



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

VIABILITAT ENERGÈTICA DE LA CASA TO



Memòria i Annexos

Autor: Sergio Díaz López
Director: Francesc Xavier Roset Juan
Convocatòria: Setembre 2020



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est



Resum

La finalitat del present document és la de realitzar un estudi de viabilitat energètica en la Casa TO situada al campus Diagonal-Besós de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Aquest habitatge té la singularitat d'estar concebut en el seu disseny sota un certamen europeu anomenat 'Solar Decathlon Europe' (SDE) on les directrius del qual impliquen la construcció d'un prototip sostenible amb el medi ambient, tant és la seva construcció, com a disseny, transport i consum amb una instal·lació fotovoltaica com a principal font energètica. Per tant, en aquest document es determina un marc teòric amb la contextualització de l'habitatge en l'àmbit d'edificacions similars, softwares de certificació energètica utilitzats a l'àmbit estatal, i la presentació de tots els elements constructius i instal·lacions de la Casa TO.

Els objectius que es presenten a grans trets són els de proposar diferents estudis i propostes de millora independents entre ells/es amb la possibilitat que es dugui a terme de manera conjunta en diferents àmbits. Algunes d'aquestes propostes o estudis són de caràcter tècnic com la certificació energètica de la construcció mitjançant els softwares CE3X i 'Herramienta Unificada Lider-Calener' (HULC) proporcionats pel Ministeri de Transició Ecològica i Repte Demogràfic, o el dimensionament d'un sistema d'emmagatzematge d'energia per a brindar una certa autonomia a la casa. Unes altres de caràcter econòmic com l'estudi del sistema tarifari espanyol i la seva conversió al nou sistema de peatges d'accés a la xarxa de distribució i transport de la circular 3/2020, i altres de caràcter normatiu com és la tramitació al sistema d'autoconsum regularitzat per l'estat i les competències regionals de les comunitats autònomes.

Així mateix, els resultats obtinguts en l'àmbit econòmic normatiu i tècnic són satisfactoris a excepció de les certificacions energètiques per les limitacions que presenten els softwares recentment comentats, ja que donen una idea aproximada però no reflecteixen la realitat a causa de la no inclusió de filtres interiors en l'habitatge i que no es pot tenir en compte un dels punts més crucials de la Casa TO que són les estratègies passives de climatització.

Aquest projecte és el primer realitzat a la Casa TO post construcció i pretén que serveixi com a pont a futurs treballs a la casa pel gran ventall de possibilitats que presenta.

Darrera modificació d'aquest document: 25 de Setembre de 2020

Resumen

La finalidad del presente documento es la de realizar un estudio de viabilidad energética en la Casa TO ubicada en el campus Diagonal-Besós de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Dicha vivienda tiene la singularidad de estar concebida en su diseño bajo un certamen europeo llamado 'Solar Decathlon Europe' (SDE) cuyas directrices implican la construcción de un prototipo sostenible con el medio ambiente tanto es su construcción, como diseño, transporte y consumo con una instalación fotovoltaica como principal sustento energético. Por ende, en este documento se determina un marco teórico con la contextualización de la vivienda en el ámbito de edificaciones similares, softwares de certificación energética utilizados a nivel estatal, y la presentación de todos los elementos constructivos e instalaciones de la Casa TO.

Los objetivos que se presentan a grandes rasgos son los de proponer diferentes estudios y propuestas de mejora independientes entre ellos/as con la posibilidad de llevarse a cabo de forma conjunta en diferentes ámbitos. Algunas de esas propuestas o estudios son de carácter técnico como la certificación energética de la construcción mediante los softwares CE3X y la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC) proporcionados por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, o el dimensionamiento de un sistema de almacenamiento de energía para brindar cierta autonomía a la casa. Otras de carácter económico como el estudio del sistema tarifario español y su conversión al nuevo sistema de peajes de acceso a la red de distribución y transporte, y otras de carácter normativo como es la tramitación al sistema de autoconsumo regularizado por el estado y las competencias regionales de las comunidades autónomas.

Asimismo, los resultados obtenidos en el ámbito económico normativo y técnico son satisfactorios a excepción de las certificaciones energéticas por las limitaciones que presentan los softwares recién comentados, ya que dan una idea aproximada pero no refleja la realidad debido a la no inclusión de filtros interiores en la vivienda y que no se puede tener en cuenta uno de los puntos más cruciales de la Casa TO que son las estrategias pasivas de climatización.

Este proyecto es el primero realizado en la Casa TO post construcción y pretende que sirva como puente a futuros trabajos en la casa por el gran abanico de posibilidades que presenta.

Última modificación del presente documento: 25 de septiembre de 2020

Abstract

The aim of this project is to carry out an energy feasibility study at Casa TO, located on the '*Campus Diagonal-Besòs*' of the '*Universitat Politècnica de Catalunya*' (UPC). This household has the singularity of being conceived in its design under a European competition called Solar Decathlon Europe (SDE), whose guidelines implies the construction of a sustainable prototype with the environment in its construction, design, transport and consumption with a photovoltaic installation as the main energy source. Therefore, in this document a theoretical framework is determined with the context of the household in the field of similar buildings, energy certification software used at statewide, and the presentation of all the building elements and installations of the '*Casa TO*'.

The objectives that are presented in many ways to propose different studies and improving proposals with independence among them alsox1 having the possibility in case it is necessary to carry them combined in different areas. Some of these proposals or studies are of a technical nature, such as the energy certification of buildings using the CE3X software and the '*Herramienta Unificada Lider-Calener*' (HULC) provided by the '*Ministerio de la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*', the dimensioning of an energy storage system to provide a certain degree of autonomy to the house. Other economic aspects include the study of the Spanish fare system and its conversion to a new system of access tolls to the distribution and transport grid, as well as regulatory aspects such as the processing of the self-consumption system regulated by the state and regional competences of the autonomous communities.

Moreover, the results obtained in the economic, regulatory and technical fields are satisfactory, except for energy certifications due to the limitations of the software mentioned above. They give an approximate idea but do not reflect the reality because of the non-inclusion of interior filters in the household means that one of the most crucial aspects of the '*Casa TO*' cannot be considered, which are the passive heating and cooling strategies.

This project is the first to be carried out at the '*Casa TO*' after construction and is intended to serve as a bridge to future work on the house through the wide range of possibilities it offers.

Last modification of the present document: 25th 2020



Agraïments

Utilitzo aquesta pàgina del meu treball de fi de grau per aprofitar el agrair a tota la gent que ha fet possible el que a dia d'avui estigui acabant el grau d'Enginyeria de l'Energia a la EEBE.

En primer lloc, voldria agrair la oportunitat de realitzar el treball de fi de grau al Francesc Xavier Roset, de centrar-me en un projecte relacionat amb la transició energètica en certa part, el món de les certificacions i sobretot, realitzar el projecte en un espai real com és la Casa TO. Encara que amb la situació del COVID-19 no s'ha pogut fer el que estava previst en un moment inicial, ha valgut totalment la pena.

També m'agradaria agrair a tota la gent que he conegut durant el grau, tan estudiants com professors. Uns per els bons moments que m'han donat al llarg d'aquests període universitari fent que un grau de gran complexitat sigui més fàcil de portar, i als altres per tots els coneixements que m'han brindat per formar-me com a enginyer, i sobretot com a persona.

Una de les altres persones que vull agrair en la seva participació és en Martí Obiols, que és la persona que coordina tot el relacionat amb la Casa TO. Gràcies a ell, he pogut accedir a las bases del projecte d'on he extret gran part de la informació presentada en aquest treball de fi de grau.

Finalment, voldria agrair als meus pares per donar-me la possibilitat de poder estudiar un grau universitari, i remarcar el seu esforç diari per estar sobre meu en moments difícils i per donar-me la força necessària. Sense ells, el camí del coneixement en el món de l'enginyeria no hauria estat factible.



Llistat de figures

Figura 1. Esquemes àrees d'actuació certificació VERDE	10
Figura 2. Casa TO	13
Figura 3. Ubicació Casa TO	13
Figura 4. Esquema circular de la cultura energètica	14
Figura 5. Sistema de reutilització d'aigües Casa TO	15
Figura 6. Esquema de potenciació matèria orgànica Casa TO	16
Figura 7. Ventilacions de la Casa TO	19
Figura 8. Planta Casa TO	20
Figura 9. Esquema dels filtres de la Casa TO	21
Figura 10. Disposició dels filtres de la Casa TO	21
Figura 11. Disposició dels filtres en un dia d'estiu	22
Figura 12. Disposició dels filtres en un dia d'hivern	22
Figura 13. Folding Leaf Barcelona Blind	23
Figura 14. Sheep Wool Facade Thermal and Reflector Curtain	23
Figura 15. Lace curtains	24
Figura 16. Feather Eiderdown	24
Figura 17. Keder Tensed PVC - Poliester Fabric Facade	25
Figura 18. Fonaments de la Casa TO	26

Figura 19. Terra de la Casa TO _____	27
Figura 20. Murs de la Casa TO _____	28
Figura 21. Sostre de la Casa TO _____	29
Figura 22. Distribució dels elements constructius _____	30
Figura 23. Mur W1 de la Casa TO _____	31
Figura 24. Mur W2 de la Casa TO _____	32
Figura 25. Terra F1 de la Casa TO _____	33
Figura 26. Terra F2 de la Casa TO _____	33
Figura 27. Terra F3 de la Casa TO _____	34
Figura 28. Sostre R2 de la Casa TO _____	34
Figura 29. Sostre R3 de la Casa TO _____	35
Figura 30. Finestra O1 de la Casa TO _____	35
Figura 31. Finestra O2 de la Casa TO _____	36
Figura 32. Porta O3 de la Casa TO _____	36
Figura 33. Porta O4 de la Casa TO _____	37
Figura 34. Distribució dels sistemes de climatització _____	38
Figura 35. Esquema de funcionament d'una bomba de calor _____	39
Figura 36. Terra radiant de la Casa TO _____	41
Figura 37. Esquema de la part DC de la Casa TO _____	48

Figura 38. Esquema de la part AC de la Casa TO	48
Figura 39. Esquema de la part AC de la Casa TO branques individuals	49
Figura 40. Dades administratives del projecte CE3X	55
Figura 41. Dades generals de l'edificació CE3X	56
Figura 42. Creació de la fusta OSB 2 cm CE3X	58
Figura 43. Creació del mur exterior W1 CE3X	58
Figura 44. Creació del mur exterior W2 CE3X	59
Figura 45. Creació del terra R1 radiant	60
Figura 46. Creació del sostre R1 CE3X	60
Figura 47. Creació de la partició vertical interior W4 CE3X	61
Figura 48. Creació de la finestra O1 CE3X	62
Figura 49. Definició de les contribucions energètiques CE3X	63
Figura 50. Definició de l'equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS CE3X	63
Figura 51. Etiqueta energètica Casa TO CE3X	64
Figura 52. Etiqueta energètica amb propostes de millora CE3X	65
Figura 53. Dades administratives del projecte HULC	67
Figura 54. Dades generals de l'edificació HULC	68
Figura 55. Producció d'energia anual HULC	69
Figura 56. Creació de l' aïllant tèrmic 'RMTnita' HULC	70

Figura 57. Creació del mur exterior W1 HULC	71
Figura 58. Creació de la porta O3 HULC	71
Figura 59. Vista en planta Casa TO HULC	73
Figura 60. Modelització dels tancament i forjats de la Casa TO HULC	73
Figura 61. Modelització dels forats i lucernaris Casa TO HULC	74
Figura 62. Modelització de la coberta plana de la Casa TO HULC	74
Figura 63. Bomba de calor HULC	74
Figura 64. Fan-coil i recuperador de calor HULC	75
Figura 65. Resultats de la qualitat de l'envolupant tèrmica HULC	76
Figura 66. Esquema Casa TO amb sistema d'emmagatzematge d'energia	81
Figura 67. Mapa conceptual de les modalitats d'autoconsum	88
Figura 68. Autoconsum sense excedents	88
Figura 69. Autoconsum amb excedents aollits a compensació	90
Figura 70. Exemple de factura d'autoconsum amb excedents aollits a compensació	91
Figura 71. Autoconsum amb excedents NO aollits a compensació	93
Figura 72. Exemple de factura d'autoconsum amb excedents NO aollits a compensació	94
Figura 73. Instal·lació interior amb excedents	95
Figura 74. Instal·lació interior col·lectiva	96
Figura 75. Instal·lació interior a través de xarxa	96

Figura 76. Comparativa de la petjada ecològica de la Casa TO _____ 113



Llistat de taules

Taula 1. Requisits per la certificació 'Passive House' de la iPHA	6
Taula 2. Càrregues de la Casa TO	43
Taula 3. Càrregues extra de la Casa TO	45
Taula 4. HSP (35º) de cada mes	50
Taula 5. Zones climàtiques de la península Ibèrica	56
Taula 6. Cabal mínim de ventilació de les edificacions	57
Taula 7. Dies d'autonomia	82
Taula 8. Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge Casa TO cas actual	84
Taula 9. Determinació del sistema d'emmagatzematge Casa TO cas actual	84
Taula 10. Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge Casa TO 15 mòduls	85
Taula 11. Determinació del sistema d'emmagatzematge Casa TO situació actual	86
Taula 12. Tramitació de l'autoconsum amb excedents Part 1	98
Taula 13. Tramitació de l'autoconsum amb excedents Part 2	98
Taula 14. Tramitació de l'autoconsum Part 3	99
Taula 15. Períodes horaris peatges 2.0 DHA i 2.1 DHA	101
Taula 16. Períodes horaris peatges 2.0 DHS i 2.1 DHS	101
Taula 17. Períodes horaris peatges 3.0 A	102
Taula 18. Períodes horaris peatges 3.1 A	102

Taula 19. Períodes horaris resta de peatges _____	103
Taula 20. Períodes horaris peatges d'accés vigents i peatges d'accés Circular 3/2020 _____	104
Taula 21. Períodes horaris Circular 3/2020 a excepció del peatge 2.0 TD _____	105
Taula 22. Períodes horaris peatge 2.0 TD _____	106
Taula 23. Costes facturació d'energia Casa TO _____	111
Taula 24. Costes Desconnexió Casa TO _____	112
Taula 25. Costes facturació d'energia Casa TO Circular 3/2020 _____	112
Taula 26. Costes fixos i variables de la FV _____	117
Taula 27. Paràmetres de rendibilitat econòmica _____	118
Taula 28. Pressupost cas 10 mòduls + sistema d'emmagatzematge _____	119
Taula 29. Pressupost 15 mòduls + sistema d'emmagatzematge _____	120

Llistat de gràfics

Gràfic 1. Indicadors de descarbonització per l'escenari 2050	4
Gràfic 2. Consum cas hipotètic 2 07/07-06/08	46
Gràfic 3. Irradiació global dia tipus de cada mes	50
Gràfic 4. Generació estimada de la Casa TO	52
Gràfic 5. Generació envers del consum	52
Gràfic 6. Generació estimada de la casa TO amb 15 mòduls	53
Gràfic 7. Generació envers del consum amb 15 mòduls	54
Gràfic 8. Demanda de calefacció i refrigeració HULC	77
Gràfic 9. Verificació HE-0, HE-4 i HE-5 HULC	78
Gràfic 10. Petjada ecològica Casa TO	114
Gràfic 11. Cashflow dels dos casos	118
Gràfic 12. VAN a diferents tasses de descompte	119

Glossari

- UPC: Universitat Politècnica de Catalunya
- EEBE: Escola d'Enginyeria Barcelona Est
- CNCM: *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia*
- IEA: *International Energy Agency*
- NREL: Laboratori Nacional d'Energies Renovables
- nZEB: *near Zero Emission Building*
- CTE: Codi Tècnic de l'Edificació
- COP 21: 21a Conferència de les Parts en la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic
- iPHA: *International Passive House Association*
- LEED: *Leadership in Energy and Environment Design*
- VERDE: Valoració d'Eficiència de Referència d'Edificis
- GBCE: *Green Building Council* Espanya
- HULC: *Herramienta Unificada Lider-Calener*
- COP: *Coefficient of performance*
- ACS: Aigua Calent Sanitària
- PVGIS: *Photovoltaic Geographical Information System*
- FV: Fotovoltaic
- EPDM: Cautxú de polietilè propilè de monòmer
- DC: *Direct Current*
- AC: *Altern Current*
- ICP: Interruptor de Control de Potència
- RITE: Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis
- EMS: *Energy Management System*
- RD: Real Decret
- ITC: Instrucció Tècnica Reglamentària
- BT: Baixa Tensió
- MT: Mitja Tensió
- AT: Alta Tensió
- IDAE: *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*
- SSAA: Serveis Auxiliars
- IVPEE: Impost sobre el Valor de la Producció d'Energia Elèctrica
- IVA: Impost del Valor Afegit
- RAIPRE: Registre Administratiu d'Instal·lacions PRoductores d'Energia elèctrica
- CAU: Codi d'Autoconsum
- CUPS: Codi Universal del Punt de Subministrament
- VAN: Valor Actual Net
- TIR: Tassa Interna de Retorn



Índex

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRAÏMENTS	V
LLISTAT DE FIGURES	VII
LLISTAT DE TAULES	XII
LLISTAT DE GRÀFICS	XIV
GLOSSARI	XV
1. INTRODUCCIÓ	1
1.1. Objectius del treball	1
1.2. Motivació	2
2. CONTEXTUALITZACIÓ DE L'HABITATGE	3
2.1. Passive House.....	5
2.2. Near Zero Energy Building (nZEB).....	7
2.3. Certificació <i>Leadership in Energy and Environment Design (LEED)</i>	8
2.4. Certificació Verde.....	9
2.5. Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC)	11
2.6. CE3X.....	12
3. CASA TO	13
3.1. Emplaçament	13
3.2. Cultura energètica.....	14
3.3. Estratègies energètiques	16
3.3.1. Glazing	17
3.3.2. Space planning.....	17
3.3.3. Daylight.....	17
3.3.4. Passive heating strategies	17
3.3.5. Passive Cooling strategies	18
3.3.6. Emmagatzematge d'energia tèrmica.....	18
3.3.7. Ventilació	18

3.4.	Arquitectura.....	19
3.4.1.	Filtres.....	20
3.4.2.	Estructura general.....	25
3.4.3.	Elements constructius.....	29
3.5.	Climatització.....	37
3.5.1.	Bomba de calor	38
3.5.2.	Terra radiant	40
3.5.3.	Fan-coil i recuperador de calor	41
3.6.	Altres elements consumidors.....	42
3.6.1.	Consums hipotètics cas 1.....	42
3.6.2.	Consums hipotètics cas 2.....	45
3.7.	Sistema de captació Solar	47
3.7.1.	Recurs solar	49
3.7.2.	Generació solar	51
4.	CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA CE3X	55
4.1.	Dades Generals.....	55
4.2.	Definició de l'envolupant tèrmica	58
4.3.	Definició de les instal·lacions.....	62
4.4.	Resultats.....	64
5.	CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA AMB HULC	67
5.1.	Dades generals.....	67
5.2.	Definició de l'envolupant tèrmica	70
5.3.	Modelització de la Casa TO	72
5.4.	Definició de les instal·lacions.....	74
5.5.	Resultats.....	75
6.	PROPOSTES DE MILLORA	79
6.1.	Sistema d'emmagatzematge d'energia.....	79
6.1.1.	Dimensionament del sistema d'emmagatzematge	81
6.2.	Modalitats d'autoconsum	86
6.2.1.	Autoconsum sense excedents	88
6.2.2.	Autoconsum amb excedents	89
6.2.3.	Equips de mesura de l'autoconsum	95
6.2.4.	Tramitació de l'autoconsum per la modalitat òptima	97
6.3.	Tarifes elèctriques i peatges d'accés.....	99

6.3.1.	Tarifes elèctriques i peatges d'accés vigents	100
6.3.2.	Circular 3/2020	103
6.3.3.	Paràmetres del sistema tarifari	107
6.3.4.	Càlcul anual de la facturació dels peatges vigents.....	110
6.3.5.	Càlcul de la facturació amb la Circular 3/2020	112
7.	ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	113
	CONCLUSIONS	115
	ANÀLISI ECONÒMICA	117
	BIBLIOGRAFIA	121
	ANNEX A	125
	ANNEX B	127
	ANNEX C	129
	ANNEX D	131
	ANNEX E	134
	ANNEX F	135
	ANNEX G	136
	ANNEX H	137
	ANNEX I	138
	ANNEX J	139
	ANNEX K	140
	ANNEX L	142
	ANNEX M	144
	ANNEX N	146
	ANNEX O	148
	ANNEX P	149
	ANNEX Q	151

ANNEX R	153
ANNEX S	155
ANNEX T	156
ANNEX U	157



1. Introducció

El projecte present, se centra a realitzar un estudi de la viabilitat energètica de la Casa TO ubicada al Campus Diagonal-Besòs de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). L'estudi es basarà en diferents paràmetres centrats en l'eficiència energètica comprovada mitjançant un software de certificació energètica anomenat '*Herramienta Unificada Lider-Calener*' (HULC). Aquest software engloba diferents aspectes a nivell constructius com de sistemes de climatització, consums energètics, sistemes de captació solar, etc.

