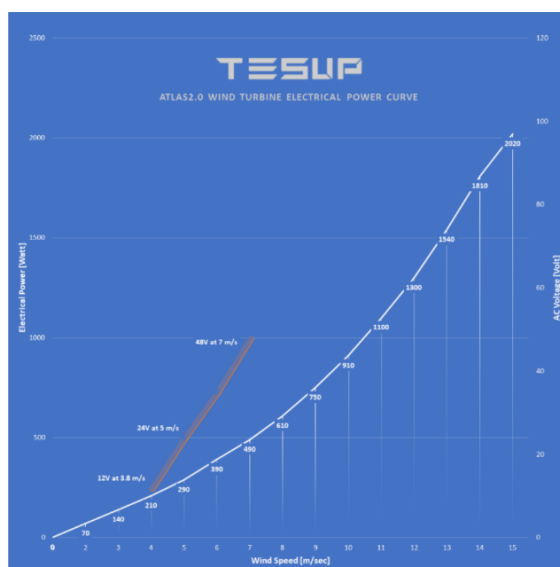


7.10 Irudia. TechnoSun FSH2000 + PV estimatutako produkzioa

Ikustenenez, hiru hilabete zehar (Urr-Urt) elektrizitate eskasia egongo da. Izan ere, sorgailu eolikoaren instalazioak solik otsailean minimoa izateko balio egin du, beste hilabeteetan zehar energia fotovoltaikoarekin nahikoa baitzen. Beraz, nahiz eta aurrekoa baino dimentsio txikiagoak izan (1,7m-ko diametro), ez du balio.

Tesup Atlas2.0

Honen ezaugarri nagusia ardatz bertikala da. Honek tamaina txikiagoa izatea ahalbidetzen du. 7.11 irudian Tesup Atlas2.0 aerosorgailuak haizearen abiadurarekiko zenbat potentzia sor dezakeen ageri da.

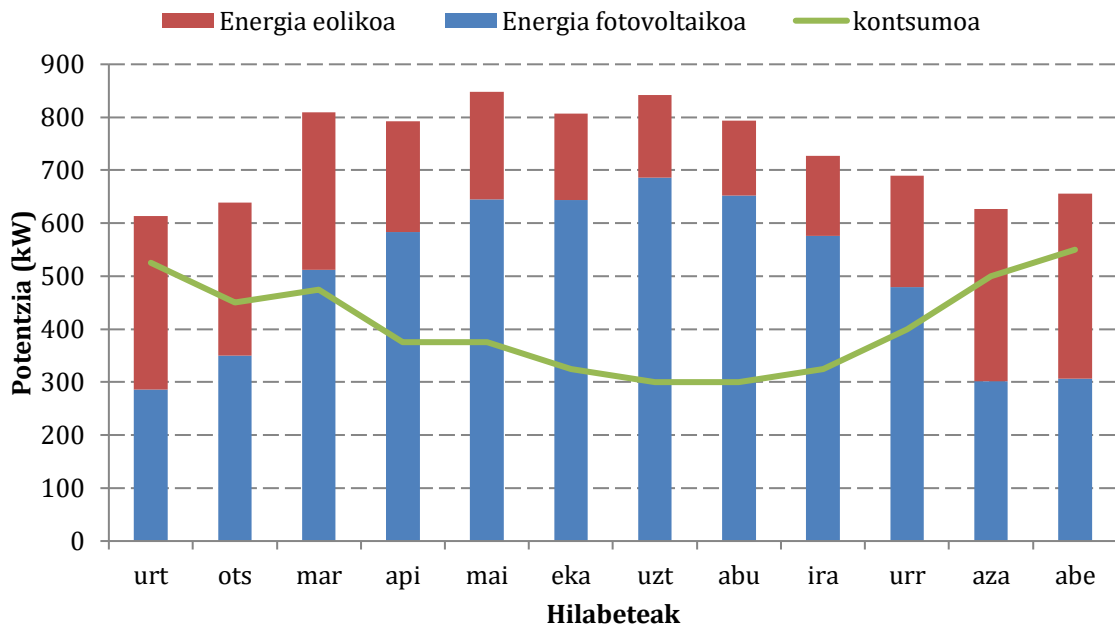


7.11 Irudia. Tesup Atlas2.0 potentzia grafiko haizearen abiadurarekiko

7.11 Irudiko potentziaren diagramatik abiatuz, hilabete bakoitzeko produkzioa lortuko da, haize abiaduren artean interpolatuz.

	Urt	Ots	Mar	Api	Mai	Eka	Uzt	Abu	Ira	Urr	Aza	Abe
Produktzio estimatua (kW)	327,4	288,96	297,6	208,8	203,85	162,72	156,24	140,61	151,2	209,8	324	349,7

7.4 Taula. Tesup Atlas2.0 estimatutako produkzioa urtean zehar



7.12 Irudia. Tesup Atlas2.0+ PV estimatutako produkzio totala

7.12 Irudian ikusten den bezala, Tesup Atlas2.0 sorgailuak baldintzak betetzen ditu etxebizitzaren kontsumoa asetzeko. Honetaz gain, 12 V, 24 V edo 48 V produzitzeko aukerak ditu eta dimentsioak nahiko txikiak dira, 7.12 Irudian ikusi daitekeen moduan. Izan ere, 1,2 m-ko altuera eta 1,2 m-ko dimetroa dauka.



7.13 Irudia. Tesup Atlas2.0 sorgailu eolikoa eta haren dimentsioak

Orain arte konparatu diren hiru sorgailu eolikoak 2kW potentzia izendatuakoak ziren. Sorgailu hauen arazorik nabarmenena hauen tamaina handia da. Arazo honi aurre egiteko helburuarekin, 1k W-ko bi sorgailu erabiltzeko aukera kontutan hartu da, baina topatutako sorgailu hauek ez ziren askoz txikiagoak ezta merkeagoak. Arrazoi hauengatik, aukera hau baztertu egin da.