Al tenir la intenció de ser un projecte que serveixi com a pont per a futurs projectes dins de la Casa TO, ja que és el primer que es fa amb la Casa acabada, es presenten diferents propostes de millora, o camps on es pot actuar com són la implementació d'un sistema d'emmagatzematge, o modalitats d'autoconsum, efecte de les tarifes elèctriques entre d'altres.

Al llarg del projecte es presenten diferents apartats on es contextualitza la Casa TO dins dels diferents tipus d'edificacions eficients energèticament parlant, i tots els sistemes que incorpora, elements constructius, estratègies energètiques passives i remarcar la importància de l'usuari pel funcionament òptim de l'habitatge tal com es va dissenyar amb els estàndards del concurs '*Solar Decathlon Europe*'.

1.1. Objectius del treball

L'abast dels objectius d'aquest projecte és molt variat, atès que no se centra únicament en una vessant de la Casa TO. Com ja s'ha comentat en la introducció al ser el primer projecte amb la casa ja finalitzada, dona un gran ventall d'opcions per realitzar estudis i servir d'alguna manera com a referència per a projectes futurs. Per això, reuneixen bastants aspectes que disten de temàtica i relació. Els objectius es presenten en format de llista a continuació:

- **Contextualització de l'habitatge:** es vol contextualitzar tots els conceptes arquitectònics en l'àmbit de coneixement i a escala normativa dels quals poden estar relacionats amb la Casa TO, des de la seva concepció en el '*Solar Decathlon Europe*' a softwares d'eficiència energètica.
- **Descripció de la Casa TO:** es volen definir els conceptes de la casa que ajudin a comprendre el seu funcionament, la seva arquitectura, els seus sistemes actius, la cultura energètica i el potencial que pot arribar a tenir amb les estratègies energètiques i el recurs solar.
- **Certificació energètica de la Casa TO:** es vol dissenyar el prototip TO en el software HULC de la manera més propera a la realitat possible per veure si amb la normativa actual del Codi Tècnic de la Edificació (CTE) s'obté una bona qualificació energètica o si es necessitaria

modificar les normatives actuals per tenir en compte els nous tipus d'habitatges autosuficients i sostenibles amb el medi ambient.

- **Quantificar la generació solar:** es vol saber quina és la quantitat d'energia anual que es genera per aplicar diferents propostes de millora.
- **Dimensionament d'un sistema d'emmagatzematge d'energia:** perquè la Casa TO realment sigui eficient, es dedueix que la implementació d'un sistema d'emmagatzematge és crucial per aconseguir que la Casa TO sigui autosuficient en termes energètics.
- **Tramitació de l'autoconsum:** un dels altres punts claus dels objectius del projecte, és la de presentar les noves modalitats d'autoconsum regulades per l'Estat, i la Generalitat en el cas de Catalunya, per triar la millor opció i deixar de forma resumida els passos que s'haurien de seguir per una futura tramitació amb les entitats públiques i privades corresponents.
- **Estudi de l'efecte de les tarifes elèctriques:** es vol estudiar els efectes econòmics que presenten de cara a la Casa TO, juntament amb la conversió dels peatges actuals al de la nova Circular 3/2020.
- **Estudi de l'impacte mediambiental:** és necessari un estudi de l'impacte mediambiental que genera el projecte present.
- **Estudi econòmic global:** es vol presentar un pressupost final que englobi tots els possibles escenaris econòmics presentats en el projecte.

1.2. Motivació

La principal motivació per la qual s'ha decidit realitzar un projecte de fi de grau d'aquest caire, és per treballar de forma directa i pràctica en el món de la certificació energètica en un habitatge tangible. La importància que ha adquirit la temàtica de les certificacions energètiques en la societat actual, on el que es busca és la transició energètica, és un dels altres factors claus que donen lloc a la realització d'aquest projecte.

El simple fet de poder aplicar els coneixements apresos al llarg de la carrera en un projecte que pot servir com a pont per a futures investigacions és molt gratificant. A més a més, està el factor de ser un projecte europeu de sostenibilitat energètica que trenca amb qualsevol paradigma establert sobre els habitatges i la seva concepció.

Tanmateix, degut a ser el primer projecte amb la Casa TO ja finalitzada, l'oportunitat d'estudiar diferents aspectes fora de la pura certificació energètica, com la de fer els primers passos per intentar fer-la autosuficient energèticament parlant, proporciona un plus de motivació.

2. Contextualització de l'habitatge

Per saber d'on prové la concepció de la idea de la Casa TO i la seva posterior construcció, és primordial contextualitzar-la. La gran iniciativa pertany a un concurs anomenat '*Solar Decathlon*', específicament a l'edició realitzada l'any 2019.

És un concurs internacional d'arquitectura i enginyeria amb la finalitat de promoure la implicació d'alumnes d'universitats de tot el món on han de construir una casa que sigui proveïda d'energia solar. *El Solar Decathlon* està organitzat i patrocinat principalment pel Departament d'Energia dels Estats Units i el Laboratori Nacional d'Energies Renovables (NREL) i té 5 competicions avui dia, que es divideixen en funció de la regió que hi participa. Se celebra a Europa, Àfrica, Xina, Sud-Amèrica i el Carib, i a l'Orient Mitjà (1).

Puntualitzant en la versió Europea, -ja que és on va participar el prototip Casa TO- és un concurs que va començar l'any 2007, quan el govern espanyol i el govern dels Estats Units van signar un memoràndum d'entesa per crear el primer '*Solar Decathlon Europe*'. El concurs es va realitzar durant dues participacions consecutives a Espanya l'any 2010 i 2012. L'any 2014 es va realitzar a França i l'any 2019 que és en el que van participar estudiants de la UPC amb la Casa TO es va dur a terme a Hongria (1).

En funció de l'edició en la qual es participa, els ítems que s'avaluen són diferents. En l'edició de l'any 2019 els 10 ítems eren els següents (1):

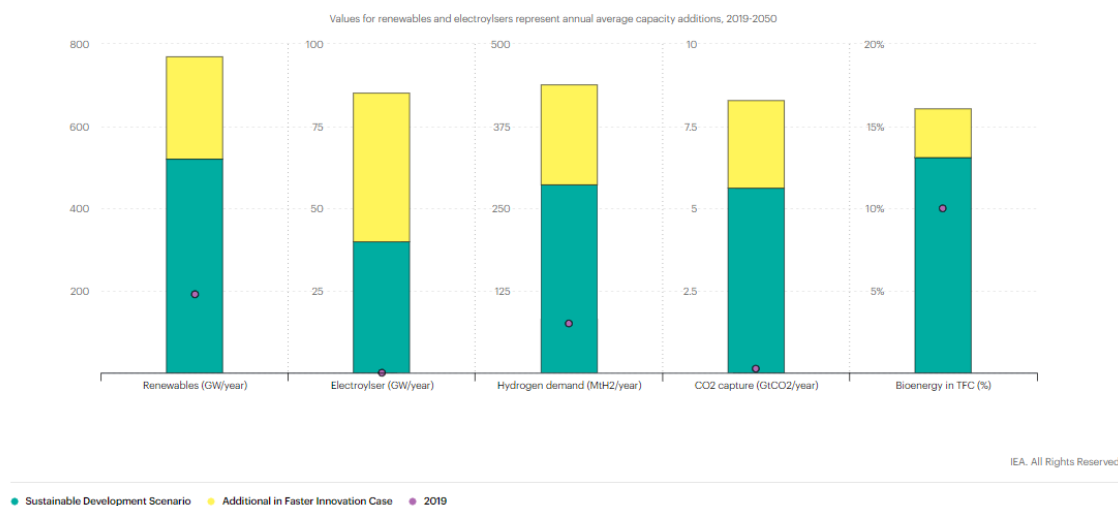
1. Arquitectura
2. Enginyeria i Construcció
3. Eficiència Energètica
4. Comunicació i Consciència Social
5. Integració i Impacte a l'entorn
6. Innovació i Viabilitat
7. Sostenibilitat i Circularitat
8. Condicions de Confort
9. Funcionament de l'Habitatge
10. Balanç Energètic

Cada paràmetre té una puntuació màxima, llavors en funció del prototip presentat se li assigna una puntuació per cada ítem obtenint una puntuació global que permet declarar el guanyador de l'edició del Solar Decathlon.

Com es pot apreciar en els ítems avaluable del Solar Decathlon es tracta de dissenyar i construir habitatges en conformitat a la transició energètica actual en la qual es vol descarbonitzar el planeta

al màxim mitjançant estratègies d'eficiència energètica, sostenibilitat mediambiental, utilització d'energies renovables, entre altres. Gran part d'aquests aspectes són recollits en la Directiva Europea 2018/844 que modifica la Directiva Europea 2010/31/UE. En aquesta directiva, s'han fet unes modificacions, les quals algunes d'elles afecten al sector de la construcció o rehabilitació d'edificacions.

Els principals objectius, d'aquesta directiva són la ja esmentada descarbonització del planeta i dels subministraments d'energia i la fomentació d'estratègies d'eficiència energètica per tal de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle a curt termini (2030), a mitjà termini (2040) i llarg termini (2050). Un dels grans actius on es vol intervenir és el parc immobiliari, que representa un 36 % de les emissions de CO₂ de la Unió Europea, on s'ha de buscar un equilibri rendible econòmic i tecnològic entre descarbonitzar el subministrament d'energia i reduir el consum final d'energia.



Gràfic 1. Indicadors de descarbonització per l'escenari 2050 (2)

Per esclarir els conceptes recentment esmentats, en el gràfic 1 s'aprecia la descarbonització del sector elèctric mundial pels diferents indicadors. Entre ells, es pot observar l'impacte de les renovables, l'increment de la demanda d'hidrogen, la captura de CO₂, etc. Els punts de color violeta simbolitzen el punt d'origen a data de la creació d'aquest gràfic l'any 2019 fins a l'escenari del 2050. De color verd és el valor esperat, i el groc representa els casos on el desenvolupament de la tecnologia sigui més ràpid del previst. El gràfic ha sigut extret de la pàgina web de l'"International Energy Agency" (IEA) (2).

Aquests principals objectius també venen impulsats per l'Acord de París de 2015 sobre el canvi climàtic resultant de la 21a Conferència de les Parts en la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (COP 21), on es va determinar la quantitat d'energia destinada al parc immobiliari. De tota l'energia que es genera a la Unió Europea, el 50 % és consumida en els sistemes de calefacció i refrigeració, de la qual el 80 % és consumida en edificis. Així que, amb la visió més estadística i tangible del consum final d'energia, la consecució dels objectius de la Directiva Europea

2018/844, passen per la remodelació del parc immobiliari des de rehabilitacions fins a edificis de nova construcció seguint les pautes que s'exposen en aquesta directiva (3).

Les noves edificacions o rehabilitacions de les ja existents en el context de la Directiva Europea 2018/844, s'engloben dins de conceptes constructius revolucionaris al llarg de les últimes dècades. Es tracta de les *'Passive House'* i els *nZEB (near Zero Energy Building)* entre altres, on gràcies a diferents tàctiques a nivells arquitectònics, tecnològics i de conscienciació ciutadana, el consum d'energia final o el balanç entre generació i consum es veu dràsticament reduït. Per poder qualificar en certa manera l'impacte energètic de l'edificació, s'utilitzen les certificacions energètiques, on en funció dels paràmetres mesurats s'obté una qualificació escalada conforme a la normativa vigent del país.

La Casa TO, al ser un habitatge dissenyat i construït basant-se en les variables a qualificar del concurs internacional *Solar Decathlon*, realment, no està lligada a cap normativa com pot ser el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) en el cas d'Espanya. A causa de la seva inèdita concepció, presenta trets de diferents edificacions. Per aquest motiu la certificació energètica de l'objecte d'estudi té un alt grau de complexitat. Si més no, per poder contextualitzar la Casa TO, és precís, introduir els conceptes de *'Passive House'* i *nZEB* de manera més extensa, i alguns softwares de certificació energètica, sent aquests els més utilitzats a nivells estatals, per atorgar una connexió entre els conceptes recentment esmentats i aportar valor a l'objectiu principal del projecte.

Un aspecte que s'ha de tenir en compte a l'hora de certificar la Casa TO, és que el seu principal objectiu és el de ser utilitzada com un *'living-lab'*, destinat a la recerca sobre la descarbonització de la llar, formació sobre l'estalvi energètic l'estalvi dels recursos, i la formació i millora de la cultura energètica de la població mitjançant tallers i cursos adaptats. El consum d'energia en la llar ve determinat de manera significativa per l'ús de l'usuari, gràcies a una bona formació, l'impacte energètic es veu reduït fins a nivells radicals envers una casa convencional per les facilitats que atorga la Casa TO com la reutilització dels recursos energètics i l'aprofitament dels propis a través de la seva arquitectura i sistemes instal·lats.

2.1. Passive House

El concepte de *'Passive House'* va sorgir als anys 80 a Alemanya per designar als habitatges on el seu consum era reduït en comparació als habitatges normals. La seva principal característica resideix en el tipus d'arquitectura bioclimàtica afavorint de manera directa a la seva eficiència energètica. Gràcies al bon aïllament tèrmic dels tancaments, a l'ús dels sistemes de climatització mitjançant estratègies energètiques aplicades pels habitants de la casa i la minimització de les pèrdues de ventilació, fa que una *'Passive House'*, redueixi la seva dependència de sistemes de climatització i refrigeració (4).

En l'arquitectura bioclimàtica, el que es busca és potenciar al màxim el seu disseny en funció de les condicions climàtiques d'acord amb la ubicació geogràfica de l'habitatge, reduint d'aquesta manera, l'impacte mediambiental que es generaria en un habitatge convencional a l'haver de consumir una certa quantitat d'energia -molt superior al d'una *'Passive House'*- per tenir un confort tèrmic i una bona il·luminació interior. Aquests punts bioclimàtics són aconseguits mitjançant tècniques d'orientació dels tancaments, la sèrie de materials que formen aquests tancaments per obtenir un coeficient de transferència de calor (U) el més ínfim possible, estudis dels vents dominants de la regió, integració d'energies renovables en els habitatges, ventilació creuada per la refrigeració de la casa generant corrents d'aire provinents de la diferència de temperatura i pressió entre dues estances, etc. (5)

Un dels grans problemes que presenta qualsevol classe de casa referent al confort dels usuaris, són els ponts tèrmics. Són zones de l'habitatge en l'envolupant d'un edifici en la qual la seva transmitància tèrmica és major que en les zones contigües per causa d'un canvi de material, per tant, la seva resistència tèrmica és menor, o per canvis en la geometria de l'envolupant. Vist que es trenca l'aïllament de l'envolupant de l'edifici en aquests punts, l'arquitectura bioclimàtica elimina qualsevol pont tèrmic que es pugui generar amb l'anomenada ruptura tèrmica. Consisteix a intercalar un mal conductor tèrmic entre la superfície exterior i la superfície interior. Els punts més conflictius de l'habitatge solen ser les portes i les finestres pel que s'ha dit anteriorment (6).

Entre tots els factors claus que hi ha, un que no es té en compte a priori però que determina de gran manera el bon funcionament d'una *'Passive House'*, és el comportament dels usuaris que hi resideixen. Per exemple, una cosa tan simple com la tria de vestimenta adequada en funció de l'estació de l'any permet la reducció de l'ús dels sistemes de calefacció o refrigeració. Un altre exemple seria l'aprofitament de la llum natural per reduir l'ús dels sistemes d'il·luminació a més a més de la retenció de la calor natural del Sol gràcies a l'arquitectura bioclimàtica.

Hi ha diferents requisits per considerar un habitatge com una *'Passive House'*, i aquests requisits han sigut estipulats per la *International 'Passive House' Association* (iPHA) i són els següents:

Taula 1. Requisits per la certificació *'Passive House'* de la iPHA (6)

Consum de calefacció	No superior a 15 kWh / m ² per any
Consum de refrigeració	Igual a la demanda de calor amb una quantitat addicional de deshumidificació que depèn del clima
Consum d'energia primària	No superior a 120 kWh / m ² per any per ús domèstic
Hermeticitat	Màxim de 0,6 canvis d'aire per hora a 50 Pa de pressió
Confort tèrmic	S'ha de complir per tots els espais de l'habitatge amb un 10 % de les hores com a molt amb una temperatura superior 25 °C

2.2. Near Zero Energy Building (nZEB)

Segons la Directiva Europea 2018/844/UE, la definició que li atribueix als nZEB és la següent: són edificis on el seu balanç energètic és pràcticament nul o en alguns casos és 0. Aquests tipus d'edificacions tenen una eficiència energètica molt elevada, i el seu consum prové majoritàriament de fonts d'energia renovable distribuïdes, és a dir, que es genera in situ o en una ubicació propera a l'emplaçament on es consumeix aquesta energia renovable (3).

El que pretén aquesta Directiva Europea és afavorir la transició energètica global, fent èmfasi en la mateixa transició en la construcció de nous nZEB a partir del 31 de desembre del 2018 per a qualsevol tipus d'edifici d'àmbit municipal/públic en la mateixa mesura pels edificis de caràcter privat a partir del 31 de desembre del 2020. Tot això, ve englobat pel principal objectiu de descarbonitzar el planeta reduint les emissions de CO₂ en un 20% per l'any 2020 en consonància amb el protocol de Kyoto (3).

Perquè un edifici sigui considerat com a un nZEB hi ha 3 criteris d'acord amb la ja esmentada Directiva Europea. El primer criteri és que la demanda d'energia ha de ser un 20% inferior a la d'un edifici convencional. El segon criteri és que el seu balanç energètic ha de ser inferior al del 20%, és a dir, que almenys el 80% de la demanda s'ha de suplir amb la generació d'energia renovable distribuïda. Finalment, l'últim criteri fa referència a la millora de les mesures de l'eficiència energètica d'una manera similar a les *'Passive House'*. Es té en consideració les condicions climàtiques, el confort tèrmic i la rendibilitat dels elements de l'envolupant i dels equips de climatització de l'edifici en qüestió (3).

Per aconseguir un bon disseny d'un nZEB, s'ha de reduir al màxim el consum tèrmic de la casa, és per això que el més recomanable és la implementació de bombes de calor a l'edificació però convertir part de demanda tèrmica en demanda elèctrica. Aquesta demanda pot ser suplerta pel grup generador fotovoltaic, complint d'aquesta manera la premissa de cobrir almenys el 80% del balanç energètic (7).

Certament, els nZEB van lligats a les *'Passive House'*, ja que les àrees d'actuació són bastant similars. Per un nZEB, s'ha d'actuar en l'orientació de les façanes i tancaments on es vulgui maximitzar la irradiació solar, les proteccions solars, la ventilació natural, la ventilació controlada i els materials de l'envolupant. Per aconseguir aquestes línies d'actuació, s'està parlant dels elements passius de l'edificació, on la seva funció principal és la de reduir al màxim possible la demanda energètica. Per acabar de complimentar el nZEB, s'implementaran les instal·lacions necessàries per acabar de cobrir la demanda energètica restant, és a dir, els elements actius del sistema.

Al ser bastant nou el concepte del nZEB, atès que l'espai europeu indica que s'hauria d'haver començat a construir/rehabilitar a finals del 2018 si és de caràcter públic, o finals del 2020 si és de

caràcter privat, manca realment una normativa que reguli de manera específica el seu disseny i construcció. En el marc europeu està la ja esmentada Directiva Europea 2018/844/UE que introdueix el concepte del nZEB. En el marc espanyol està reflectit de forma molt dèbil aquests conceptes en l'obsolet CTE en l'apartat DB-HE (Estalvi d'Energia), on els paràmetres constructius són iguals que per les noves promocions individuals o col·lectives.

2.3. Certificació *Leadership in Energy and Environment Design (LEED)*

La certificació *LEED* és un sistema de certificació d'edificació sostenible, feta per l'"US Green Building Council", implementada en l'any 1993. Són un seguit de normes i requisits que amb el seu compliment té com a resultat un edifici sostenible. El seu abast va des de noves edificacions, edificis rehabilitats i barris sencers (8).

Obtenir una certificació *LEED*, dona a entendre que la construcció o rehabilitació de l'edifici ha sigut feta d'acord amb als estàndards d'eco-eficiència i compleix totes les premisses de sostenibilitat. La seva certificació coopera de forma directa amb el medi ambient, la seva descarbonització i la lluita contra el Canvi Climàtic. Es reconeix l'ús d'estratègies sostenibles i eficients en els processos de construcció, incloent-hi amb gran importància l'eficiència energètica i l'ús sostenible de l'aigua, el confort tèrmic dels usuaris i la selecció dels materials adients per aconseguir aquest confort amb la premissa que siguin sempre materials que respectin el medi ambient (9).

Entrant en detall dins de la certificació *LEED*, hi ha 6 criteris bàsics i dos criteris addicionals que s'avaluen per determinar la concessió de la mateixa certificació. El funcionament és molt senzill, cada criteri bàsic se li assigna una quantitat de punts dins dels límits que estableix *US Green Building Council* i com a màxim es pot obtenir una puntuació de 100 punts. Els dos criteris addicionals poden arribar a aportar 10 punts extres entre els dos. Els 8 criteris s'exhibeixen a continuació (9):

1. **Ubicació i transport:** la seva finalitat és la de reduir la distància dels desplaçaments dels vehicles i promoció de l'activitat física com a mètode de desplaçament. La puntuació màxima per aquest criteri és de 16 punts.
2. **Emplaçament sostenible:** defineix els criteris d'emplaçament correctes, revitalització de terrenys subtilitzats o abandonats, proximitat al transport públic, protecció o restauració de l'hàbitat i control adequat de les pluges del terreny seleccionat. La puntuació màxima per aquest criteri és de 10 punts.
3. **Ús eficient de l'aigua:** incentiva a utilitzar el recurs de l'aigua de la manera més eficient possible com per exemple la reducció de l'aigua de reg entre d'altres. La puntuació màxima per aquest criteri és de 10 punts.
4. **Energia i atmosfera:** s'ha de complir els requeriments mínims dels Standard ASHRAE 90.1-2007 per un ús eficient de l'energia que s'utilitza. S'ha de demostrar que hi ha un estalvi energètic expressat en % que compregui un valor entre 12% i 48% en comparació a un

edifici estàndard. En l'Standard ASHRAE 90.1-2007 hi ha els valors de referència per cada tipus d'instal·lació de climatització, valors per les envoltants, etc. La puntuació màxima per aquest criteri és de 35 punts, sent aquest el més rellevant de tots.

5. **Materials i recursos:** determina els paràmetres de la selecció de materials per considerar un edifici com a sostenible. Si els materials són de la regió, reciclats... s'aconsegueix una bonificació extra en la puntuació. La puntuació màxima per aquest criteri és de 14 punts.
6. **Qualitat de l'ambient interior:** dictamina els paràmetres que proporcionen un confort tèrmic i acústic, ventilació adequada i bons nivells d'il·luminació per l'usuari. La puntuació màxima per aquest criteri és de 15 punts.
7. **Innovació en el disseny:** es premia l'originalitat de l'àmbit visual de l'edifici i les millores que no estan contemplades en la certificació *LEED*. Es dona protagonisme a tots els recursos eco-eficients. La puntuació màxima per aquest criteri addicional és de 6 punts.
8. **Prioritat regional:** En funció de la zona on s'estableix el projecte la puntuació varia. La puntuació màxima per aquest criteri addicional és de 4 punts.

Un cop comprovat cada criteri en funció de la puntuació obtinguda, s'atorga un tipus de certificació *LEED* diferents. Si la puntuació està entre els valors de 40 – 49 punts s'obté la '*LEED Certified*', sent aquesta la '*LEED Silver*'. Mínima per aprovar la certificació. Si la puntuació està entre els valors de 50 – 59 punts s'obté la Si la puntuació està entre els valors de 60 – 79 punts s'obté la '*LEED Gold*'. Finalment, si la puntuació està entre els valors de 80 o més punts s'obté la '*LEED Platinum*'.

Els beneficis que atorga un certificat *LEED* són molt variats, entre els quals es poden trobar una millor conservació de l'aigua i l'energia. Costos operatius menors alhora que el valor de l'immoble augmenta. Reducció de residus que s'envien als abocadors. Reducció d'emissions de gasos nocius a l'atmosfera. Els propietaris poden beneficiar-se de desgravacions fiscals al tenir una edificació amb certificació *LEED*. I, a escala personal de l'usuari, demostra una bona conscienciació amb el medi ambient (8).

2.4. Certificació Verde

El nom de VERDE és un acrònim que significa Valoració d'Eficiència de Referència d'Edificis. Aquesta certificació va ser creada pel "*Green Building Council España*" (GBCE), i té com a objectiu principal dotar una metodologia d'avaluació de la sostenibilitat de les edificacions amb relació a una sèrie de paràmetres. Hi ha diferents eines a l'abast de qualsevol usuari que permeten certificar de manera no oficial en cas de no tenir aprovada la formació desenvolupada pel GBCE anomenada EA VERDE que t'acredita com a certificador VERDE (10).

- '*VERDE Ω Residencial*': serveix per certificar noves edificacions, rehabilitacions, i edificis existents dedicats a l'ús residencial, unifamiliar i urbanitzacions.

- ‘VERDE Ω Equipamiento’: serveix per certificar els edificis de nova edificació, rehabilitació i edificis existents dedicats a oficines, equipaments, comercial, edificis docents, etc.
- ‘VERDE Du Polígonos’: serveix per als parcs logístics de nova construcció.

A l’hora de seguir la metodologia establerta pel GBCE, els paràmetres on actua són similars als de les altres certificacions ja esmentades en aquest projecte. S’avalua la ubicació de l’edifici objecte d’estudi, la qualitat ambiental interior -on es mira l’aire, la llum, el soroll i el confort-, la gestió dels recursos, sent aquests, aigua, energia i materials constructius, la integració social, fent referència a l’accessibilitat, comunicació, entre d’altres, la qualitat tècnica de l’edifici, on es mira el monitoratge, la documentació i el manteniment, i la innovació en el disseny. A continuació s’adjunta una imatge provinent de la pàgina web del GBCE on es resumeixen les àrees d’actuació d’una manera més gràfica.



Figura 1. Esquemes àrees d’actuació certificació VERDE (10)

Un cop feta la certificació, hi ha 6 nivells que quantifiquen els resultats de manera gràfica. La iconografia representa un arbre amb més o menys fulles en funció de la positivitat dels resultats (11):

- **0 fulles:** l’impacte mediambiental evitat és de 0 a 0,5 vegades.
- **1 fulla:** l’impacte mediambiental evitat és de 0,5 a 1,5 vegades.
- **2 fulles:** l’impacte mediambiental evitat és d’1,5 a 2,5 vegades.

- **3 fulles:** l'impacte mediambiental evitat és de 2,5 a 3,5 vegades.
- **4 fulles:** l'impacte mediambiental evitat és de 3,5 a 4,5 vegades.
- **5 fulles:** l'impacte mediambiental evitat és de 4,5 a 5 vegades.

En cas d'obtenir una qualificació de 0 fulles significa que l'edificació compleix la normativa europea i espanyola però no contribueix en els aspectes mediambientals i socioeconòmics. En el cas advers, implica que l'edificació incorpora la tecnologia més moderna a un preu raonable evitant un gran impacte mediambiental (11)

Els principals beneficis que comporten certificar una edificació amb VERDE són el de contribuir al món de la sostenibilitat i al medi-ambient reduint emissions de CO₂ i altres gasos nocius, millores del confort dels usuaris, contribuir a la transició energètica, revalorar el valor de l'edifici, etc.

2.5. Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC)

Aquest tipus de procediment té una gran rellevància en l'àmbit estatal ja que la seva implementació envolta totes les actualitzacions del CTE en l'àmbit de l'estalvi energètic. Per consegüent, dona un seguit de pautes per certificar o verificar un edifici i poder fer-ho de la manera legítima, és a dir, l'edifici complirà amb els requisits d'eficiència energètica establerts pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme.

El mateix procediment HULC està dividit en dos programes que solien estar per separat, sent els següents:

- **Lider:** és la part que té com a funció principal el càlcul de la demanda energètica que representen els sistemes de refrigeració i calefacció de l'edifici objecte d'estudi., és a dir, avalua les necessitats energètiques de l'envolupant. Segueix les premisses de verificació del CTE DB-HE1 (12).
- **Calener:** és la part que té com a principal objectiu treballar amb les instal·lacions tèrmiques i el càlcul de les mateixes instal·lacions. Segueix les premisses de verificació del CTE DB-HE0 (12).

Malgrat que aquest software té algunes limitacions, a raó de la seva implementació només permet verificar alguns apartats del CTE DB-HE. Si es vol verificar qualsevol altra secció que de les que no estan en la següent llista, s'ha d'implementar algun altre tipus de procediment. A continuació, es mostra la llista de les seccions que es poden verificar mitjançant HULC (13):

- 3.1 i 3.2 de la secció HE0

- 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 i 3.1.3.3 de la secció HE1
- 3.1 de la secció HE4
- 3.1 de la secció HE5

Tanmateix, hi ha un seguit addicional d'aplicacions que permeten verificar altres seccions en funció de l'edifici objecte d'estudi:

1. Per edificis residencials privats es pot verificar l'apartat 2.2.1 del DB-HE0
2. Per edificis existents d'altres usos es pot verificar l'apartat 2.2.2 del DB-HE0
3. Per la limitació de la demanda energètica d'edificis d'ús residencial privat es pot verificar l'apartat 2.2.1.1.1 del DB-HE1
4. Per la limitació de la demanda energètica d'edificis d'altres usos permet verificar l'apartat 2.2.1.1.2 del DB-HE1
5. Per la limitació de la demanda energètica quan es canvia l'ús de construcció o no es renovi més del 25 % de l'envolupant tèrmica final dels edificis existents es pot verificar l'apartat 2.2.1.1.1 del DB-HE1

2.6. CE3X

El CE3X, és un software de certificació energètica proporcionat pel Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Democràtic on es poden certificar edificacions d'habitatges unifamiliars, habitatges en bloc, habitatges individuals que pertanyen a edificis en bloc, i edificis terciaris (14).

La finalitat d'aplicar el procediment de certificació energètica, és el d'obtenir l'etiqueta d'eficiència energètica. L'etiqueta està classificada de forma esglaonada en funció de la qualificació obtinguda. Hi ha 7 nivells els quals van des de la lletra A com a qualificació superior, fins a la lletra G com a qualificació inferior. El grau de les lletres denota l'eficiència energètica de l'edificació objecte d'estudi (15).

Un dels grans avantatges que presenta el CE3X, és l'apartat de millores d'eficiència energètica. Un cop s'ha finalitzat la modelització de l'edificació, automàticament et presenta un estudi amb les possibles millores per millorar l'eficiència energètica i per consegüent, la qualificació de l'etiqueta. Addicionalment, presenta l'opció de quantificar les propostes de millora a implementar de manera econòmica.

El CE3X és un software estès al panorama nacional però el programa presenta certes limitacions, ja que la normativa més recent que permet implementar és la del CTE 2013 estant totalment obsoleta comparada amb la normativa actual, tot i que la normativa actual també ho és.

Altrament, és un bon programa per avaluar l'envolupant de l'edifici i tenir una idea aproximada de l'eficiència energètica de l'edificació objecte d'estudi.

3. Casa TO

En els següents apartats del projecte es presenten els diferents àmbits que permeten definir la Casa TO a fi de tenir una visió més concisa sobretot estructuralment, amb la finalitat de facilitar l'estudi de viabilitat energètica de la mateixa casa com pot ser la pròpia arquitectura l'arquitectura, els sistemes de climatització, i la captació solar entre d'altres.



Figura 2. Casa TO (2)

3.1. Emplaçament

La Casa TO com ja s'ha esmentat anteriorment, prové del concurs *Solar Decathlon 2019*, on es va proposar la implantació del prototip a la UPC Campus Diagonal-Besòs, concretament en l'Avinguda Eduard Maristany, a la ciutat de Barcelona. El prototip està ubicat en el parc del campus que hi ha entre l'edifici de docència A del campus i els edificis de recerca i investigació B i C. Les coordenades de la Casa TO són 41.415303° , 2.222989° .

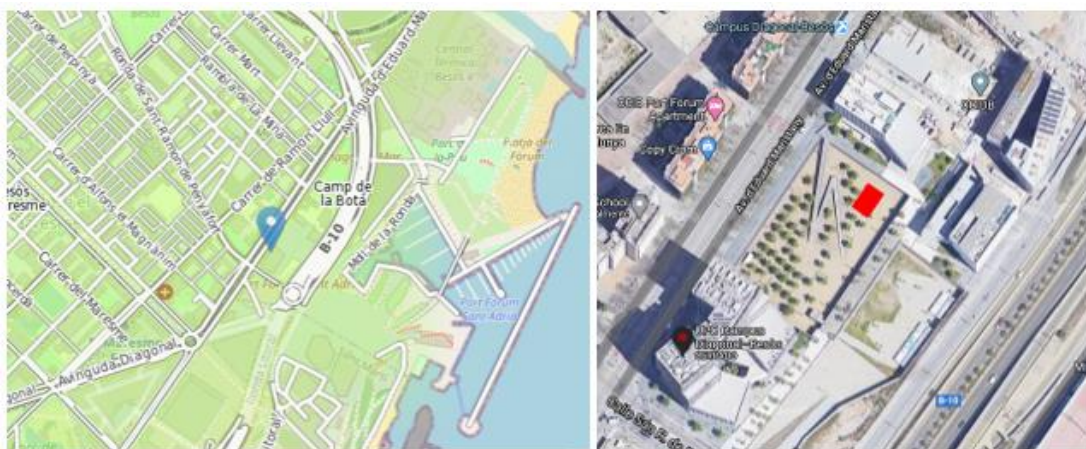


Figura 3. Ubicació Casa TO (16)(17)

En la imatge de l'esquerra es pot apreciar la ubicació en el context de la ciutat de Barcelona, i en la imatge de la dreta es pot apreciar la ubicació exacta de la Casa TO via satèl·lit, ressaltada amb un rectangle vermell. És crucial saber les coordenades de l'emplaçament de l'habitatge, atès que en l'apartat de les propostes de millora, una de les que es considera per implementar és la utilització d'un sistema d'emmagatzematge d'energia, per tant és necessari poder quantificar el recurs solar per poder dimensionar-lo de manera òptima.

3.2. Cultura energètica

El concepte de la rellevància que posseïx l'usuari en la Casa TO s'ha introduït breument en punts anteriors del projecte. Té un paper decisiu a l'hora de gestionar el consum per realment aconseguir un habitatge on el seu balanç energètic sigui nul o pràcticament nul gràcies a una bona conscienciació ciutadana, una bona cultura energètica i les facilitats que aporta la Casa TO.



Figura 4. Esquema circular de la cultura energètica (18)

Com es pot apreciar en la figura 4, el concepte de cultura energètica recull la caracterització de l'usuari per tal de sistematitzar els possibles perfils amb la finalitat d'aconseguir la reducció de consum energètic. Aquest concepte està englobat en 4 diferents àmbits (18).

- **Pràctiques energètiques:** accions d'una certa periodicitat que impliquen l'ús de l'energia com a vector de funcionament.
- **Cultura material:** béns materials que tenen com a objectiu l'ús del vector energètic.
- **Normes socials:** idea preconcebuda del que s'espera del comportament de l'usuari respecte les seves pràctiques energètiques i la cultura material.
- **Factors externs:** accions de caràcter extern que tenen potencial per influir en els altres tres aspectes que conformen la cultura energètica.

En termes generals, l'impacte energètic o la mateixa cultura energètica de l'usuari es pot dividir en 3 grans blocs. El primer bloc és el del confort del propi usuari, que en aquest cas és dinàmic. El prototip de l'habitatge demostra diferents maneres lògiques d'habitar l'espai per trobar el confort sense haver de recórrer als sistemes de climatització, o almenys reduir el seu ús. Aquest confort està afermat en l'arquitectura bioclimàtica de l'habitatge, on l'orientació de les façanes nord i sud

juntament amb els materials constructius i filtres, juguen amb un rol capital. En addició, la portabilitat dels electrodomèstics com poden ser el forn, la vitroceràmica, etc., fontaneria com poden ser la pica o la dutxa, té com a conseqüència directa l'aprofitament dels espais de la llar en funció a l'estació anual en la qual estigui.

El segon bloc tracta sobre la reutilització de les aigües residuals. Es tanca el cicle de l'aigua dins de l'habitatge, vist que l'aigua residual es converteix en un recurs a utilitzar. La Casa TO compta amb un sistema de recollida d'aigües pluvials i una connexió d'aigua amb la xarxa pública.

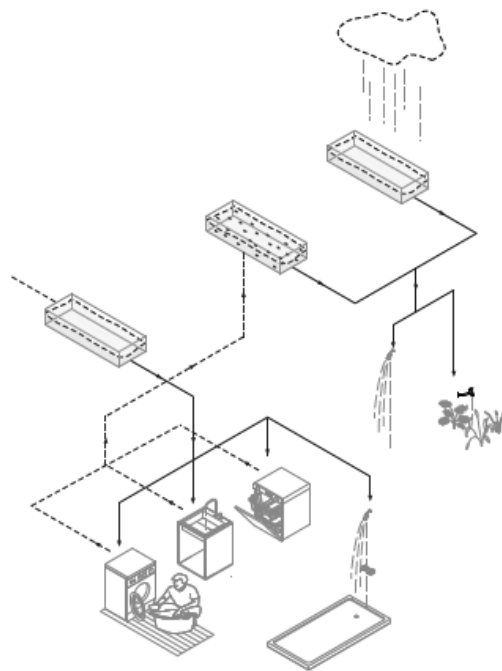


Figura 5. Sistema de reutilització d'aigües Casa TO (18)

L'aigua és dipositada en el mur est com es pot apreciar en la figura 5 del següent punt del projecte. L'aigua dipositada està separada en 3 tipus d'aigües, l'aigua potable provinent de la xarxa pública, l'aigua de la pluja, i la denominada aigua grisa provinent del rentament de mans i de l'aigua de la dutxa. L'habitatge ofereix la possibilitat de seleccionar quin tipus d'aigua es vol fer servir segons la finalitat de l'ús de l'aigua. A més a més, la mateixa fontaneria com la dutxa o la pica, incorporen un sistema de bombeig on l'aigua un cop entra pel clavegueram, s'emmagatzema en petits dipòsits per ser reutilitzada en una altra utilitat on no es necessiti una aigua tan neta. Aquí es veu la gran importància de la cultura energètica de l'usuari, on simplement amb unes bones dades monitorades i unes bones estratègies, es pot reduir el consum d'aigua diari de la xarxa pública fins a un 50 % segons els arquitectes estudiants de la Casa TO (18).

El tercer gran bloc, que està relacionat directament amb el segon, és el de la transformació de la matèria orgànica en un recurs valuós. Amb una bona separació dels residus en plàstic, paper, vidre,

restes de menjar, etcètera, i una bona gestió dels residus passen a ser un potencial recurs si s'agrupen de la manera correcta, ja que dona pas a la creació de compost per l'hort de la Casa TO.

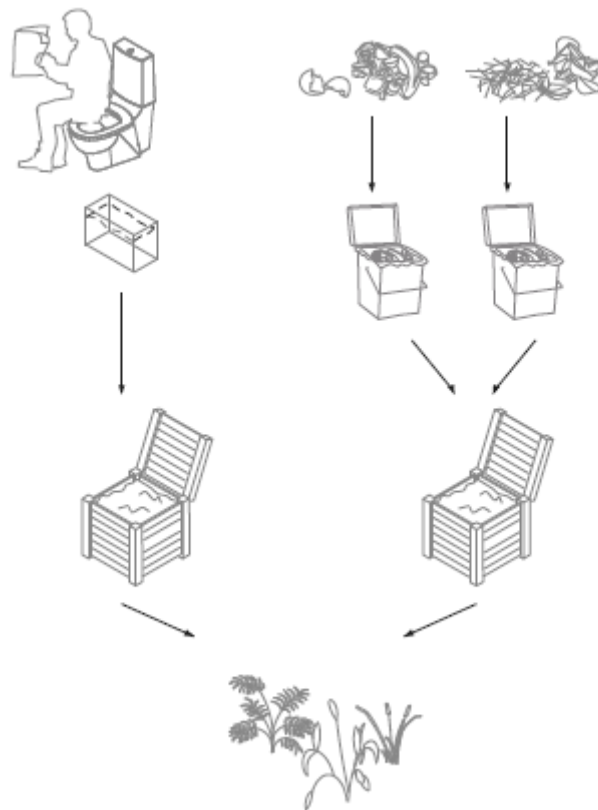


Figura 6. Esquema de potenciació matèria orgànica Casa TO (18)

On realment estan lligats el segon bloc de la reutilització d'aigües i el bloc de la transformació de la matèria orgànica com a recurs, és en el canvi d'un vàter convencional per la instal·lació d'un vàter sec. Implica una reducció del consum d'aigua diari del 30 % conjuntament amb la transformació de les deposicions en compost per nodrir els horts de l'habitatge. A conseqüència d'aquesta cultura energètica, es passa d'un simple estalvi d'aigua a la generació de compost perquè l'usuari generi el seu propi menjar.