Produkzio datuetatik abiatuz, TechnoSun FSH2000 sorgailu eolikoak ez ditu betekizunak betetzen. Bai Tesup Atlas2.0, bai Eolos-H 2kW sorgailuek produkzio estimatu nahikoa izango dute etxebizitzaren beharrak asetzeko. Hala ere, bien arteko dimentsio eta prezio ezberdintasunek Tesup etxeko sorgailua aukeratzera behartzen dute. Alde batetik, Eolos-H 2 kW-ren dimentsioak gehiegizkoak dira; izan ere, errotorearen diametroa 4 m-koa da, Atlas etxearena 1,2 m-takoa den bitartean. Bestalde, presioen ezberdintasuna ere nahikoa handia da Eolos-H 2kW 2500 € inguruko prezioa dauka (Renugen, 2020) Tesup Atlas2.0 590 € balio duen bitartean (Tesup, 2020).

Datu guzti hauek kontutan hartuta **Tesup Atlas2.0** sorgailu eolikoa erabiliko da etxebizitzaren produkzioa osatzeko. 24 V-eko modeloa aukeratuko da, modulu fotovoltaikoekin parekatuta egoteko. Sorgailu eoliko hau ukeratuta, aukerarik hoberena berau teilatuan kokatzea izango da, altuera batetan kokatzeko material gehiago erabiltzearen beharrik izan gabe.

7.3.2 Karga-erreguladorea

Proposatutako sistema hibridoan energia modulu fotovoltaiko eta sorgailu eolikoetatik lortuko denez, egokiena iturri bakoitzerako erreguladore bat erabiltzea izango da, 7.5 Irudian agertzen den bezala (Hernández Fernández & Zapatero Rodríguez, 2012). Bi karga-erreguladoreetatik pasa ondoren, baterietan gordeko da. Azkenik, jadanik dagoen inbertsoreak korrante alternora bihurtuko du kontsumitu ahal izateko.

Karga-erreguladore fotovoltaikoa modulu guztiak konektatzen duten tentsio eta intentsitateak jasateko gai izan behar da. Paraleloan konektatuta dauden 3 modulu talde direnez, beraien artean seriean konektatuta, tentsio maximoa 378,4 V eta intentsitate maximoa 14,4 A izango dira. Tentsio hori jasaten duten erreguladoreak aurkitzeko zailak dira eta oso garestiak.

Normalena moduluen kableatua aldatzea izango litzateke, tentsioa 24 V-eko baterietara moldatzeko. Tentsioa ez aldatzeko, moduluak paraleloan konektatu behar dira. 33 modulu guztiak paraleloan konektatuz gero, 34,4 V tentsio maximoa eta 158,4 A-ko intentsitatea izango genuke. Intentsitate hau ere altuegia izategatik, hobea da moduluak paraleloan konektatuta dauden taldetan banatzea, bakoitza karga-erreguladore batekin. Honela, talde bakoitzak 34,4 V-eko tentsio maximoa eta 52,8 A-ko intentsitatea izango dute. Hala ere, garrantzitsua da jakitea zirkuitu osoak izango duen intentsitatea zirkuitulaburra egoteko kasuetan, erreguladore eta bateriak ez hondatzeko. Kasu honetan, modulu hauen zirkuitu labur korronea 5,1 A direnez, 11 moduluko intentsitatea 56,1 A izango da. Erreguladore egokiak bilatzeko orduan 56,1 A jasan ahal dituen karga-erreguladurei erreparatuko zaie. Kasu honetan, PWM motako erreguladoreak erabiliko dira, 24 V-eko modulu fotovoltaikoak eta bateriak erabiliko direlako.

Aukeratutako PWM karga-erreguladorea **Must Solar PC-1500B-60** da. 12V/24V tentsioko modulu eta baterietara konektatu daiteke eta intentsitate maximoa 60 A dira. Hiru karga-erreguladore beharko dira eta paraleloan konektatuta dauden 11 modulu konektatuta izango ditu bakoitzak.



7.14 Irudia. Must Solar PC1500B-60 karga-erreguladorea

Sorgailu eolikoaren kasuan, erreguladore bakarra erabiliko da. Tesup-ek Atlas 2.0 sorgailu eolikoarekin erabiltzeko eskaintzen duen karga-erreguladorea erabiliko da: **Tesup Charge Controller**, 24 V-ekoa eta 2 kW-eko potentziaduna. Sarrerako tentsio maximoa 38,4 V dira eta intentsitate maximoa 38 A dira.



7.15 Irudia. Tesup Karga-erreguladorea

7.3.3 Bateriak

Egin beharreko lehen gauza, zenbat energia biltegitatu behar den kalkulatzea da. Normalean, eguneroko kontsumotik abiatuz, egun batzuetan zehar inolako eguzki irradiazio edo haizerik gabe 2-4 egun irauteko beharrezkoa pilatzeko gai izan behar da. Kasu honetan, kontsumorik altueneko hilabetea (urtarrila) erabiliko da kalkulua egiteko eta 4 egunetarako erreserba edukitzea izango da helburua.

Jakinik urtarrileko kontsumoa 18 kW/egun dela:

$$\frac{18kW \cdot 4 \text{ egun}}{24V} = 3000A \quad (11)$$

Beraz, bateriek metatu dezaketen korrante minimoa 3000 A izan behar dira. Bateria ugari erabili daitezke hau lortzeko. Bateriak paraleloan konektatzerakoan intentsitatea gehituko da eta seriean konektatzerakoan, tentsioa. Hiru teknologia motatako bateriak konparatuko dira: OPzS, OPzV eta litiozkoak.