3.3. Estratègies energètiques

L'actual apartat de la memòria està dedicat a l'explicació de les diferents estratègies energètiques en l'àmbit bioclimàtic i les estratègies energètiques passives de la Casa TO. Es tenen en compte les estratègies que es poden aplicar a escala d'usuari d'alguna manera, a força d'estar englobades de manera superficial en el punt anterior de la cultura energètica i gran part de les següents estratègies sense un bon ús per part de l'usuari no arriben a explotar tot el seu potencial, perdent d'aquesta manera un dels punts forts de la casa.

3.3.1. Glazing

La primera estratègia de la qual es parla és la del *'Glazing'*. La idea principal és la de donar una sensació de tenir un espai obert mantenint el confort tèrmic de la casa. És per això que les façanes nord-oest i sud-est de la casa són cristalleres (d'aquí ve el concepte de *'Glazing'*). La façana sud-est, ja que té tantes cristalleres, a l'hivern es produeix un guany tèrmic rellevant que redueix de manera directa l'ús dels sistemes de climatització.

Altrament, la façana nord-oest, és el punt de la casa amb més ponts tèrmics, és a dir, la part per on es perd més calor. Per contrarestar aquest efecte, es van incloure unes cortines per mitigar en la mesura del possible les pèrdues tèrmiques sense haver de sobre utilitzar els sistemes de climatització (19).

3.3.2. Space planning

La importància d'aquesta estratègia és la de reduir l'ús dels sistemes actius i passius de la climatització. Bàsicament, el que recolza aquesta estratègia és l'emplaçament del terra radiant. Això és degut a la distribució dels jocs de plaques que estan ubicats en l'estança central de l'habitatge. Es prioritza la climatització de l'espai central, atès que per pèrdues tèrmiques en forma de convecció i conducció s'escalfen les estances perifèriques de la casa en menor mesura però evitant el sobre ús dels sistemes de climatització (19).

3.3.3. Daylight

La següent estratègia tracta sobre l'aprofitament de la llum natural per reduir la utilització de l'enllumenat de la casa que també comporta el guany tèrmic per la utilització d'aquesta. Això s'aconsegueix gràcies al *'Glazing'* de les façanes nord-oest i sud-est com s'ha dit en el punt 3.3.1 (19).

El *Daylight* presenta un gran inconvenient, que és el de la gran radiació solar que entra a la casa. És per aquest motiu, que l'habitatge incorpora un porxo per reduir la radiació solar entrant la justa per no desequilibrar el confort tèrmic de la casa. Addicionalment, hi ha unes persianes regulables per controlar la llum natural entrant (19).

3.3.4. Passive heating strategies

En les estratègies passives de la calefacció de la Casa TO, es contempen tres grans blocs, dels quals 1 ja ha sigut comentat que és el *'Glazing'* pel guany tèrmic que produeix. El segon bloc són els aparells que contenen elements constructius per ajudar a mantenir el confort tèrmic, ja que per exemple el terra que hi ha d'1,5 cm de gruix no és suficientment aïllant per a mantenir el confort tèrmic. Finalment, l'últim bloc són els usuaris de la casa, que amb el seu ús dels sistemes de

climatització i l'ús d'altres estratègies aporten de manera significativa a la reducció d'elements consumidors (19).

3.3.5. Passive Cooling strategies

Les estratègies de refrigeració són crucials pel funcionament òptim de la Casa TO. Hi ha diferents estratègies que ajuden a refrigerar l'habitatge com pot ser la ventilació natural o la ventilació nocturna. Aquestes dues estratègies són de gran importància en els períodes estivals on hi ha una gran concentració de radiació solar en l'ambient o per l'escalfament del terra radiant, vist que dissipa la calor generada excedent al final del dia. També es tenen en compte estratègies constructives com poden ser les cortines desplegable de la casa per reduir la radiació solar entrant en les estances (19).

3.3.6. Emmagatzematge d'energia tèrmica

L'emmagatzematge d'energia tèrmica, està concebut com si la casa fos una espècie d'hivernacle, on la temperatura interior es va autoregulant mitjançant els sistemes actius de climatització, o els elements constructius que retenen la calor. Els inconvenients d'aquest emmagatzemament d'energia tèrmica és que a les èpoques caloroses si no es fa una ventilació correcta, pot portar diversos problemes als habitants de la casa (19).

3.3.7. Ventilació

La ventilació, com s'ha anat observant en les altres estratègies està molt relacionada i implicada a causa del seu gran abast. Té dos principals funcions, on es busca el confort tèrmic dels habitants i l'òptim funcionament dels altres sistemes actius i passius per la refrigeració d'aquests i de les estances. La ventilació es pot fer de manera natural o de manera mecànica

Per una banda, es té la ventilació natural, que es duu a terme de forma creuada en els períodes calorosos gràcies a la gran superfície de '*Glazing*' que hi ha, reduint la calor interior de la casa. Està basada en els vents dominants (19).

Per l'altra banda està la ventilació mecànica, on intervenen alguns elements actius del sistema de climatització en les èpoques de calefactar l'habitatge. Entra en joc el recuperador de calor per minimitzar l'energia requerida en la casa a la vegada que ofereix una regulació dels nivells de CO₂ de totes les estances (19).

Seguidament es deixa la figura 7 que resumeix com funcionen els fluxos de ventilació tan naturals per l'apertura de la superfície del '*Glazing*' com per la utilització dels sistemes de climatització:

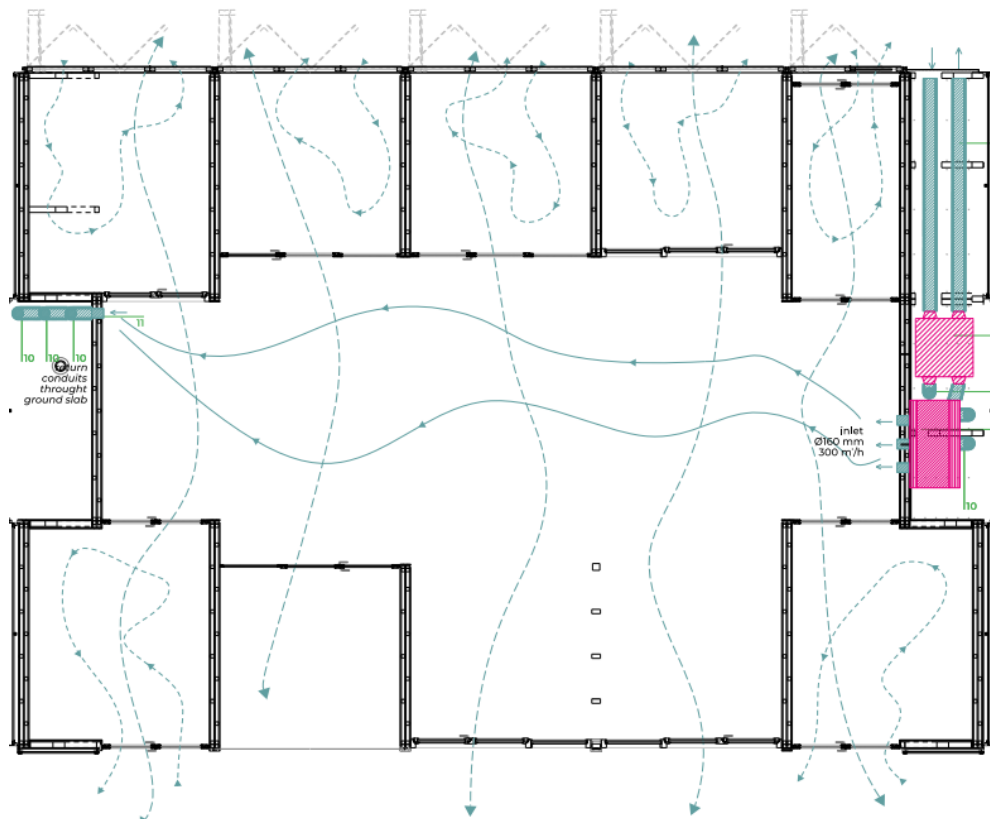


Figura 7. Ventilacions de la Casa TO (20)

Els fluxos naturals de ventilació van des de la façana nord-oest fins a la sud-est i viceversa des de la façana sud-oest fins a la nord-est els fluxos de ventilació mecànics.

3.4. Arquitectura

L'objectiu que té aquest apartat és exhibir diferents conceptes relacionats amb l'arquitectura de la Casa TO. Tots els conceptes de l'arquitectura bioclimàtica i les estratègies energètiques de la casa estan englobats en els següents punts. Es tracten els filtres que conté l'habitatge, l'estructura general de la casa i els materials constructius amb les seves característiques pertinents.

Posteriorment, s'afegeix una figura de la planta de la Casa TO per tenir una referència visual de l'organització dels tancaments, finestres i la mateixa disposició de les estances. Encara que aquesta disposició amb la permissió de la mobilitat dels elements pot variar a gust dels habitants.

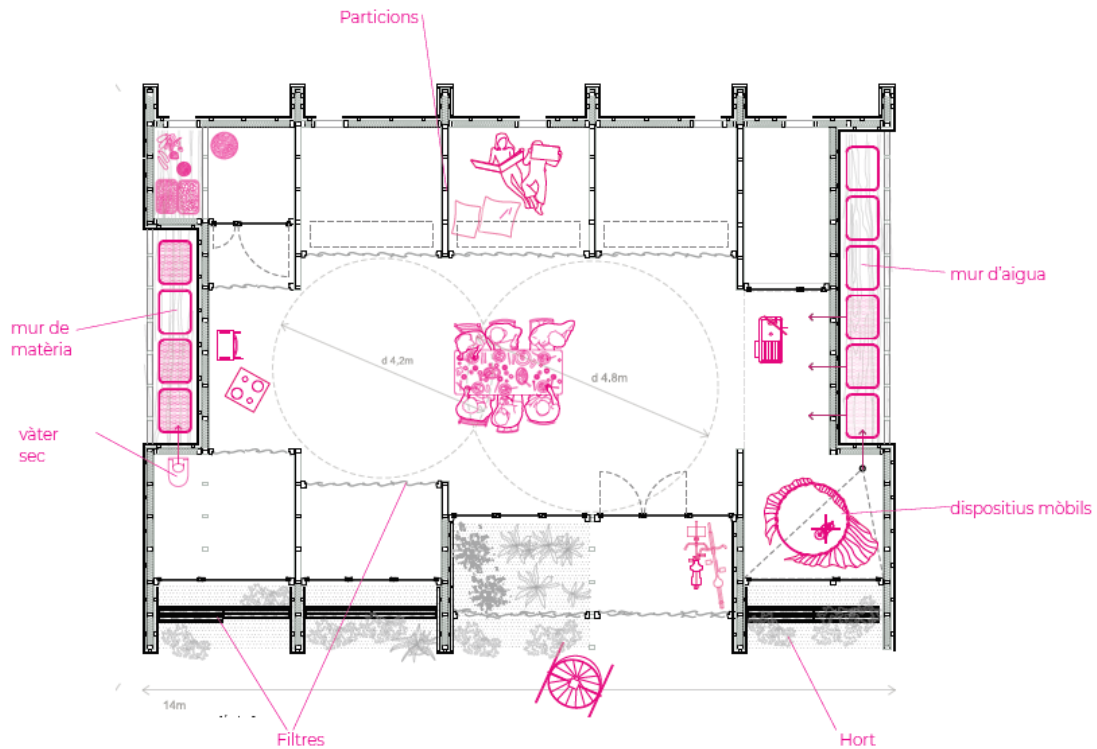


Figura 8. Planta Casa TO (18)

3.4.1. Filtres

Un dels punts forts de la Casa TO són les estratègies passives per mantenir el confort tèrmic de l'habitatge i la reducció del consum elèctric. Això es pot aconseguir gràcies a la bona educació que rebin els habitants sobre com gestionar els dispositius o gràcies als elements constructius i la seva manipulació. És crucial remarcar que la roba que utilitzen els habitants de la Casa TO és crucial també per la ja esmentada reducció del consum elèctric i tèrmic de la casa.

Dins dels sistemes passius, en l'àmbit arquitectònic els que destaquen en bona part són els filtres que té l'habitatge per gestionar els fluxos de ventilació, per gestionar la temperatura interior de la casa, gestionar la llum natural que entra, etc.

Els filtres que s'utilitzen en la Casa TO es presenten en la figura 9 en una línia que va des dels filtres exteriors als més interiors, per bé que la disposició no és en aquesta línia recta sinó que estan repartits amb relació a les estances de la casa.

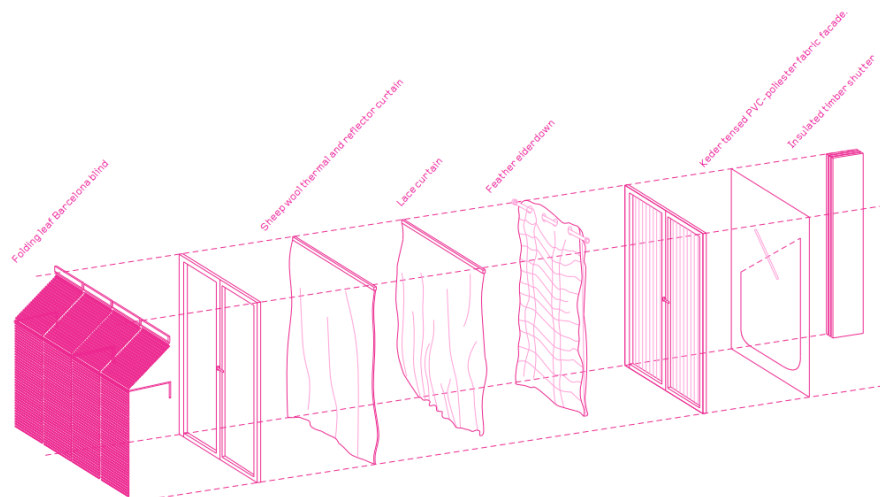


Figura 9. Esquema dels filtres de la Casa TO (19)

Es tenen 8 tipus de filtres, els quals 5 d'ells seran explicats en els punts següents de la memòria. Els altres tres simbolitzen les cristalleres de la façana sud-est, les portes interiors de la casa, i una persiana aïllada de fusta en la cara nord-oest.

La disposició dels filtres per la Casa TO es poden apreciar en la figura 10:

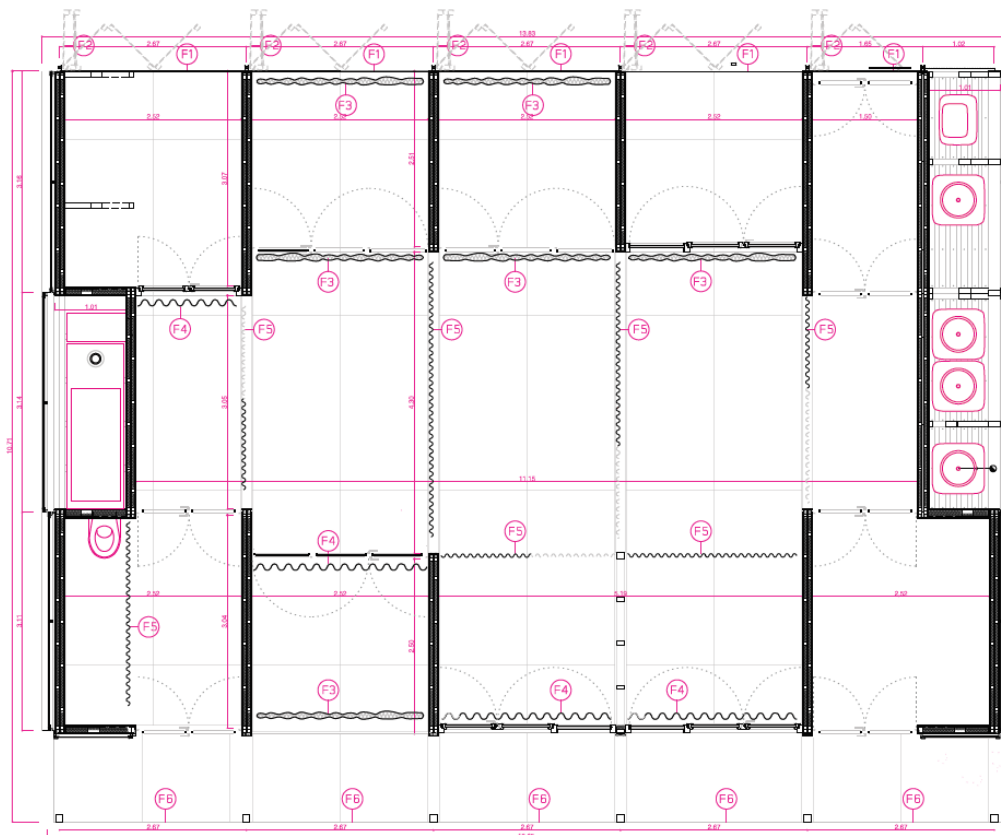


Figura 10. Disposició dels filtres de la Casa TO (19)

On:

- **F1:** *'Keder tensed PVC – Poliester fabric facade'*
- **F2:** *'Insulated timber shutter'*
- **F3:** *'Feather Eiderdown'*
- **F4:** *'Sheep wool thermal and reflection curtain'*
- **F5:** *'Lace curtain'*
- **F6:** *'Folding Leaf Barcelona Blind'*

En les dues següents figures, es pot apreciar quin és l'ús òptim dels filtres de la casa per mantenir el confort tèrmic acord a l'estació de l'any.

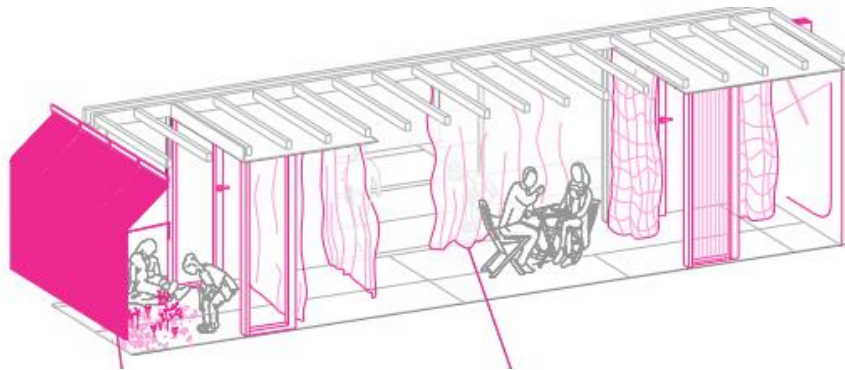


Figura 11. Disposició dels filtres en un dia d'estiu (19)

Si correspon a un període estival -considerant els dies calorosos de primavera, estiu i tardor-, els filtres interiors de la casa han de romandre recollits per maximitzar l'efecte de refrigeració de la casa per la ventilació natural, exceptuant el filtre exterior de la persiana desplegable que protegeix de la radiació solar incident. La part nord de la casa en els dies calorosos esdevé la més còmoda i confortable per realitzar qualsevol activitat d'ús quotidià (19).

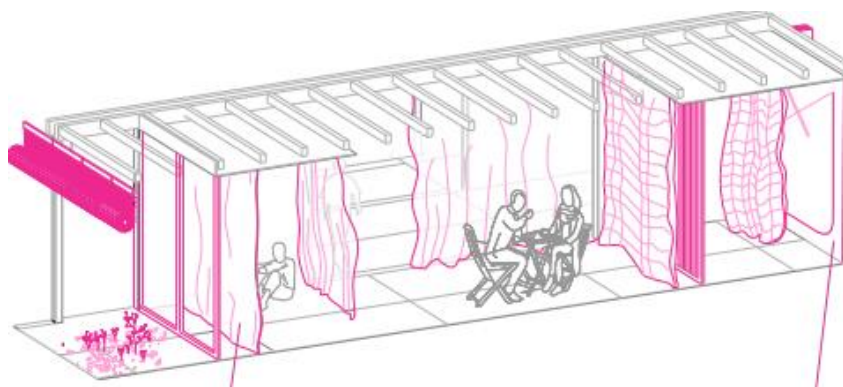


Figura 12. Disposició dels filtres en un dia d'hivern (19)

En cas d'un període hivernal -considerant els dies freds d'hivern, primavera i tardor-, els filtres interiors de la casa han de romandre estesos per mantenir la temperatura interior de la casa a excepció de la persiana desplegable que ha d'estar recollida per maximitzar el guany tèrmic per la

radiació solar incident que entra per les cristalleres. La part més còmoda i confortable esdevé la sud de la casa (19).