OPzS eta OPzV bateria geldikorra deituriko kategorian dauden eta bien arteko ezberdintasunik garrantzitsuena bateriak fabrikatzeko materialak dira. OPzS motako bateriak berun eta azido sulfurikoz eginak daude eta OPzV motatakoak gelez isolatuta daude.

Konparazioa egiteko, mota bakoitzeko bateria bana konparatuko dira: OPzS Solar 3100, OPzV BAE C100 eta litiozko 12V 300Ah Upower Ecoline.

OPzS Solar 3100

OPzS bateriaren kasuan, bloke bakarreko bateria aukeratu da 3100 A eta 24 V-ekoa, OPzS Solar 3100 bateria, hain zuzen ere. OPzS Solar 3100 bateriaren prezioa 10943 €-koa da (Autosolar, Batería 24V 3100Ah Transparente Tudor-Exide, 2020). Honen desabantailarik nagusia berunez egina dagoela da, eta honek

hondakin ugari sortzen ditu. Honek ondorioak ditu bai ingurumenean, bai osasunean. Arrazoi honengatik, mota honetako bateriak ez dira gomendagarriak.



7.16 Irudia. OPzS Solar 3100 bateria

OPzV BAE C100

Honek 24 V-eko tentsio izendatua du eta 1600A-ko intentsitatea. Arrazoi honegatik, 3000 A-ko intentsitate minimora heltzeko, bi bateria konektatu beharko dira paraleloan, intentsitateak gehitzeko. Beraz, 3200 A-ko intentsitate totala lortuko da. Honen prezioa 6726 € dira (Autosolar, Batería GEL 24V 1600A BAE C100, 2020), baina bi behar direnez 13452 € izango dira.

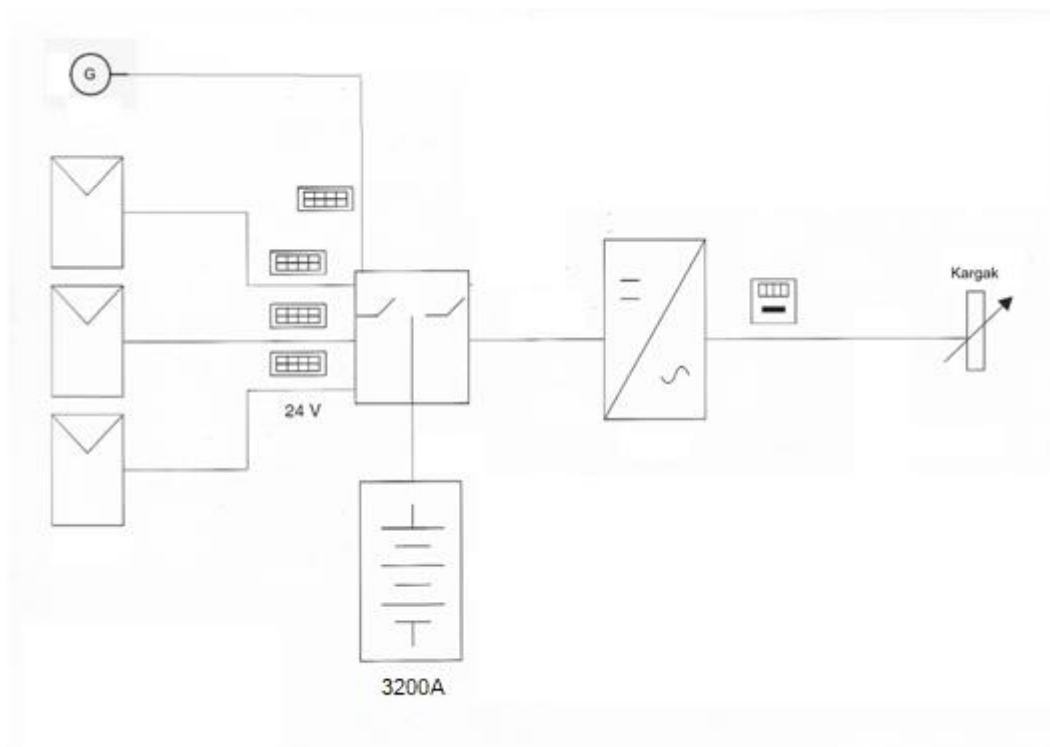


7.17 Irudia. BAE 100C bateria

Litiozko 12V 300Ah Upower Ecoline

Azkenik, litiozko bateriak daude. Mota hauetako bateriek bizitza luzeena dute baita karga edukiera handia. Gainera, ez dute mantenimendurik behar eta ez dute gasik emititzen. Baina merkatuan aurkitzen diren bateria gehienak 12V/48 V-ekoak dira. Izan ere, 24 V-eko bateria gehienak intentsitate baxuegikoak dira. 24 V lortu nahi baditugu, 12 V bateriak erabili beharko dira eta seriean konektatu. Adibidez, 12 V eta 300 A-ko bateriak erabiltzen baditugu, 20 modulu beharko ditugu. Hauek binaka konektatu behar dira (24 V eta 300 A lortzeko) seriean eta ondoren bikoteak bere artean paraleloan konektatu. Bateria bakoitzaren prezioa 2310 €-koa bada (Autosolar, Batería Litio 12V 300Ah Upower Ecoline, 2020), bateria multzo osoaren prezioa 46200 €-koa izango da.

Prezioa eta materialak kontutan hartuta, **OPzV** motatako bateria aukeratzea egokiena izango da. Hauek bizitza luzea daukate eta erresistentzia handia. Baterietan gordetako elektrizitatea inbertsoretik pasako da korrante alternoa lortzeko etxebizitzako kontsumoan. Honekin guztiarekin 7.18 Irudian sistema berriaren eskema elektrikoa ikusi daiteke. Irudian ageri diren modulu fotovoltaikoak paraleloan konektatutako 11 moduluei egiten die erreferentzia.