3.4.1.1. Folding Leaf Barcelona Blind

El filtre de la capa exterior, correspon a les persianes desplegable anomenades '*Folding Leaf Barcelona Blind*'. El principal motiu de la seva inclusió, és per la protecció solar que ofereix a la casa, ja que regula l'entrada de llum natural a la vegada que regula en certa manera la radiació solar incident per controlar el confort tèrmic (19).

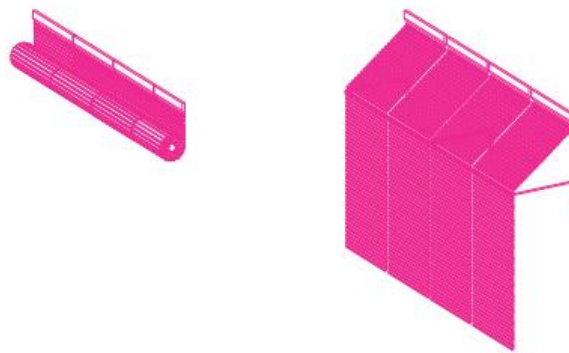


Figura 13. Folding Leaf Barcelona Blind (19)

En la figura 13 es pot apreciar la persiana recollida i estesa en funció de les necessitats tèrmiques i lumíniques de l'habitatge.

3.4.1.2. Sheep Wool Façade Thermal and Reflector Curtain

El següent filtre que es troba en la disposició és el conjunt de capes format per una cortina reflectora i una aïllant a l'interior d'aquesta. Segons l'estació de l'any que sigui, si es correspon a una calorosa, la part reflectora evita l'entrada de radiació solar a la casa. En una estació hivernal, el que es fa és revertir les capes de la cortina per mantenir la calor generada pels sistemes actius de climatització (19).

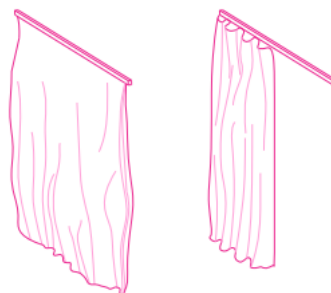


Figura 14. Sheep Wool Façade Thermal and Reflector Curtain (19)

En la figura superior es pot apreciar la cortina estesa i recollida en funció de les necessitats tèrmiques de l'habitatge.

3.4.1.3. Lace Curtains

El quart filtre de la Casa TO, són les cortines freqüents que hi pot haver a qualsevol casa. Són semitransparents i mòbils. Redueixen la quantitat de llum natural en certa manera, donen privacitat als habitants i pel seu material tèxtil afavoreix la ventilació i transpiració de l'estança on estigui col·locada.

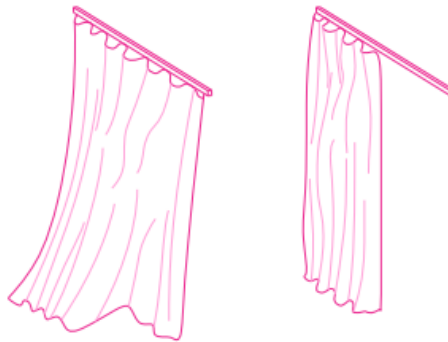


Figura 15. Lace curtains (19)

En la figura 15 es pot apreciar la cortina tèxtil estesa i recollida en funció de les necessitats tèrmiques i lumíniques de l'habitatge a la vegada que els requeriments de l'activitat de l'usuari.

3.4.1.4. Feather Eiderdown

El tercer filtra que es troba en la Casa TO, són uns edredons amb orientació vertical els quals estan farcits de plomes per mantenir la calor a l'interior de qualsevol estança de l'habitatge. El seu ús està més enfocat a les estacions fredes.

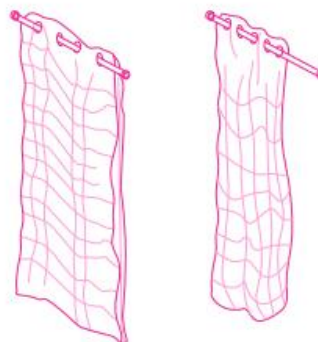


Figura 16. Feather Eiderdown (19)

En la figura 16 es pot apreciar l'edredó estès i recollit en funció de les necessitats tèrmiques de l'habitatge.

3.4.1.5. Keder Tensed PVC – Polièster Fabric Facade

Finalment, es té l'últim filtre el qual actua com a façana que prevé de l'entrada d'aigua i vent dins de l'estança on estigui col·locada. El material pel qual està format és PVC i polièster, i té una cremallera que permet obrir o tancar en funció dels requeriments de l'habitant (19).

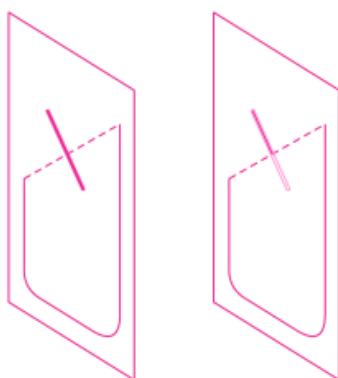


Figura 17. Keder Tensed PVC - Polièster Fabric Facade (19)

En la figura 17 es pot apreciar la façana de PVC i polièster oberta i tancada per la cremallera en funció dels requeriments de l'usuari.

3.4.2. Estructura general

L'apartat de l'estructura general està dedicat a l'explicació dels diferents nivells arquitectònics de la Casa TO. Es divideix en 4 nivells, que simbolitzen els fonaments de la casa, el terra, els tancaments, i el sostre.

En les dos gran parets, estan instal·lats els equipaments del tractament d'aigües, i els del tractament de residus. La façana oest conté els recursos i emmagatzematge, i la façana est s'encarrega d'estabilitzar els elements de l'estructura. Aquests murs estan reforçats amb puntals de fusta per suportar totes les càrregues horitzontals.

En l'estança central, es juga amb el recurs arquitectònic de l'espai obert. És un espai de 54 m² aprox. que per garantir la seva estabilitat s'incorporen 4 files de parets transversals que delimiten les altres estances amb una separació de 2,66 m entre elles. També, per acabar de suportar les càrregues estructurals, l'estança central disposa de 4 bigues de 5 m de llarg. A més a més de garantir l'estabilitat de l'estança central, tenen la funció d'albergar els filtres interiors de l'habitatge mostrats en el punt anterior (19).

3.4.2.1. Fonaments

La cimentació de la Casa TO està formada per 48 peus metàl·lics que suporten totes les càrregues constructives de la casa. Per sobre dels peus metàl·lics, hi ha làmina de barres de fusta de 30x30cm que aporten 15 cm extra a l'altura de la cimentació. La seva funcionalitat és la de distribuir les càrregues de totes les capes superiors (19).

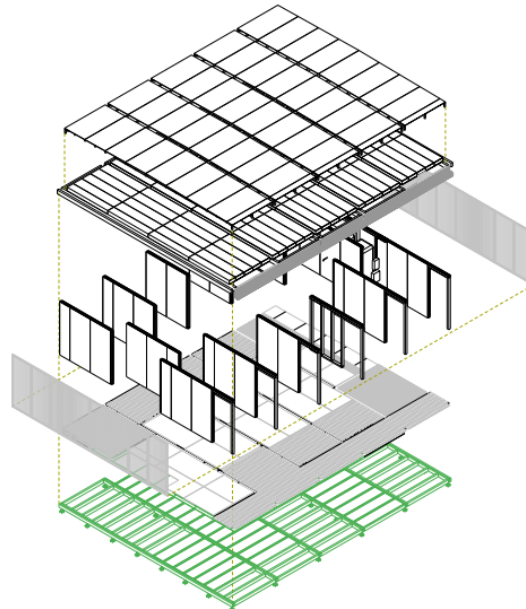


Figura 18. Fonaments de la Casa TO (19)

3.4.2.2. Terra

El terra de la Casa TO, s'ajusta perfectament amb els peus metàl·lics i la làmina de barres de fusta. Està recoberta de l'aïllant tèrmic que cobreix tota l'extensió de l'habitatge. Hi ha 3 diferents tipus de terres en funció de l'emplaçament dins de la casa.

El primer terra que es presenta és el que està ubicat a l'estança central. És l'únic dels 3 que té un sistema de climatització actiu, ja que té implementat un terra radiant de 4 jocs de bobines independents exposat més endavant en aquesta memòria. Òbviament, al tenir un sistema actiu de climatització ha de tenir una transmitància òptima per la transferència de calor (19). El material que hi ha muntat i que mostra una bona transmitància, són els llistons de fusta cimentats, que estan composts per fibra de fusta de pi sec i ciment reutilitzats en consonància amb les directrius d'utilitzar materials reutilitzats i sostenibles per reduir l'impacte mediambiental.

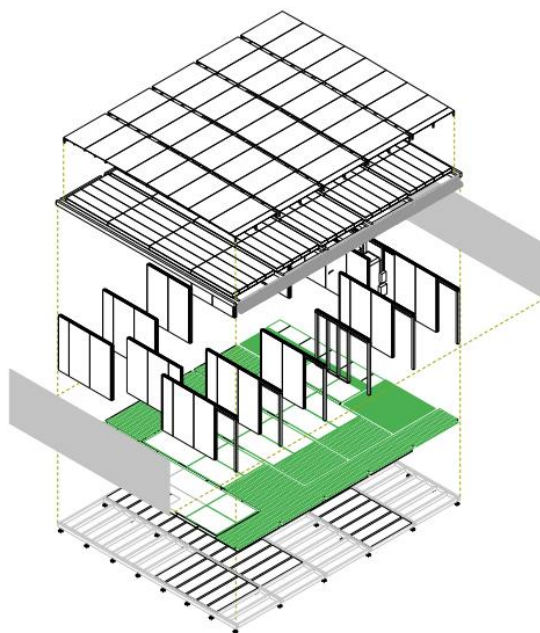


Figura 19. Terra de la Casa TO (19)

El segon terra de la Casa TO és el que està ubicat justament en les façanes nord i sud, on la seva funció principal és la d'absorbir al màxim possible l'escalfament o refrigeració en funció de les necessitats tèrmiques de l'habitatge al no tenir cap sistema actiu de climatització. Per aconseguir aquest efecte tèrmic, el material ha de ser obscur i pesant (19).

L'últim tipus de terra de la casa, és el que està ubica en la façana est, on resideix tots els equips dels tractaments d'aigua. A l'estar en aquesta zona on totes les activitats que es duen a terme s'utilitza aigua com a principal actiu, el terra ha de presentar unes condicions d'impermeabilitat. Conté una petita inclinació per filtratge de l'aigua que cau a terra i poder ser reutilitzada per altres usos en funció de la classificació de les aigües (19).

3.4.2.3. Murs

Des d'una vista general de l'espai, principalment la Casa TO, està dividida en 2 bloc de murs. Estan els murs del nord i del sud on es concentren les estratègies passives de climatització del '*Glazing*', de la retenció de calor, ventilació, etc. i els murs de l'est i oest on els murs exteriors concentren els magatzems dels diferents tipus d'aigua i de matèria. Els murs interiors orientats en est i oest tenen la funció de suportar càrregues estructurals a la vegada que la creació d'estances a la casa.

En la part superior dels elements estructurals de fusta del terra, les façanes estan acabades amb 3 panells lliscants de polícarbonat extruït per protegir la fusta de l'aigua en les parts on es junta el terra amb el mur. Aquest material permet la visió a través d'ell per veure els tancs d'aigua, gràcies a les seves propietats translúcides (19).

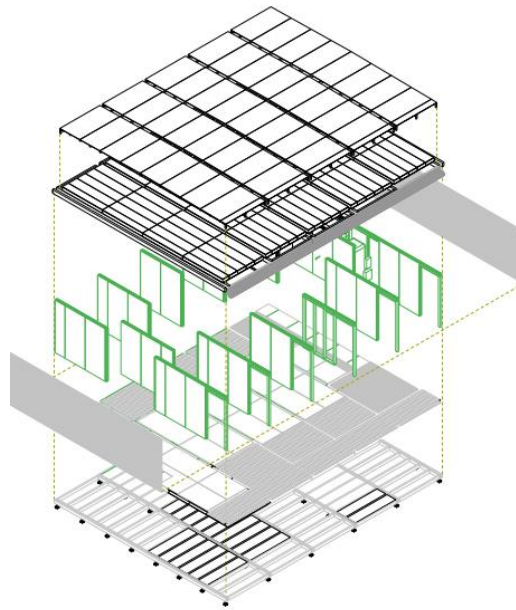


Figura 20. Murs de la Casa TO (19)

Els murs interiors orientats de sud a nord són els filtres ja esmentats anteriorment, i estan col·locats de manera perpendicular als altres murs de la casa que separen les diferents estances.

3.4.2.4. Sostre

El sostre de la Casa TO, és una coberta plana amb dues inclinacions. Hi ha amb un sistema de sis feixes amb una orientació de sud a nord. Aquestes feixes estan sustentades pels murs estructurals orientats en la mateixa direcció. L'acoblament de les bigues i les feixes es fa mitjançant 18 biguetes ajuntades amb encaixos. Per tant, les estances de l'est i l'oest tenen una petita inclinació on en l'altura és de 2,58 m, i les estances centrals i les estances nord corresponen a la part plana amb una altura de 2,6 m (19).

Sobre aquesta coberta hi ha uns panells de fusta amb un aïllant tèrmic que li aporten un grau de rigidesa a l'estructura. Els panells estan compostos d'un material de fibra vulcanitzada que està en contacte amb l'estructura portant de llengüetes de fusta en tots quatre cantons. La mida dels panells és de 2x0,55 m. La disposició és de 5x4 fent una quantitat de 80 panells. Reten la calor a l'interior de l'habitatge degut als seus materials aïllants. La rigidesa de la qual s'ha parlat abans, permet la instal·lació del sistema de canonades sense cap mena d'inconvenient ni risc (19).

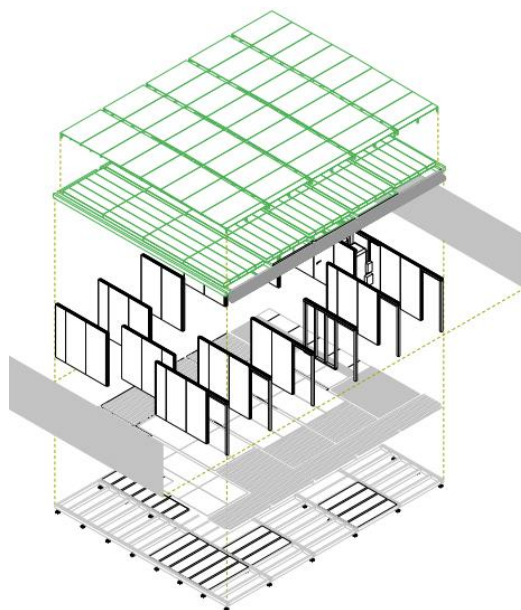


Figura 21. Sostre de la Casa TO (19)

En l'última capa, es tenen uns llistons de fusta amb separacions de 62 cm entre ells creant una inclinació de 0,5 cm acumulada per cada llistó. Estan orientats d'est a oest per crear una cambra de ventilació. Per sobre hi ha col·locats uns plafons rígids impermeables on es recull l'aigua de la pluja per fer-la servir segons el tractament d'aigües explicat en punts anteriors (19).

3.4.3. Elements constructius

Per finalitzar amb l'arquitectura de la Casa TO, es mostren els detalls constructius com les mesures generals per ser introduïdes de forma posterior en la certificació energètica amb HULC i CE3X. I els mateixos materials utilitzats. Abans però, s'exposen les superfícies de la casa, on la base és de 146,8 m² amb 108,2 m² hàbils i l'adjunció de la figura 22 on es pot observar amb una visió espacial i precisa de la distribució dels diferents murs, sostres, terres i forats i lucernaris.

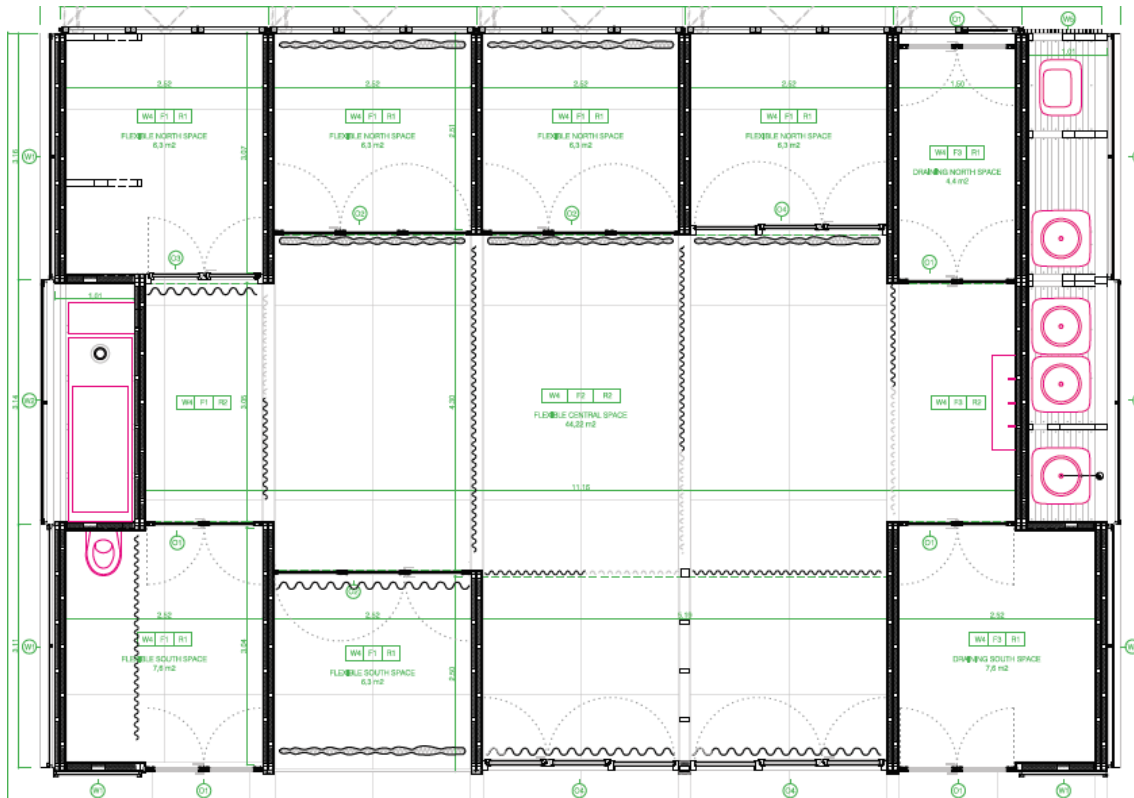


Figura 22. Distribució dels elements constructius (19)

En la figura 22, s'observa que efectivament, hi ha 4 tipus de murs, en funció de si són interiors o exteriors, els 3 tipus de terra corresponents a les estances perifèriques de la casa, l'estança central, i les estances confrontants als dipòsits d'aigua, i els dos tipus de sostre per la inclinació del sistema de feixes.

3.4.3.1. Aïllants tèrmics

La casa compta amb 3 tipus d'aïllaments tèrmics per contrarestar els ponts tèrmics i cada tipus està ubicat respectivament als murs, al sostre i al terra (19):

- **'RMTnita Cotton'**: és l'aïllant tèrmic dels murs amb un gruix de 10 cm
- **'Wood fiber insulation'**: és l'aïllant tèrmic del sostre amb un gruix de 18 cm
- **'RMTnita Cotton'**: és l'aïllant tèrmic del terra però amb un gruix de 16 cm

3.4.3.2. Superfícies dels tancaments

S'exposen les superfícies dels diferents tancaments de la casa juntament amb la superfície de les cristalleres amb la seva transmitància tèrmica (19):

- **Murs**: tenen una superfície de 41,5 m² i una transmitància tèrmica de 0,3 W/m²K
- **Sostre**: té una superfície de 58,5 m² i una transmitància tèrmica de 0,191 W/m²K
- **Terra**: té una superfície de 58,5 m² i una transmitància tèrmica de 0,24 W/m²K

- **Cristalleres:** tenen una superfície de 33,5 m² per les 'policarbonate Aislux' i una transmitància tèrmica d'1,8 W/m²K i tenen una superfície de 25,2 m² les 'double Glazing argon iscletec' amb una transmitància tèrmica d'1,3 W/m²K

La superfície de cristalleres té un guany solar (SHGC) de 0,72. Aquest paràmetre representa la quantitat de calor que passa per la finestra i pot retenir dins de l'espai. La Casa TO, al basar-se en estratègies passives de climatització, es prima les finestres amb una gran absorció de calor per després retenir-la dins de l'espai, com és el cas d'aquest SHGC.

La transmitància tèrmica (U), és un nou concepte en la memòria del projecte. Es tracta de la mesura de la calor que flueix per unitat de temps i superfície, transferida per un element constructiu d'una o més capes paral·leles quan hi ha un gradient tèrmic d'1°C o 1K (21).

L'altre mesura que s'utilitza en sistemes constructius és la resistència tèrmica (R_T) que és la inversa de la transmitància tèrmica. Els materials per mantenir un bon confort tèrmic han de tenir una resistència tèrmica tan elevada com sigui possible.

En un edifici, i en concret en la Casa TO, el que resulta òptim i productiu, és tenir elements constructius amb una transmitància tèrmica la més reduïda possible per mitigar la transferència de calor cap a l'exterior pels ponts tèrmics de l'espai.

3.4.3.3. Materials constructius

La distinció dels materials constructius segueix el mateix patró, es defineixen segons a si pertanyen als murs, als sostres, als terres o als forats i lucernaris.

Abans d'entrar en detall amb els materials que s'utilitzen als murs de la Casa TO, és important remarcar que hi ha 4 murs de diferent índole. El mur W1 de la figura 22 correspon al mur exterior aïllat amb marc de fusta i policarbonat. S'exposa a continuació una figura on s'aprecien l'ordenació de les capes que formen el mur W1:

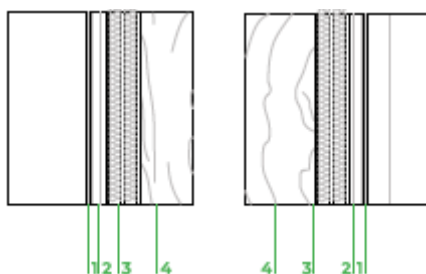


Figura 23. Mur W1 de la Casa TO (19)

En la figura 23 s'aprecia els dos perfils seccionats del mur exterior en funció de l'orientació des d'una vista aèria. Els murs acoblen una numeració verda que representa cada classe de material:

1. Policarbonat '*Aislux ArcoPlus324*' amb un gruix de 20 mm i una transmitància tèrmica d' $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
2. 2 Capes metàl·liques de 4 i 2 cm respectius. La transmitància és desconeguda, s'agafarà una estàndard de la llibreria del HULC i del CE3X
3. Aïllant tèrmic d'OSB i cotó
4. Doble marc de fusta contraxapada (un per cada banda de l'aïllant)

El mur W4 correspon al mur interior de la Casa TO i és exactament igual que el W1 sense la capa de policarbonat i sense la doble capa metàl·lica.

El mur W2 de la figura 22 simbolitza el mur exterior de la part on estan els dipòsits del tractament d'aigües de la casa. Es tracta d'un mur exterior de doble capa amb marc de fusta amb una cavitat de ventilació i una porta corredissa de policarbonat. S'adjunta en la figura 24 l'esquema del mur W2 amb la mateixa numeració verda dels materials.

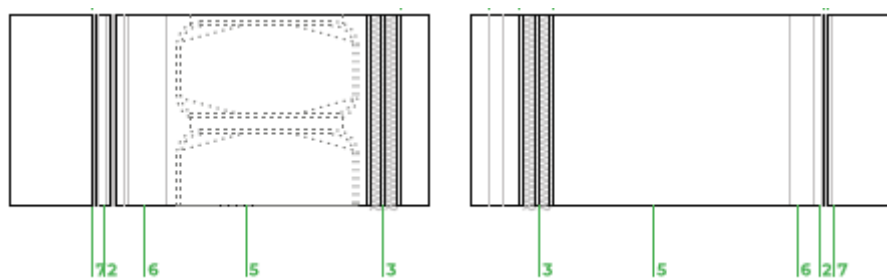


Figura 24. Mur W2 de la Casa TO (19)

Només s'especifiquen els nous materials, i el policarbonat, que és el mateix material però canvia l'element constructiu en si:

5. Cambra de ventilació d'1 m
6. Pilar de fusta de pi de 14x5 cm
7. Porta de Policarbonat '*Aislux ArcoPlus324*' amb gruix de 20 mm i transmitància tèrmica d' $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

El següent punt a comentar, són els materials i la disposició de capes dels terres. S'ha esmentat anteriorment els 3 tipus de terra que hi ha. El primer a ser descrit, és el F1 de la figura 22, que correspon al terra de l'estança central on incorpora el sistema de climatització actiu de terra radiant.

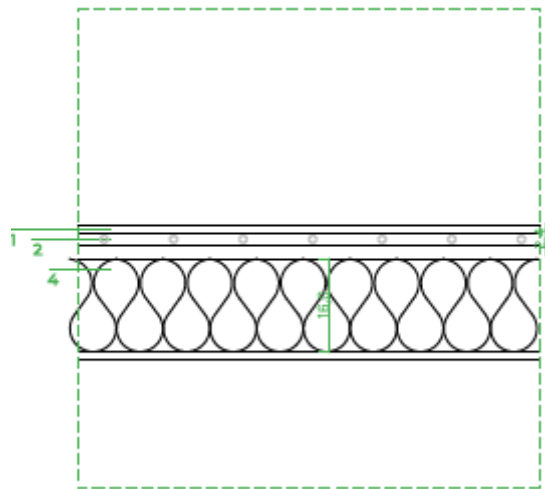


Figura 25. Terra F1 de la Casa TO (19)

Els materials que formen el terra 1 són:

1. Fibra de fusta cimentada '*Viroc light grey 2500x1250*' amb gruix de 12 mm i transmitància tèrmica de $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
2. Terra radiant '*Sysclima compact 17*'
4. Aïllament del terra OSB 15 + '*RMTnita Cotton*' + OSB 22

El següent terra que es troba és el F2 i equival al terra de les estances perifèriques de la casa exceptuant la part est.

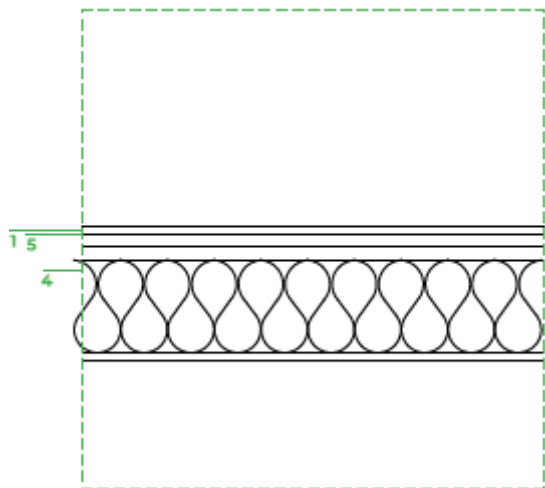


Figura 26. Terra F2 de la Casa TO (19)

La diferència entre els terra F1 i F2, és la no existència del sistema de terra radiant, i l'addició de la fusta OSB 2 cm que és el número 5.

Per concloure en el tòpic dels terres, es té el F3, que conforma el terra de la part est de la casa en contacte amb els dipòsits del tractament d'aigües, i és anomenat terra de drenatge.

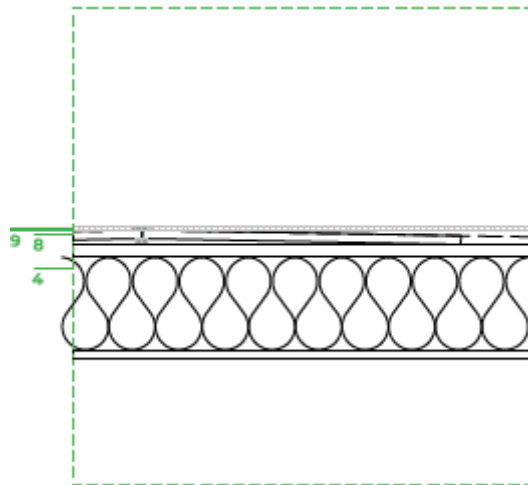


Figura 27. Terra F3 de la Casa TO (19)

La gran diferència respecte als dos altres terres, és que incorpora una reixa perforada metàl·lica Reca R30 de 5 mm juntament amb una capa impermeable de Cautxú de polietilè propilè de monòmer (EPDM) del fabricant 'Giscolene'.

El penúltim concepte a definir són els dos tipus de sostre. El primer d'ells, és el R2 que té una altura lleugerament superior pel sistema de feixes. Està ubicat a l'estança central de la casa.

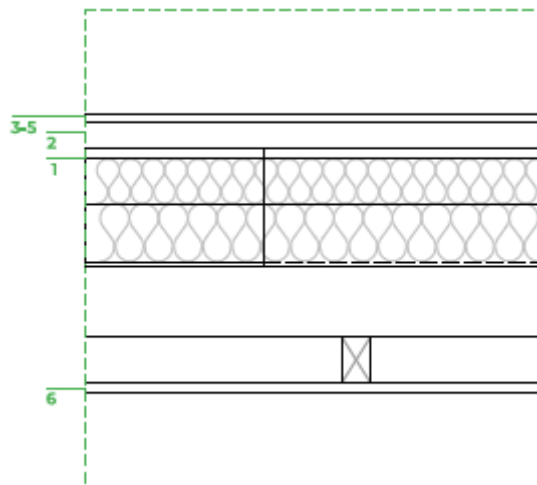


Figura 28. Sostre R2 de la Casa TO (19)

1. L'aïllant tèrmic del sostre és una panell Sandwich OSB H 15 amb fibra de fusta 180 amb un plafó de fusta de 10 mm
2. Llistons de fusta de pi d'1 cm
3. Tauló superior de fusta de 15 mm
5. Membrana impermeable EDPM

6. Tauló de fusta de 15 mm

El sostre R3 és exactament igual en referència a les capes i la seva distribució a excepció de l'últim tauló de fusta de 15 mm que és inexistent. Tot seguit, l'altura d'aquest sostre és de 2,58 m i està ubicat a les estances perifèriques de la casa.

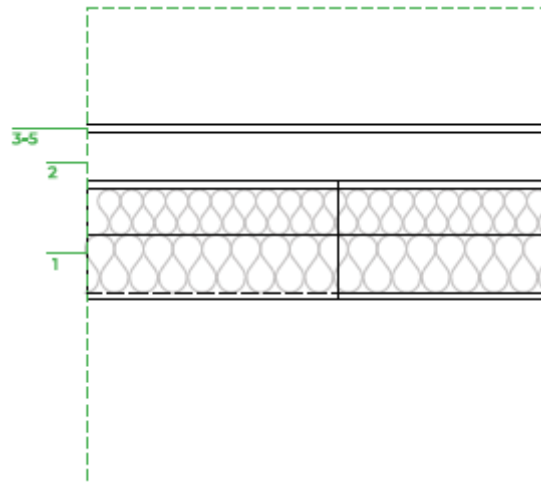


Figura 29. Sostre R3 de la Casa TO (19)

L'element constructiu final equival a la gran superfície de 'Glazing' que s'aprecia pels murs nord i sud de la casa. Les finestres com a tal, hi ha 3 tipologies distintes en funció de la seva ubicació. La primera finestra presentada és la O1, i la seva ubicació tal com s'aprecia en la figura 22 és a les estances de les cantonades, tant a l'interior com a l'exterior.

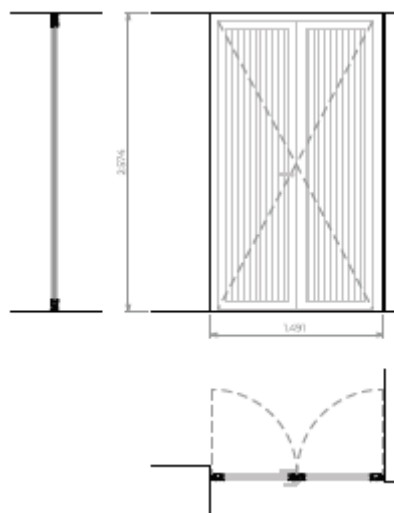


Figura 30. Finestra O1 de la Casa TO (19)

La finestra O1 està formada per un marc d'alumini amb doble vidre de policarbonat. Té unes dimensions de 1,491x2,574 m de color blanc sense trencar el pont tèrmic. El marc té una

transmitància tèrmica de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. El vidre és el policarbonat 'ArcoPlus324' amb gruix de 20 mm i transmitància tèrmica d' $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La següent finestra és la O2, i està formada pels mateixos materials que l'anterior finestra. El que canvia respecte a l'altre, són les dimensions, tenint en compte que tenen són de $2,511 \times 2,574 \text{ m}$. La seva ubicació és a dues de tres estances centrals de la part nord de la casa.

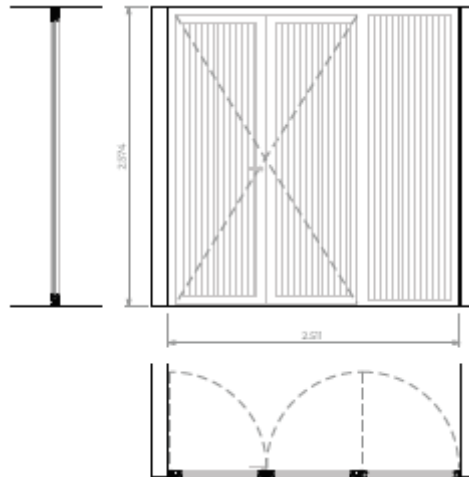


Figura 31. Finestra O2 de la Casa TO (19)

L'últim tipus de finestra que es pot trobar en la casa, és la O3. Les dimensions són les mateixes que la O2, per això no és necessari adjuntar una imatge representativa. Altrament, els materials del marc varia en la seva composició. El marc és d'alumini com les altres però amb una transmitància tèrmica de $3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Els últims elements que es troben són les portes, que hi ha dos models diferents. El primer model correspon a la porta O3, i només hi ha 1 muntada a tota la casa. La seva ubicació és a l'estança nord-oest. En la figura 32 s'aprecia el seu esquema:

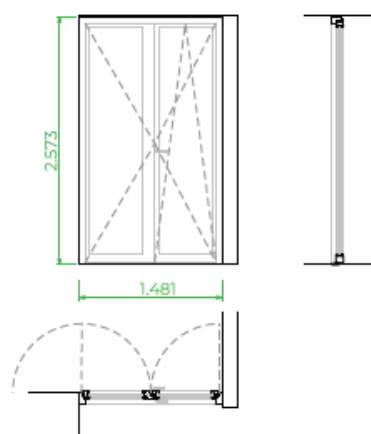


Figura 32. Porta O3 de la Casa TO (19)

La porta O3, està formada per una doble porta de vidre amb un marc de fusta tractar amb oli pur amb una transmitància tèrmica de $2 \text{ W/m}^2\text{K}$. El vidre és 'SGG 4+4 Plantherm Solar 4s' amb una transmitància tèrmica d' $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ amb una cambra d'argó de 78 mm. Les dimensions de la porta són de $1,481 \times 2,573 \text{ m}$.

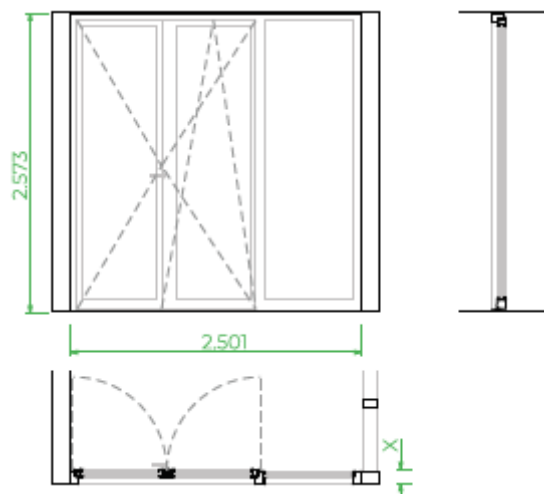


Figura 33. Porta O4 de la Casa TO (19)

La porta O4, té la mateixa composició de materials però amb unes dimensions de $2,501 \times 2,573 \text{ m}$. Hi ha tres portes muntades a la casa, dues d'elles estan ubicades a l'entrada principal, i la tercera està en l'estança nord-est de les 3 centrals.

3.5. Climatització

En aquest punt de la memòria, s'exposen els sistemes actius de la Casa TO referents a la climatització de la mateixa. Aquests sistemes actius determinen la major part del consum que pot tenir l'habitatge, sobretot en aquest en concret, ja que amb els elements passius que incorpora i totes les estratègies energètiques englobades en el punt de la cultura energètica, el consum queda molt reduït enfront d'un habitatge comú. En els moments del disseny de l'habitatge, la determinació del consum dels sistemes actius permet establir el tipus de cablejat, considerant l'amperatge que ha de passar, els elements de protecció, etc.

L'objectiu però, d'aquest projecte en referència a aquest punt, és el d'introduir els sistemes actius de la casa per poder tenir en consideració el seu consum a l'hora de dur a terme la simulació, per decidir quina tarifa és la més adient respecte les seves necessitats i per saber com encarar la proposta de millora del dimensionament del sistema d'emmagatzematge d'energia.

A continuació s'introdueix la figura 34 on es veuen els elements actius que formen part del sistema de climatització de la Casa TO:

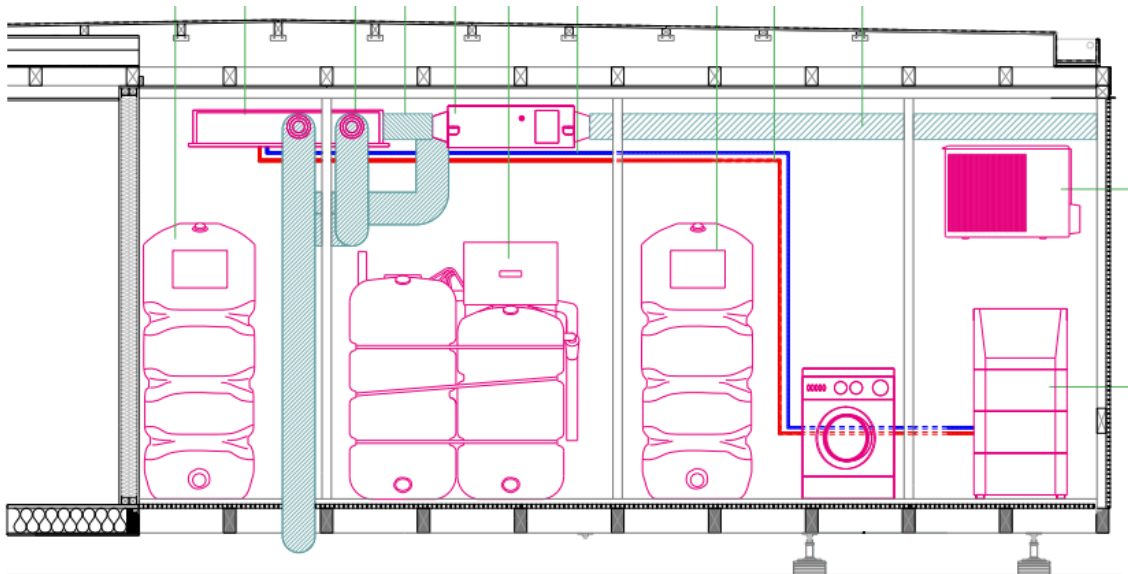


Figura 34. Distribució dels sistemes de climatització (20)

3.5.1. Bomba de calor

En primera instància, la Casa TO incorpora una bomba de calor del fabricant “DE DIETRICH” (22) amb model “ALEZIO AWHP6MR-4/E V200”. El model de bomba que hi ha instal·lat a l’habitatge, conté una unitat exterior que comprimeix i descomprimeix l’aire de l’exterior i una unitat interior que integra un bescanviador de calor sent els dos fluids l’aire i l’aigua (19).

És un procés bastant eficient, atès que aconsegueix transportar força més energia tèrmica que l’energia elèctrica que consumeix. La seva eficiència es mesura amb el coeficient de rendiment (COP), on tracta sobre una relació entre la calor cedida i l’energia elèctrica consumida. Com s’ha dit abans cedeix més calor que electricitat consumida. Amb això es té un numerador major que el denominador, obtenint així COP per sobre del 100%. En exemples pràctics, el COP sol ser del 300 %, amb una relació de 3 kilowatts hora tèrmics (kWht) per 1 kilowatt hora elèctric (kWhe).

Un dels altres grans plus que té, es que es tracta d’un procediment totalment sostenible amb el medi ambient, perquè redueix de manera significativa les emissions de CO2 en comparació amb els sistemes tradicionals, cosa totalment lligada amb les directrius per les quals es va decidir construir la Casa TO.