7.18 Irudia. Sistema berriaren eskema elektrikoa

7.18 Irudian, 11 modulu-tako 3 talde eta sorgailu eoliko bakoitza bere karga-erreguladore bakoitzarekin pasatzen dela ikusi daiteke. Ondoren, elektrizitatea baterietan biltegitratuko da. Hortik, inbertsorera pasako da, etxebizitzan kontsumitu aurretik.

7.3 Sistema hibridoaren balantze-ekonomikoa

Atal honetan, sistema hibrido honen aurrekontuaren aurreikuspena egingo da. Alde batetik, instalazio kostua zenbatekoa den kalkulatu da. Ondoren, urtero elektrizitate kontsumorako ordaindu ez denarekin konparatu da, zenbat urteetan zehar berreskuratuko den jakiteko. Honetaz gain, energia-produkzio soberakinekin bi aukera aurkeztuko dira: autokonsumo sistema guztiz isolatu bat izatea; edo soberakinak sare elektrikoari saltzeko aukera izatea.

Hasteko, instalazio gastuekin hasiko da. Alde batetik, osagai berri guztien prezioa, eta bestetik instalazio-gastu edo bestelako materialen gastua kontutan hartu behar da. Eskulanaren prezioa kalkulatzeko aurreko instalazioko prezioa

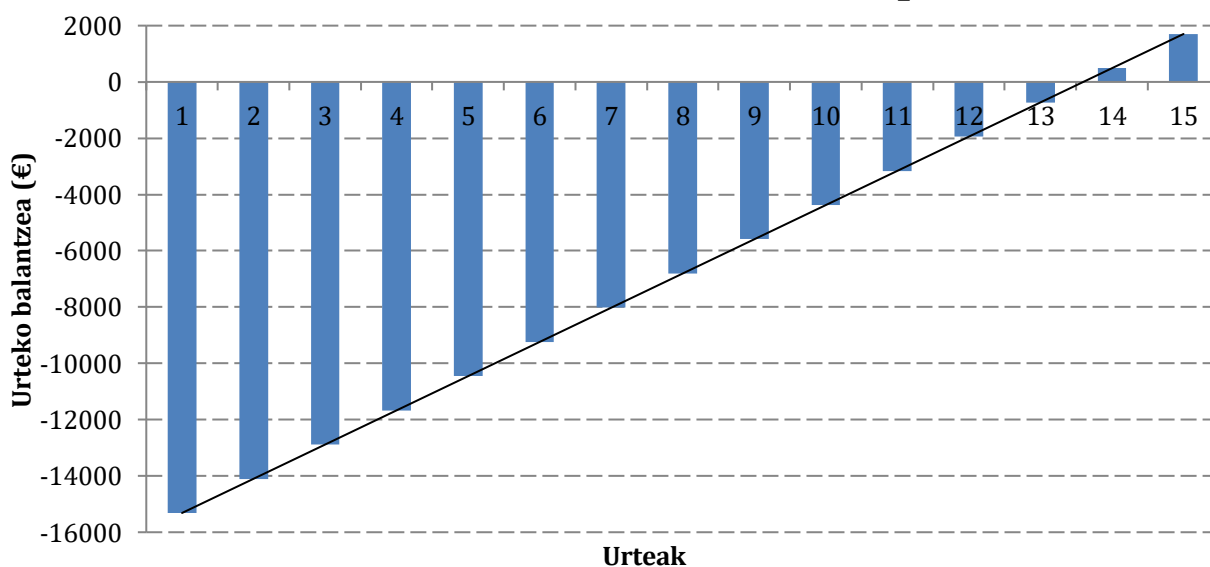
erreferentziatzen hartu da eta gaur eguneko prezioarekin berretsi da (Fixr, 2020).
 7.5 Taulan prezioen laburpena ikusi daiteke. Instalazio prezio totala 16531.7 € izango da.

Osagaia	Kantitatea	Prezio finala
Tesup Atlas 2,0	1	590 €
Must Solar	3	299,7 €
Tesup charge controller	1	190 €
BAE C100	2	13452 €
Eskulana	-	2000 €

7.5 Taula. Osagai berrien eta eskulanaren prezioaren laburpena

Ondoren, urte bateko kontsumo elektrikoari erreparatuta, urtero 1215.64€ ordaitzen direla jakin daiteke, urte osoko faktura elektrikoak batuz. Kantitate hori erreferentziatzen hartuko da diru-sarrerara bezala, sistema berriariarekin ordainduko ez den zerbait izateagatik. Datu hauekin, instalazio prezioa **13.6 urtetan** berreskuratuko dela aurreikusi daiteke.