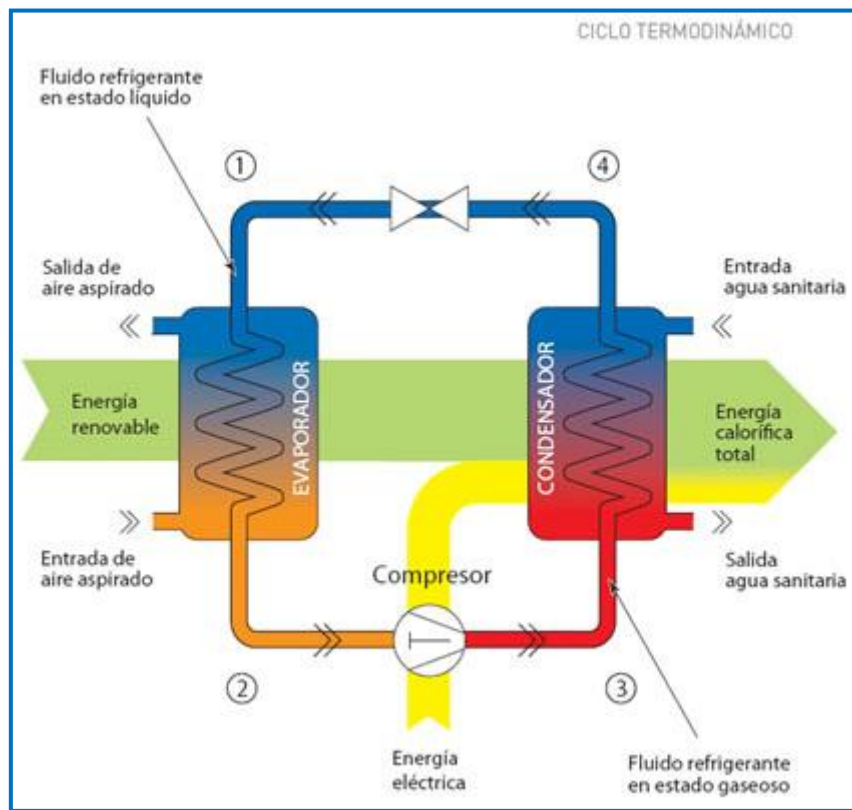


Figura 35. Esquema de funcionament d'una bomba de calor (23)

El funcionament general de qualsevol bomba de calor es pot resumir en 4 passos basats en els principis de la termodinàmica (23):

1. Es té el fluid refrigerant en estat líquid per la seva baixa temperatura i baixa pressió. S'absorbeix aire de l'exterior on es produeix un intercanvi calorífic entre l'aire i el fluid refrigerant, vist que absorbeix la temperatura ambient i canvia d'estat mentre que s'expulsa l'aire amb una temperatura menor.
2. El fluid refrigerant canvia d'estat però amb una baixa pressió passa pel compressor que està alimentat elèctricament, i al comprimir-lo augmenta la pressió i consegüentment la temperatura.
3. El fluid refrigerant passa pel condensador alliberant l'energia calòrica que transporta tornat a estat líquid al haver escalfat l'espai tancat.
4. Finalment, el fluid refrigerant és passat per una vàlvula d'expansió per recuperar les condicions inicials per tornar a ser utilitzat.

La bomba de calor de la Casa TO té 3 funcions principals. La primera és la d'alimentar al sòl radiant que tindrà el rol de sistema de climatització, ja que actua com a calefacció i com aire condicionat. La segona funció, és la d'alimentar a un fan-coil que incorpora un recuperador de calor actuant com a suport del sòl radiant. L'última, que té gran rellevància, és la de proporcionar aigua calenta sanitària (ACS) a l'habitatge.

Només podrà produir ACS quan el sòl radiant o el fan-coil estiguin en mode calefacció. No obstant això, la bomba de calor té un tanc d'inèrcia amb capacitat de 180 litres on es guarda i manté aigua calenta disponible pel seu ús en cada moment. Aquest tanc d'inèrcia és utilitzat en els mesos d'estiu si l'ocasió ho requereix (19).

3.5.2. Terra radiant

Com ja s'ha comentat prèviament, la Casa TO posseeix un sistema de climatització format per un terra radiant que està repartit en l'estança principal de l'habitatge. El funcionament dels terres radiants poden ser de 2 maneres, o bé per un cable elèctric, o bé per un sistema de canonades on circula aigua com a fluid caloportador.

El terra radiant que basa el seu funcionament en els cables elèctrics és menys eficient en el que es refereix a cost, atès que el preu de la factura elèctrica es dispara a nivells exagerats. És per això que avui dia, la gran majoria de terres radiants que són instal·lats són els que incorporen un sistema de canonades per on circula aigua a temperatura elevada per actuar com a sistema de calefacció a l'escalfar el terra de l'habitatge. Al tenir una superfície d'emissió tèrmica major als sistemes de calefacció convencionals, la temperatura de l'aigua no té la necessitat de ser tan elevada, i es pot reduir dels 50 °C que sol estar fins arribar als 30 °C, obtenint així, un estalvi energètic rellevant. Aquest estalvi energètic es veu reflectit en la reducció de pèrdues energètiques en els tancaments i ventilació, ja que al tenir un petit increment respecte a la temperatura exterior, les pèrdues són mitigades en cert nivell (24).

Un dels punts més rellevants per tenir un funcionament òptim, recau en la cimentació del circuit de canonades, tenint en compte que es col·loca una capa de morter entre el paviment i el circuit de canonades. El morter absorbeix l'energia tèrmica dissipada per l'aigua que passa per les canonades i se la cedeix al paviment de l'habitatge (24).

El terra radiant és una gran opció a causa del gran ventall d'avantatges que presenta. Per exemple, no està lligat a cap classe de tecnologia d'escalfament d'aigua, pot combinar-se amb una caldera, a un sistema de captació solar tèrmic, o a una bomba de calor com és el cas actual de la Casa TO.

També posseeix la capacitat reversible del procés, és a dir, pot actuar com a aire condicionat salvant les distàncies. El funcionament és exactament el mateix però circulant aigua freda. El problema està que la temperatura del fluid caloportador, depèn totalment de la temperatura de l'ambient, per tant en situacions de dies excessivament calorosos, el seu funcionament no és gens òptim com a sistema refrigerant de l'habitatge o local en qüestió.

Un altre inconvenient que exposa és el temps d'activació que freqüentment és elevat. Per consegüent el seu bon control difereix de la utilització d'un simple termòstat, implementant estratègies de control per poder enfrontar les condicions climatològiques adverses amb prou temps preventiu. Encara que en la Casa TO, aquestes situacions del període estival, es poden pal·liar amb

el sistema de ventilació que incorpora l’habitatge amb la gran superfície de finestres que incorpora facilitant així la ventilació idònia de la casa. Tot i això la instal·lació del terra radiant en la Casa TO és un gran encert pels grans avantatges recentment comentats.

El model implementat en la Casa TO és la “Placa base terminal Sysclima Compact 17” del fabricant “Sysclima” com indica en el model del terra radiant. Segon la pàgina web del fabricant, diu que els elements amb corba estan dissenyats per a ser utilitzats com a capçalera de les plaques calefactores i facilitar les corbes en la instal·lació del tub. També diu el fabricant que els elements llisos estan dissenyats per a emplenar els buits disponibles en la superfície de la instal·lació. Les plaques estan proveïdes de pre-talls entre els elements (25).

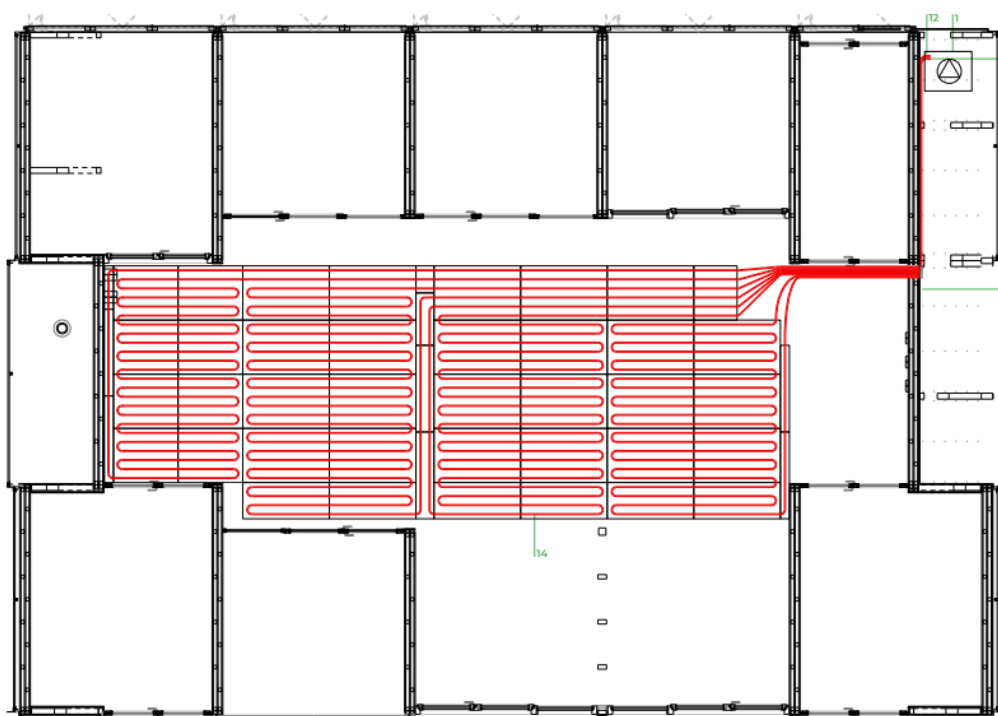


Figura 36. Terra radiant de la Casa TO (20)

El terra radiant que hi ha instal·lat a la Casa TO consta en 4 jocs de plaques calefactores, amb 1 bobina per cada joc. Els 4 jocs de bobines es poden observar en la figura 36. Això comporta el control absolut del sistema del terra radiant, atès que permet la desconexió i connexió a voluntat de l’usuari de cada joc de plaques independentment de les altres. Les bobines són canonades circulars per on passa el fluid caloportador en un circuit tancat d’un col·lector que va a la bomba i que torna d’aquesta (19).

3.5.3. Fan-coil i recuperador de calor

Els últims dels sistemes actius del sistema de climatització de l’habitatge que alimenta la bomba de calor, són el *fan-coil* i el recuperador de calor. Els dos equips treballen simultàniament per recolzar

el terra radiant. El *fan-coil*, està compost per una bateria d'intercanvi de calor que rep l'energia tèrmica des de la bomba de calor -en aquest cas- mitjançant un circuit de canonades. També està compost d'un ventilador que regula la quantitat d'aire que entra a l'habitatge i redueix la humitat del local (19).

Per tant, l'aigua que arriba de la bomba de calor, entra en contacte amb l'aire i la transferència de calor es repartida per tota l'estança mitjançant el ventilador recentment esmentat. La regulació del *fan-coil*, sol estar controlada per un termòstat intern que pren com a referència la temperatura ambient del local a fi de regular una quantitat major o menor d'aire (26).

També hi ha una unitat de ventilació de recuperació de calor, que té com a objectiu el precondicionament de la Casa TO, reduint les necessitats de climatització de la bomba de calor, el terra radiant i el *fa-coil* (19). A més, el temps d'adquirir el confort tèrmic de l'espai es veu reduït significativament, ja que els altres elements actius triguen un temps considerable per estar a ple rendiment.

El model que hi ha instal·lat de *fan-coil*, és el "VE 93 OIP" del fabricant "MAXA" (27). El model de recuperador de calor instal·lat a la Casa TO és el "OTA1 micro E35" del mateix fabricant. Les fitxes tècniques són adjuntades al final de la memòria en els annexos.

3.6. Altres elements consumidors

En aquest punt de la memòria, es defineixen els altres elements de l'habitatge que contribueixen al consum per tal de poder establir un perfil de consum, i utilitzar aquestes dades per poder dimensionar el sistema d'emmagatzematge.

3.6.1. Consums hipotètics cas 1

S'adjunta la taula 2 amb el llistat d'elements, amb les unitats existents a la casa, les seves respectives potències, el temps operatiu diari i el consum diari en Wh. En la llista es troben elements d'il·luminació i electrodomèstics. Cal esmentar que la taula de consums ha sigut extreta de la documentació de la Casa TO, on les potències sí que es poden consultar a les fitxes tècniques però els consums han sigut estimats pels arquitectes de la casa.

Taula 2. Càrregues de la Casa TO (19)

Element	Fabricant	Model	Potència [W]	Unitats	Potència total [W]	Temps operatiu (h)	Consum diari (Wh/dia)
Tira Zenit 300 x LED 48 W	Zenit	91-2492-00-00	48	14	672	2	1334
Projector Bond Tube Medium 1 x LED 25,9 W Blanc Angle 15	Bond Tube Medium	35-5401-14-DU	25,9	6	155,4	2	310,8
Projector Bond Tube Medium 1 x LED 25,9 W Blan Angle 15	Bond Tube Medium	35-5411-14-DU	25,9	8	207,2	2	414,4
Colgante vintage 1 x E27 max. 60 W Blanc	Vintage	00-5669-21-16	60	4	240	2	240
Peu de saló vintage 1 x E27 max.100 W Blanc	Vintage	25-0240-21-16	100	4	400	2	400
Forn	BEKO	BIM24400WCS	3100	1	3100	1	3100
Vitroceràmica	BEKO	HIC 64402 E	6700	1	6700	0,5	1166
Nevera i congelador	BEKO	RCNE520E31DZX	36,07	1	36,07	24	865,75
Rentadora	BEKO	WMY 91483 LB3	2200	1	2200	1,5	3300
Rentavaixelles	BEKO	DFN28430X	2100	1	2100	0,75	1575
Microones	BEKO	MGB25333BG	1450	1	1450	0,3	435
Bomba de calor	DeDietrich	AWHP6MR-4/E V200	1430	1	1430	3	4392,43
Extractor de filtre de carboni	Miele	DA 6700 D Aura Edition 6000	300	1	300	1	300

Cal afegir un consum extra dels aparells que no venen incorporats a la Casa TO on es poden apreciar en la taula 3:

Taula 3. Càrregues extra de la Casa TO (Elaboració pròpia)

Elements addicionals	Potència [W]	Unitats	Potència total [W]	Temps operatiu (h)	Consum diari (Wh/dia)
Carregadors laptops	65	3	195	4	780
Carregadors mòbil	0,2	3	0,6	4	2,4
Torradora	900	1	900	0,3	270
Màquina de cafè	1500	1	1500	0,2	300

La suma de les potències de tots els electrodomèstics, sistemes d'il·luminació i climatització fa un total de 21,59 kW. El consum diari de la casa pel cas hipotètic designat pels arquitectes on la casa estigui a ple rendiment és de 19,19 kWh.

És de vital importància remarcar que el peu de saló, el colgant Vintage i la nevera tenen un coeficient de reducció del temps de 0,5 per temes d'estalvi energètic. El consum de la vitroceràmica en aquesta memòria dista del que hi ha en la documentació de la Casa TO, ja que es considera que només s'utilitza un fogó dels 3 que hi ha reduint de manera significativa el consum que pot arribar a tenir. Passa exactament el mateix amb els carregadors, vist que en comptes de 12 hores es fiquen 4 hores per temes matemàtics. Els consums que surten són com si estiguessin carregant els 3 mòbils i 3 portàtils durant 12 hores, quan en realitat es carreguen els 3 mòbils i 3 portàtils durant 4 hores fent el total de 12 sense sobre calcular el consum d'aquests.

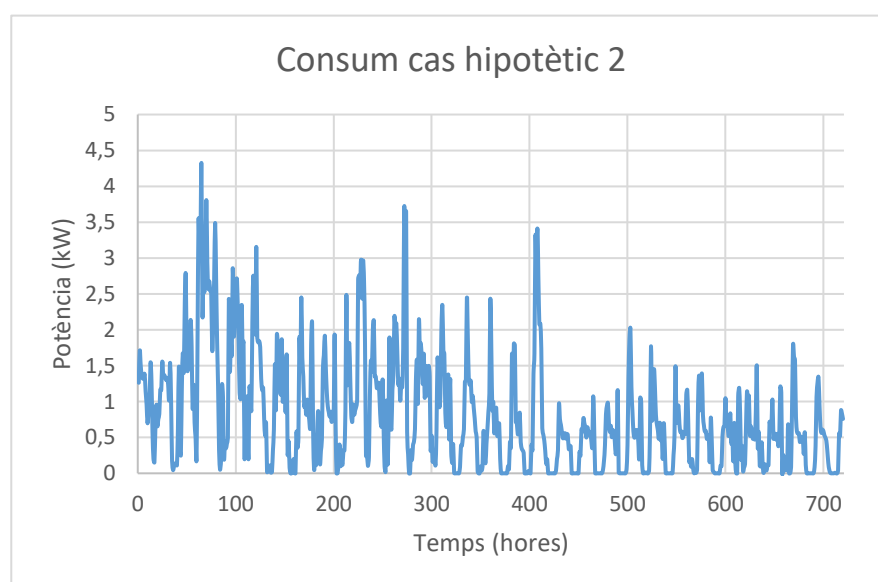
3.6.2. Consums hipotètics cas 2

Tanmateix, es considera un consum hipotètic com a segon cas d'estudi només empleat pels càlculs relacionats amb el sistema tarifari espanyol. El que s'ha dut a terme és l'extracció de dades d'un Codi Universal del Punt de Subministrament (CUPS) connectat a la xarxa de distribució d'Estabanell Energia & Pahisa al municipi de Granollers. Per la llei de protecció de dades, no es publica cap dada que comprometi la privacitat del client. Tan sols, s'extreu el valor de la corba de càrrega horària del valor de l'energia activa importada, en altres paraules, l'energia consumida. L'accés a les dades de la corba de càrrega horària és possible gràcies a que l'autor del projecte, treballa en Estabanell Energia & Pahisa.

Els criteris de selecció d'aquest CUPS, són relacionats amb les similituds de la Casa TO en referència als paràmetres de consum mensual, que és una casa amb autoconsum, i una potència contractada similar amb valor de 5,5 kW la qual es té pensat contractar. Aquesta última serà explicada posteriorment en la memòria del treball.

El període extret correspon al període de facturació del dia 7 de juliol a les 01:00 h fins al dia 6 d'agost a les 24:00 h. L'elecció d'aquest període de facturació és pel consum d'energia activa importada, que és de 592 kWh, valor similar als 594 kWh estimats de la Casa TO. No s'ha obtingut més dies de consum, ja que la telegestió comporta problemes de comunicació amb el comptador i altres períodes de facturació tenen forats a les corbes de càrrega horària i haurien de ser perfilats per una empresa externa arrel dels tancaments enregistrats pel comptador.

A continuació, es presenta el gràfic 2 on s'aprecia el consum al llarg del període de facturació on l'eix horitzontal està en hores amb un màxim de 720 que són les totals del ja esmentat període:



Gràfic 2. Consum cas hipotètic 2 07/07-06/08 (Elaboració pròpia)

Els càlculs posteriors referents a aquest consum d'energia activa importada, es multiplica el consum mensual per 12 obtenint el valor de cada hora de les 8760 hores de l'any 2019, ja que la facturació es fa per períodes horaris.

3.7. Sistema de captació Solar

Una de les parts de la Casa TO que va totalment en la mateixa direcció de la transició energètica, és la instal·lació fotovoltaica col·locada en el sostre de l'habitatge, on es transforma l'energia provinent del Sol en energia elèctrica.

Fent un breu resum del funcionament de la instal·lació fotovoltaica, bàsicament, es tenen mòduls fotovoltaics que actuen com a fonts generadores de corrent i transformen la radiació solar en energia elèctrica de corrent continua (DC) on passen per un inversor que la transforma en corrent alterna (AC) per alimentar les càrregues de la casa, o per injectar en la xarxa elèctrica en cas d'acollir-se a l'autoconsum amb excedents, etc.

Els mòduls fotovoltaics que hi ha instal·lats en la casa no tenen cap eix de seguiment, així es que estan fixos durant tot el dia sense la possibilitat de seguir la trajectòria del Sol i sense la possibilitat de maximitzar la producció solar. És un clar indicatiu on es prioritza el criteri econòmic envers el criteri tècnic o energètic. (nombre de panells i inclinació).

El sistema que hi ha actualment compta amb 10 mòduls connectats en sèrie. El model de panells és el "NSL 330P" del fabricant "Nusol Solar Energy Systems" (28) amb una potència nominal de 330 Wp, una àrea de captació 1,93 m², un rendiment del 17,25 % i material policristal·lí de les cèl·lules fotovoltaïques. El policristal·lí presenta un rendiment inferior al monocristal·lí però la seva compra i manteniment són més econòmics. Per tant, la instal·lació fotovoltaica de l'habitatge té una potència instal·lada de 3,35 kWp. S'adjunta la fitxa tècnica en "l'Annex A" per qualsevol consulta dels paràmetres elèctrics i mecànics dels panells fotovoltaïcs.