Urteetan zeharreko aurreikuspena



7.19 Irudia. Sare elektrikotik askatutako sistemaren balantze-ekonomikoa

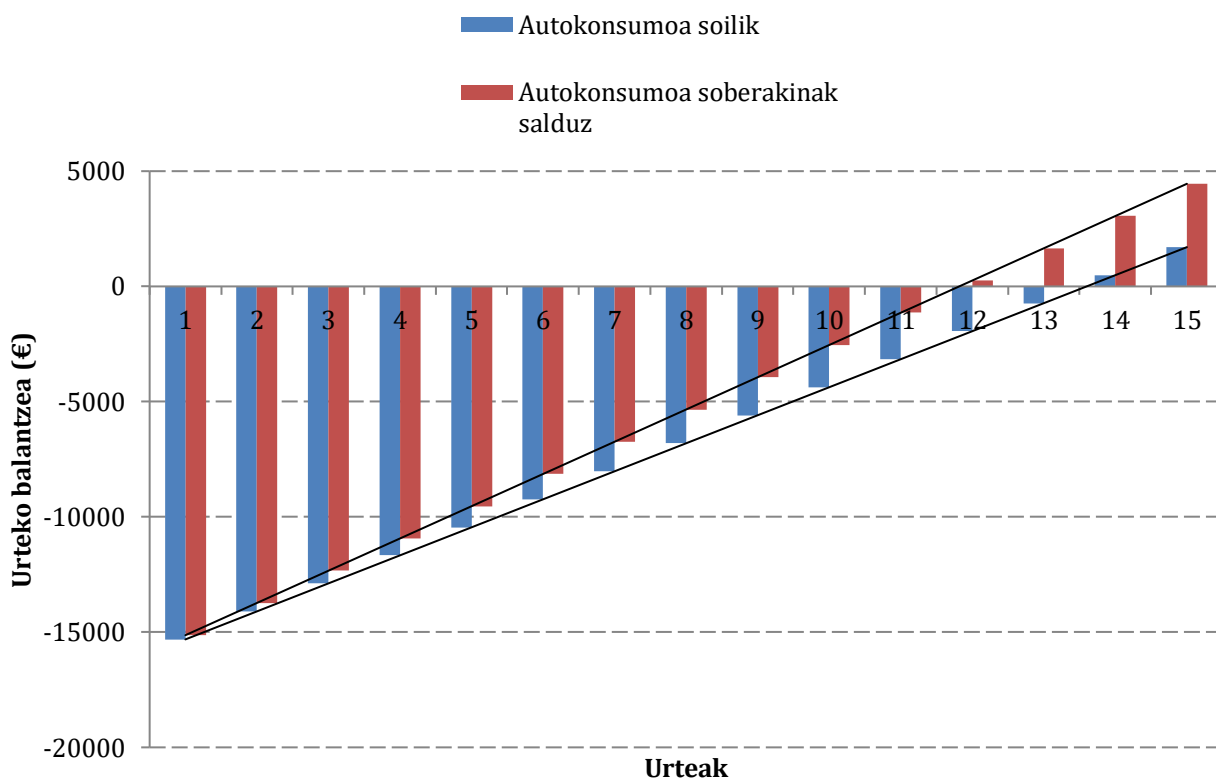
7.4 Etorkizunerako hobekuntzak

7.12 Irudian ikusi den bezala, kontsumitzen den elektrizitatea baino askoz gehiago produzitzen da eta saretik guztiz isolatuta dagoen sistema batek ez ditu aprobetxatuko. Alternatiba moduan, soberan dagoen elektrizitatea saltzeko aukera dago, diru-sarrera bat gehiago izateko. 2019 urtean autokonsumoko sistemak arautzen dituen Real Decreto 244/2019 egin zen. Honek elektrizitate soberakinak sistema elektrikoan saltzeko modu ezberdinak arautzen ditu (El Real Decreto de Autoconsumo, al detalle, 2020). Kontutan hartu beharrekoa da sare elektrikoan salduko den elektrizitatea araututa eta erregulatuta dagoela merkatuko prezioaren arabera, eta hau 0,05 €/kW-ekoa dela (Red Eléctrica de España, 2020). Honetaz gain, %7-ko zergak ordaindu behar dira. Datu hauekin eta hilabete bakoitzeko gehieneko produkzioa jakinda, urtean zehar gehiegizko produkzio honek izango dituen diru-sarrerak kalkulatu daiteke.

	Gehiegizko produkzioa (kW)	Diru-sarrera (€)	Zergak(€)
Urtarrila	88.41	4.42	0.3
Otsaila	188.96	9.44	0.66
Martxoa	334.51	16.72	1.17
Apirila	417.4	20.87	1.4
Maiatza	473.53	23.67	1.66
Ekaina	481.6	24.08	1.68
Uztaila	542.34	27.12	1.89
Abuztua	493.21	24.66	1.73
Iraila	402.5	20.13	1.4
Urria	283.41	14.32	1.00
Azaroa	126.3	6.31	0.44
Abendua	105.8	5.29	0.37

7.6 Taula. Gehiegizko produkzioak izango dituen diru-sarreren aurreikuspena.

7.6 Taulako datuekin, urtero 197 € jasoko direla eta 13.79 € zergetan ordainduko direla aurreikusi daiteke. Datu berri hauekin, **11. 87 urtetan** inbertituriko dirua berreskuratuko dela kalkulatu daiteke. 6.20 Irudian, elektrizitate soberakina saltzearen eta ez saltzearen balantze ekonomiko ezberdinak konparatzen dira.



7.20 Irudia. Sistema hibrido berriaren aurrekontuaren igarpena denboran zehar.

7.20 Irudian hasierako gastuak berdinak izanda soberakinak saltzearen edo ez saltzearen arteko ezberdintasuna ikusi daiteke. Soberakinak saltzekotan, instalazioaren kostea lehenago errekuiperatuko litzateke, izan ere, 1,73 urte lehenago. Instalazioa egin ondoreko 15. Urte amaieran, autokontsumoa soilik erabiltzean, 1.703 €-ko irabaziak egongo lirateke eta soberakinak saltzekotan, 4.452 €. Hau da, soberakinak saltzea 2.749 €-ko irabazi gehiago izango lituzke 15 urte ondoren.

Soberakin hauen prezioa hain baxua izateagatik, uztailean (produkzio maximo eta kontsumo minimoko egoeran), 27€ inguruko diru-sarrera soilik izatea suposatuko luke. Egoera honetan, esan daiteke sare elektrikora soberakinak saltzearen aukerak ez duela merezi. Beraz, saretik guztiz isolatutako sistema baten planteamendua aukera egokiagoa dela esan daiteke.

8. Gantt-en diagrama

Gantt-en diagrama tresna grafiko bat da, eta haren helburua da denbora jakin batean zeregin edo jarduera desberdinetarako aurreikusitako dedikazio-denbora azaltzea. Jarraian, proiektua egin bitartean egindako lanak azalduko dira:

	Helburua: Gaia aukeratzea eta lanean hasi baino lehen beharreko informazioa guztia biltzea
	Entregatzekoa: Osagai guztien datasheet-ak, arauak eta ekonomiaren excel bat osatzea.
Zeregin 1	Azpizeregin Helburua: Gaiaren aukeraketa
	1 Entregatzekoa: Bilera baten bidez lanaren noranzkoak zehaztea.
	Azpizeregin Helburua: Sarera konektatutako sistema fotovoltaikoaren memoria teknikoari erreperatuz, zer osagai azertu behar diren jakitea, baita hauek jarraitzen dituzten arauak zeintzuk diren jakitea ere.
	2 Entregatzekoa: Osagai guztien datasheet-en bilketa eta aipatu beharreko arauen zerrenda izatea.
	Azpizeregin Helburua: Sistema fotovoltaikoari erreparatu azertu nahi diren osagaiak eta sistema beraren funtzionamendua ulertzeko.
3 Entregatzekoa: Metodologia zehaztuko duen lanaren puntu orokorren zirriborroa.	
Azpizeregin Helburua: Osagaiak identifikatuta daudela, hauen funtzionamendua azalduko duten oinarri teorikoen bilaketa. Osagai bakoitzetik zer azalduko den erabaki.	
4 Entregatzekoa: Liburuen mailegua egitea eta liburu bakoitzetik erabiliko dena markatu. Erabiliko diren internet orrialdeen bilketa.	
Azpizeregin Helburua: Datu ekonomiko guztiak biltzen dituen dokumentaziaren bilketa. Alde batetik instalazioaren eta mantenimendu gastuenak eta bestetik hilabete bakoitzeko diru sarrerak eta ogasunari egindako ordainketa.	
5	
	Entregatzekoa: Datu guztiak excel batean.

Helburua: Behin informazio osoa bilduta dagoela, sistemaren dimentsionamendua eta ondorio ekonomikoak.

Entregatzekoa: Osagai guztien datasheet-en bilketa eta aipatu beharreko arauen zerrenda izatea.

Azpizeregin 1 Helburua: Kontzeptu teorikoak erabili sistema fotovoltaikoari buruzko dimentsionamendua eta neurriak justifikatzeko.

Entregatzekoa: Formulen erbilerak eta kalkuluak egitea.

Azpizeregin 2 Helburua: Datu ekonomikoei erreparatu ondorioak lortzeko eta hauek grafikoki azaltzeko modu argienak planteatzea.

Entregatzekoa: Dantuen ondorioak lortzea eta excel-ean grafikoak sortzea.

Azpizeregin 3 Helburua: Denboran zeharreko fakturei erreparatu hilabete bakoitzeko kontsumoa jakiteko.

Entregatzekoa: Bi urteko kontsumoaren grafikoak eta produkzioarekin konparazioaren grafikoak.

Azpizeregin 4 Helburua: Sistema berriaren planteamendua. Oinarri teorikoen informazioaren pilaketa sorgailu eoliko, karga-erreguladore eta baterien inguruan eta aukera ezberdinen planteamendua aukera egokiena autatzeko.

Entregatzekoa: Sistema berriaren osagai guztien aukeraketa eta eskema elektriko berriaren zirriborroa. Produkzioaren grafika berria.

Azpizeregin 5 Helburua: Erosi beharreko osagaiak eta instalazioaren gastuetatik abiatuz, balatze ekonomikoa egitea. Kontsumo elektrikoagatik ordainduko ez dena kontutan hartuz.

Entregatzekoa: Zenbat denbora behar den amortizatzeko kalkulua.

Zeregin 3	<p>Helburua: Lan guztiaren eta batez ere sistema berriaren ondorioztapena egitea.</p> <p>Entregatzekoa: Ondorioen idazketa.</p>
Zeregin 4	<p>Helburua: Orain arte egindakoaren idazketa egitea, formatu egokiarekin.</p> <p>Entregatzekoa: Lan idatzia.</p>

8.1 Taula. Gantt-en diagramaren azalpena

	Zereginaren izena	Iraupena	Hasiera	Amaiera	2020						
					Otsaila	Martxoa	Apirila	Maiatza	Ekaina	Uztaila	
	LANAREN GARAPENA	126 egun									
1	LANAREN ANTOLAMENDU ETA DOKUMENTAZIOA	59 egun	20/02/01	20/03/31							
1.1	Gaiaren aukeraketa	7 egun	20/02/01	20/02/07							
1.2	Dokumentazio eta arau bilketa	12 egun	20/02/08	20/02/19							
1.3	Sistema fotovoltaikoaren azterketa	16 egun	20/02/20	20/03/08							
1.4	Kontzeptu teorikoen bilketa	17 egun	20/03/09	20/03/24							
1.5	Fakturen eta informazio ekonomikoaren bilketa	7 egun	20/03/25	20/03/31							
2	DISEUNUA ETA LANAREN GARAPENA	68 egun	20/04/01	20/06/06							
2.1	Dimentsionamenduaren kalkuluak	12 egun	20/04/01	20/04/12							
2.2	Ekonomiaren balantzea	14 egun	20/04/13	20/04/26							
2.3	Kontsumoaren eskakizunak zehaztea	7 egun	20/04/27	20/05/03							
2.4	Diseinu berriaren plantemendua	25 egun	20/05/04	20/05/28							
2.5	Ekonomiaren aurreikuspena	10 egun	20/05/25	20/06/06							
3	ONDORIOAK	7 egun	20/06/07	20/06/13							
4	LANAREN IDAZKETA	27 egun	20/06/14	20/07/12							

8.1 Irudia. Gantt-en diagrama

9. Aurrekontua

Aurrekontuaren atalean honako alderdi hauek hartuko dira kontuan: alde batetik etxebizitzaren gaur egungo sistema fotovoltaikoaren analisia eta saretik isolatzeko proposamenaren inguruko analisia egiteko behar diren giza baliabideen inguruko kostuak, analisirako eta memoria teknikoa burutzeko materiala eta proposamen berria instalatzeko sistema berriaren aurrekontua. Horiek guztiek elkartuta proiektuaren aurrekontu totala lortuko da.

9.1 Giza baliabideen kostua

Atal honetan ikasle eta tutoreak lan honetan inbertituriko denbora kontutan hartuko da, lan honen aurrekontua egiteko asmoz. Lan hau burutzeko, Junior ingeniari batek parte hartu du ingeniari senior baten ikuskaritzapean. Taula honetan, inplikaturako langileen kostuak:

Izena	Denbora (orduak)	Prezioa (€/ordu)	Kostua (€)
Junior Ingeniaria	300	20	6.000
Senior Ingeniaria	15	60	900
		GUZTIRA	6900

9.1 Taula. Giza baliabideen kostuen laburpena

Giza baliabideen kostua6900 €

9.2 Erabilitako tresnak eta software-a

Atal honetan lanerako erabilitako tresnak bilduko dira. Erabilitako tresna nagusiak ordenagailua eta Microsoft Office-ren lizentzia lanaren idazketarako.

Izena	Erosketa prezioa (€)	Erabilera (hilabeteak)	Guztira (€)
Ordenagailua	920	42	Amortizatuta
Microsoft Windows 10	137	42	Amortizatuta
Microsoft Office Word 2016	69	42	Amortizatuta
Microsoft Office Excel 2016	69	42	Amortizatuta
		GUZTIRA	Amortizatuta

9.2 Taula. Erabilitako tresnen amortizazioa

Erabilitako tresnen kostua.....0 €

9.3 Instalaziorako osagaiak

Atal honetan 7.3 atalena landutako instalazio kostuak aztertuko dira berriro, aurrekontu totalari gehitu ahal izateko.

Osagaia	Kantitatea	Prezio finala (€)
Tesup Atlas 2,0	1	590
Must Solar	3	299,7
Tesup charge controller	1	190
BAE C100	2	13452
Eskulana	-	2000
	GUZTIRA	1215,64

9.3 Taula. Instalaziorako osagaien gastuak

Instalazio-kostuak.....1215,64 €

9.4 Aurrekontu totala

Aurreko hiru ataletan aztertutako gastuak bateratuko dira aurrekontu totala lortzeko asmoz.

Barne-orduen kostua	6900 €
Instalazio-kostuak	1215,64 €
Erabilitako tresnen kostua	0 €
AURREKONTU TOTALA	8.115,64 €

9.4 Taula. Aurrekontu totala

10. Ondorioak

Lan honek etxebizitzaren independentzia elektrikoa lortzea zuen helburua, eta honek ekarritako ondorio ekonomikoak aztertzea. Sarera konektatutako sistema fotovoltaiko batetik abiatuta, honen eta autokontsumorako zuzendutako sistema baten ezberdintasunak eta zailtasunak ikusi daitezke. Horrekin erlazionatuta, kontsumoaren betebeharrak beteko direlaren ziurtasuna izatea da sistema hauen zailtasunik handiena. Kontsumoaren eta PV moduluen produkzioaren datuak guztiz kontrakoak izanda denboran zehar, hauen sinkronizazioa bermatzea atal garrantzitsuena izan da. Hau lortzeko, energia eolikoaren erabilera (sistema hibridoa) eta bateriak izatea.

Lanaren 6.3 atalen ikusi izan daitekeen moduan, gehiegizko produkzioak emango lituzkeen diru-sarrerak oso txikiak izango litzateke, salmenta prezioa errugulatua izateagatik. Hau elektrizitatearen eros eta saltze prezioa berdina ez izatea baimentzen duen legedia izateagatik gertatzen da, baina baliteke hau aldatzea Europako beste herrialde batzuetan gertatu den moduan, adibidez, Alemanian.

Ildo pertsonaletik, etxebizitza honen funtzionamendua ulertzeko eta saretik askatzearen planteamendua egitea motibagarria izan da, hurbiltasuneko etxebizitza izateagatik. Izan ere, etorkizun hurbil batean saretik askatzeko beharra sortuko delakoan, proiektua ahurrera eraman ahal izango litzatekeelako. Honetaz gain, duela 14 urte instalatu zen sistema izanik eta gaur egun aurkitu merkatuan aurkitu ahal den material eta teknologiarekin konparatuz, eguzki energiaren sektoreak azkenengo urteetan izandako hobekuntza azkarra bereizgarria izan da.

Bestalde, proiektuak ekarritako onurak aztertu daitezke, etxebizitzaren ekonomia hobetzeaz gain. Proiektu honek energia berriztagarriak zabaltzearen alde eta sistema elektrikotik askatzearen alde egiten duenez, hauek egitearen onurak aztertu daitezke. Eguzki plakak hedatzekotan, sistema deszentralizatu baterantz abiatuko ginateke. Non ekoizle eta kontsumitzaileak sarritan berberak diren. Sistema honek, sistema elektriko osoa aldatuko luke, produkzio lokala bultzatuz.

Komunitate energetikoa pertsonak antzartzeko entitatea da, non kooperazioaren bitartez energiaren betebeharrak betetzen diren. Honek klima aldaketaren inguruko arloari buruz egiten, gaur egungo kontsumo sistema eta sistema ekonomiko osoa birplanteatzeko beharra sortzen du. Onuren artean, herritarrei energia eskuraketa justua eta merkea eskainduko luke, energia berriztagarriekin lotua. Modu honetan, pobrezia energetikoa gutxitu lezake. Ildo honetatik, kontsumitzaileei kontrol gehiago eskaintzen du, demokrazia energetikoa indartuz. Biztanleriari komunitatean parte hartzeko eskaintza ematen du, elkarteek diru-sarrerak lortzeko aukera izateaz gain. Honekin batera, energia iturri berri eta berriztagarria onarpen egokia izateko aukera emango litzaiokeen, biztanleriari parte hartzaile eginez.

11. Bibliografía eta Erreferentziak

- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.* (05 de 04 de 2019). Obtenido de Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>
- ASIF. (2010). *Sistemas de Energía Fotovoltaica: Manual del Instalador.* Artes Gráficas Gala.
- Autosolar.* (02 de 06 de 2020). Obtenido de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/la-curva-de-intensidad-voltaje-y-la-de-potencia-voltaje-de-un-panel-solar-el-papel-del-regulador-de-carga>
- Autosolar.* (22 de 06 de 2020). *Batería 24V 3100Ah Transparente Tudor-Exide.*
- Autosolar.* (25 de 06 de 2020). *Batería GEL 24V 1600A BAE C100.* Obtenido de <https://autosolar.es/baterias-estacionarias-opzv-24v/bateria-gel-24v-1600ah-bae-c100>
- Autosolar.* (25 de 06 de 2020). *Batería Litio 12V 300Ah Upower Ecoline.* Obtenido de <https://autosolar.es/baterias-litio-12v/bateria-litio-12v-300ah-upower-ecoline>
- Autosolar.* (15 de 06 de 2020). *Conexión en serie y paralelo en paneles solares.* Obtenido de <https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/conexion-en-serie-y-en-paralelo-de-paneles-solares>
- Autosolar.* (21 de 06 de 2020). *Regulador 12V/24V 60A PWM Must Solar.*
- Autosolar.* (21 de 06 de 2020). *Reguladores de Carga.* Obtenido de <https://autosolar.es/reguladores-de-carga>
- Belmonte Paz, E. (17 de 06 de 2020). *Docplayer.* Obtenido de <https://docplayer.es/19062555-14-metodo-simple-para-la-estimacion-de-la-potencia-de-un-aerogenerador.html>
- Earthscan. (2008). *Planning & Installing Photovoltaic Systems.*

- El Real Decreto de Autoconsumo, al detalle.* (02 de 07 de 2020). Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/el-real-decreto-de-autoconsumo-al-detalle-20190409>
- Enair. (17 de 06 de 2020). *Atlas eólico y solar mundial.* Obtenido de <https://www.enair.es/es/app/>
- Energías Renovables.* (10 de 07 de 2020). Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713>
- Euskalmet.* (24 de 05 de 2020). Obtenido de https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-6072/es/contenidos/informacion/diccionario_terminos/es_8405/r01hRedirectCont/contenidos/informacion/dic_latitud/es_7244/es_latitud.html
- Fixr. (02 de 07 de 2020). *Guía de precios.* Obtenido de <https://www.fixr.es/guias-de-precios/paneles-solares-fotovoltaicos>
- Hernández Fernández, L. F., & Zapatero Rodríguez, M. (09 de 2012). Estudio de una instalación mixta, fotovoltaica y eólica, aplicada a una casa rural. Valladolid.
- Ikastaroak. (16 de 07 de 2020). *Sistemas fotovoltaicos conectados a red.* Obtenido de https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF05/es_IEA_ISF05_Contentidos/website_2_sistemas_fotovoltaicos_conectados_a_red.html#
- Instituto Nacional de Estadística.* (19 de 05 de 2020). Obtenido de <https://www.ine.es/varipc/index.do>
- Narciso, M. A., & García Díaz, L. (2010). *Instalaciones de Energía Fotovoltaica.* Garceta.
- Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).* (24 de 05 de 2020). Obtenido de <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- Red Eléctrica de España.* (02 de 07 de 2020). Obtenido de https://www.esios.ree.es/es/analisis/1739?vis=1&start_date=01-07-2020T00%3A00&end_date=01-07-

2020T23%3A00&compare_start_date=30-06-
2020T00%3A00&groupby=hour&compare_indicators=1013,1014,1015

Renugen. (19 de 06 de 2020). Obtenido de <https://www.renugen.co.uk/aeolos-aeolos-h-2000w-2kw-wind-turbine/>

Research Gate. (17 de 06 de 2020). Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Curva-de-Potencia-del-Generador-Eolico_fig2_233530468

ResearchGate. (24 de 05 de 2020). Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Representacion-del-angulo-de-azimuth-y-orientacion-de-una-superficie_fig7_263962950

Rocket, S. (15 de 07 de 2020). *¿Qué tipo de batería necesitas para tu instalación fotovoltaica?* Obtenido de <http://www.dsrocket.com/que-tipo-de-bateria-necesitas-para-instalacion-fotovoltaica/>

Selectra. (15 de 07 de 2020). *Baterías para placas solares: Funcionamiento y Mejores marcas.* Obtenido de <https://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares>

Tesup. (19 de 06 de 2020). Obtenido de <https://www.tesup.es/product-page/aerogenerador-atlas2-hecho-en-europa-amazon-ebay-48v-2kw-Espana>

Youtube, Resumen Real Decreto 244/2019 Autoconsumo Fotovoltaico (Balance Neto). (02 de 07 de 2020). Obtenido de https://www.youtube.com/watch?time_continue=711&v=xwFIbt8fiy8&feature=emb_logo