Respecte a l'orientació i inclinació dels mòduls fotovoltaïcs, s'orienten cap a la façana sud, és a dir 17º cap a l'est, per maximitzar la radiació solar incident i augmentar el rendiment de la instal·lació. Els panells com s'ha esmentat anteriorment, no tenen cap eix de seguiment, pel que estan fixats al sostre de la Casa TO amb una inclinació de 35º que és la inclinació òptima per la ubicació de Barcelona (19).

L'inversor és una de les parts crucials de la instal·lació fotovoltaica i elèctrica de la Casa To, com s'ha dit prèviament, transforma l'energia DC en AC pel consum de les càrregues de l'habitatge o per l'abocament en la xarxa elèctrica. El model que hi ha instal·lat és el 3.0 del fabricant 'Sunny Boy' (29) amb una potència nominal de 3000 W a la sortida de l'inversor, un rendiment que oscil·la entre el 96,4 i 97%, i una potència nominal a l'entrada de 5500 W. S'adjunta la fitxa tècnica en l'annex K per qualsevol consulta dels paràmetres elèctrics i mecànics de l'inversor.

Seguidament, es presenta la figura 37, on es pot observar la distribució dels mòduls fotovoltaics englobats en el circuit DC de la Casa TO:

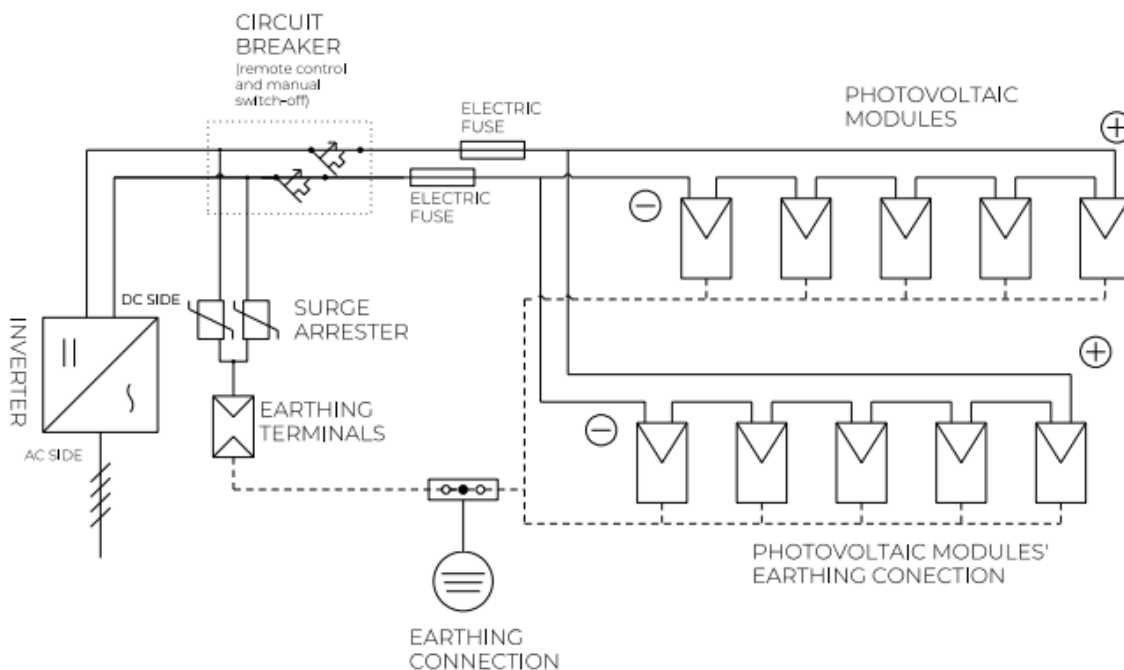


Figura 37. Esquema de la part DC de la Casa TO (20)

Per complir la part elèctrica s'adjunten dues imatges que completen el circuit de la instal·lació elèctrica de la part AC de la Casa TO, on s'aprecien elements com proteccions elèctriques, el comptador bidireccional, el punt fronter amb la xarxa de distribució, etc.

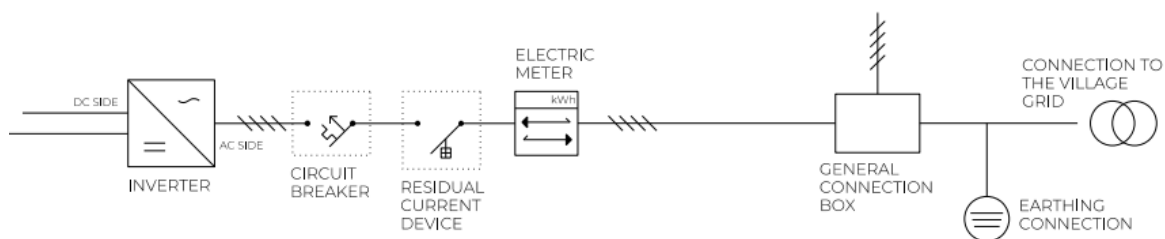


Figura 38. Esquema de la part AC de la Casa TO (20)

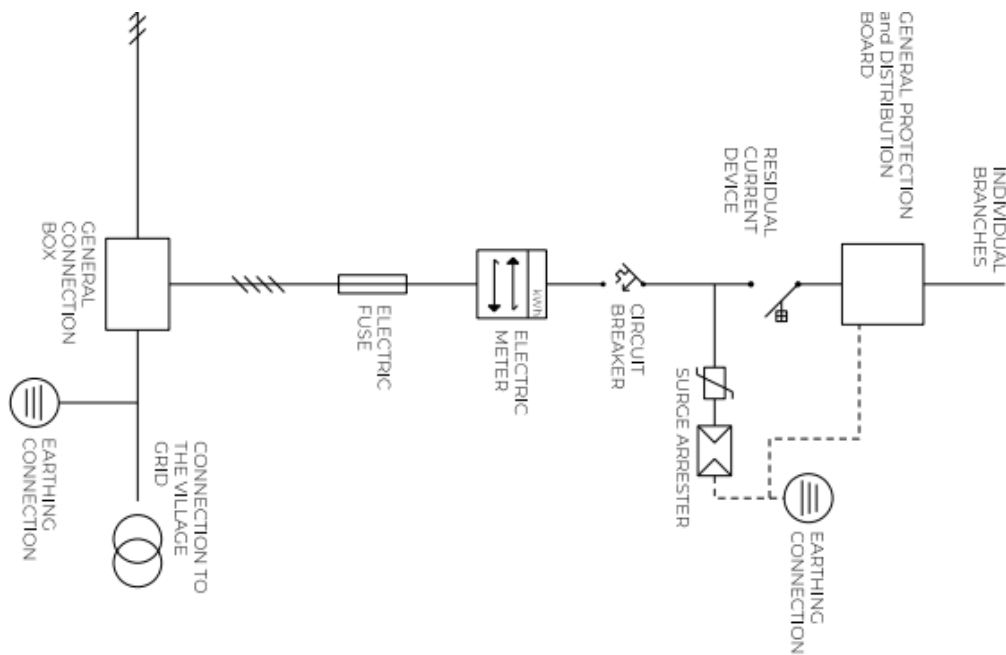
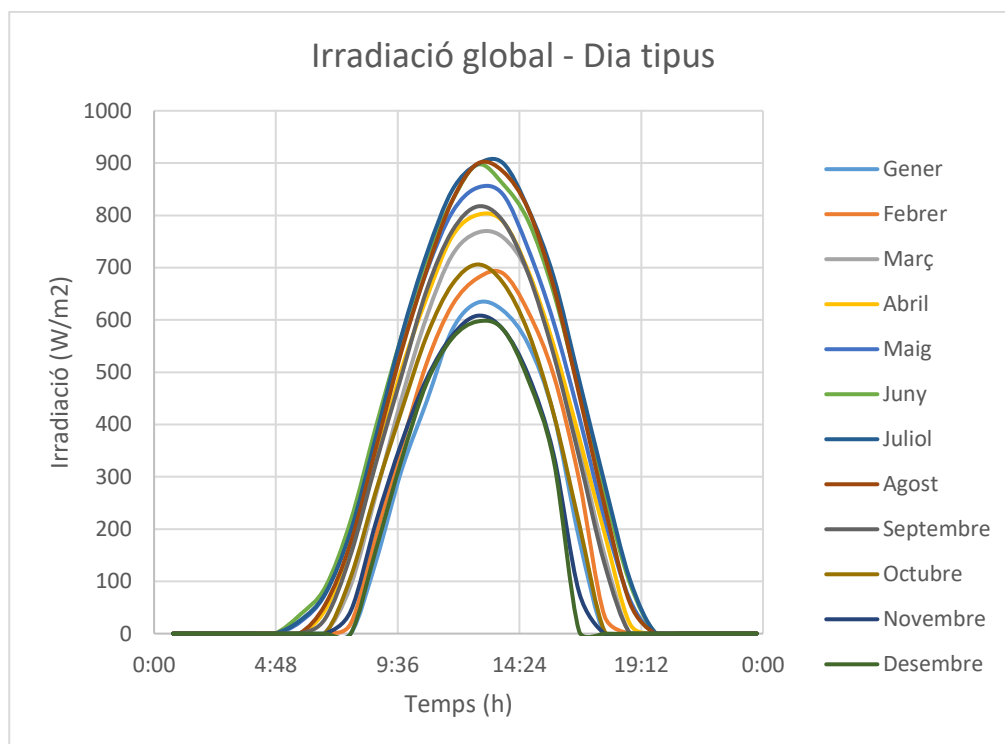


Figura 39. Esquema de la part AC de la Casa TO branques individuals (20)

3.7.1. Recurs solar

Un cop vist la instal·lació fotovoltaica de la Casa TO, és de gran rellevància quantificar el recurs solar que es pot arribar a obtenir segons l'orientació dels panells, el grau d'inclinació, el nombre de panells i la ubicació de la mateixa casa.

Per poder procedir amb la quantificació del recurs solar de l'habitatge, s'extreuen les dades de la pàgina web 'Joint Research Centre', (16) de l'aplicació PVGIS. Aquesta web permet l'extracció de les dades de la radiació solar en qualsevol punt del món indicant-li les coordenades de l'emplaçament, la tecnologia de captació solar, els eixos de seguiment i si es vol la irradiància amb cel net o normal. Agafant les coordenades de la Casa TO citades en l'apartat 3.1, se segueix amb l'extracció de dades. També s'introdueixen els 35 ° d'inclinació dels panells fotovoltaics i els 17º d'azimut.



Gràfic 3. Irradiació global dia tipus de cada mes (Elaboració pròpia)

Un cop obtingut el gràfic de la irradiació global de l’emplaçament, s’obté el número d’Hores Solar Pic (HSP), que corresponen a les hores solars útils d’un dia amb una irradiació de 1000 W/m². El que s’ha fet és l’obtenció total de la irradiància de cada dia tipus i aplicar el factor de conversió següent per obtenir les HSP per una inclinació de 35º:

$$HSP(\alpha) = H(\alpha) \cdot \left(\frac{W/m^2}{dia}\right) \cdot \frac{1HSP}{1000 W/m^2} = \frac{H(\alpha) \cdot \left(\frac{W/m^2}{dia}\right)}{1000 W/m^2} \quad (Eq. 1)$$

Taula 4. HSP (35º) de cada mes (Elaboració pròpia)

Hores Solar Pic de tot l’any												
	Gen.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Des.
H [W/m²]	3882	4517	5405	5869	6446	6885	6993	6671	5728	4636	3785	3539
HSP (35º)	3,882	4,517	5,405	5,869	6,446	6,885	6,993	6,671	5,728	4,636	3,785	3,539

Conseqüentment, s’obté 5,363 de mitja anuals HSP per una inclinació de 35º.

3.7.2. Generació solar

Quantificar el recurs solar és un dels pilars pels quals es recolza el treball, a raó de la seva determinació, permet estimar l'impacte que pot arribar a tenir en la Casa TO, juntament amb la rellevància de dimensionar el sistema d'emmagatzematge per donar la desitjada autosuficiència energètica que en un primer principi es va pensar per la casa.

El punt de partida d'aquest apartat, correspon a l'anterior, el del recurs solar, ja que a través de les dades extretes del PVGIS, es pot determinar amb la superfície de captació dels panells, el rendiment d'aquest i la seva eficiència, l'energia generada pel camp fotovoltaic. Per obtenir l'energia que es genera hora per hora s'utilitza l'equació 2 definida a continuació:

$$E_{gen} = H \cdot A \cdot \eta_{mod} \cdot 0,9 \quad (\text{Eq. 2})$$

On:

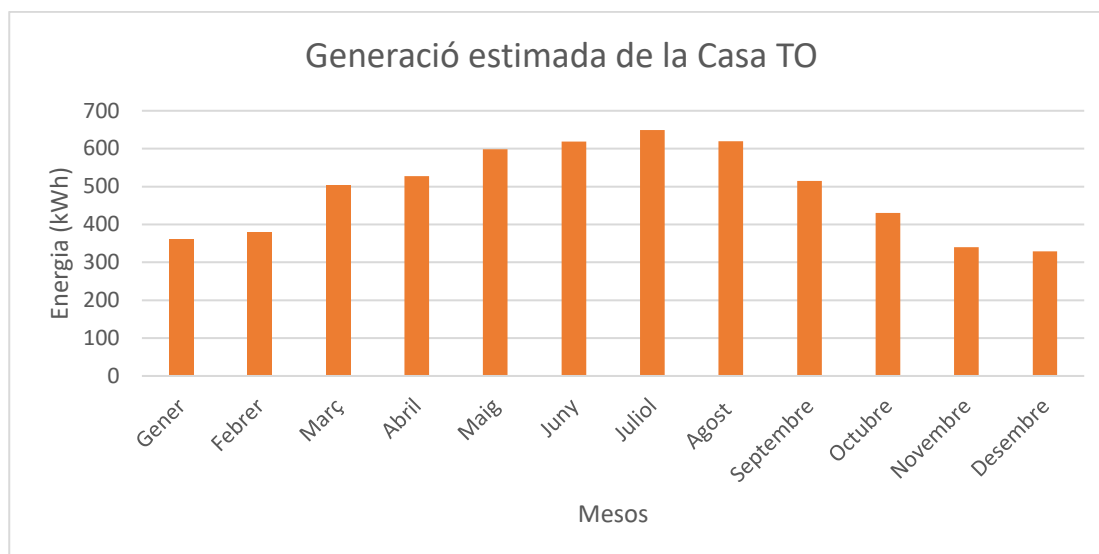
- E_{gen} és l'energia generada pel mòdul fotovoltaic.
- H : és la irradiància solar en W/m^2 .
- A : és la superfície de captació del mòdul en m^2 .
- η : és el rendiment del mòdul.
- El valor de 0,9 correspon a l'eficiència del mòdul que es veu reduïda per pèrdues del cablejat, per pols en la superfície de captació, etc.

3.7.2.1. Situació actual

En aquest apartat, es declara la generació d'energia fotovoltaica en la situació actual, on es tenen 10 mòduls en sèrie. La distinció dels casos és deguda a que es considera un escenari hipotètic on s'amplia la producció solar amb l'addició de 5 mòduls en sèrie per tenir una cobertura solar major per reduir el sistema d'emmagatzematge que sol ser el dispositiu que allarga el retorn de les inversions.

Amb l'equació anterior es determina una estimació de la generació de la Casa TO pel període d'un any. Les consideracions preses han sigut les de perfilar un dia tipus de cada mes i extrapolar-lo als dies que tingui cada mes de l'any.

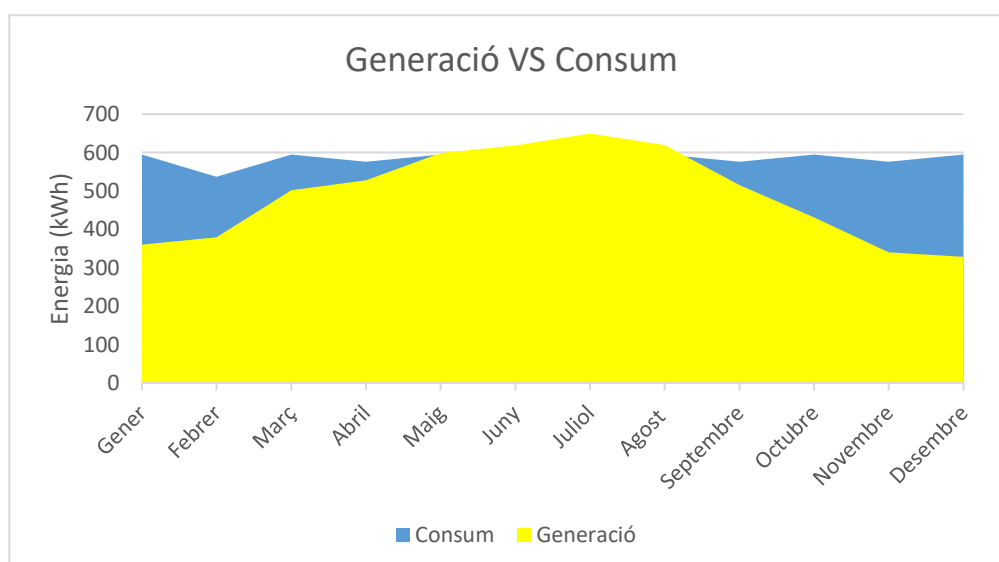
Seguidament, amb els valors mensuals de la generació de la Casa TO, es passa a l'elaboració d'un gràfic on es recull el perfil de generació anual amb tipologia de columnes. Òbviament, els mesos amb major producció solar corresponen als mesos d'estiu per la inclinació dels panells i les HSP que són majors.



Gràfic 4. Generació estimada de la Casa TO (Elaboració pròpia)

L'energia anual generada pel camp fotovoltaic de la Casa TO, ascendeix al valor de 5870,45 kWh. Segons les dades extretes de la documentació de la Casa TO, l'energia anual generada estimada és de 6056,06 kWh, valor que no dista molt considerant que en aquest cas s'ha aplicat un factor reductiu del 10% per les diferents pèrdues citades anteriorment.

És interessant poder comprovar amb una visió gràfica la variació del perfil de consum envers del perfil de generació amb un gràfic d'àrees superposades, ja que s'aprecien els mesos on el consum mensual és superior a la generació mensual o viceversa.

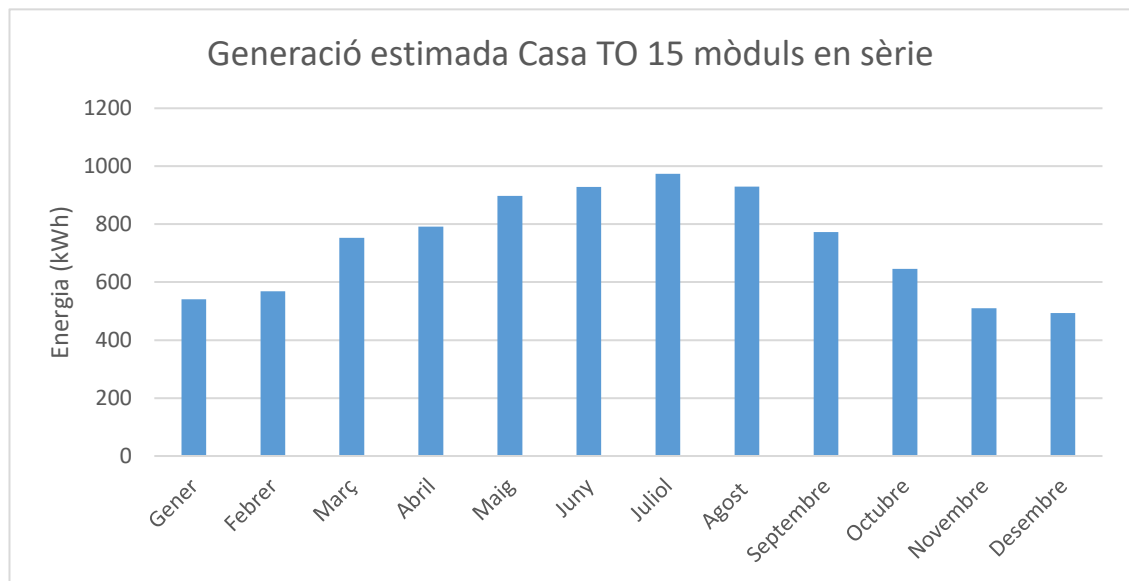


Gràfic 5. Generació envers del consum (Elaboració pròpia)

Clarament, com s'aprecia en el gràfic 5, els mesos on la generació supera al consum correspon als mesos d'estiu per la gran incidència de la radiació solar en els 10 mòduls fotovoltaics de la casa. En els mesos d'hivern, la generació envers el consum arriba a nivells crítics en certa manera, tenint en compte que arriba en alguns casos a haver-hi una relació de 2:1. El perfil de consums introduïts per realitzar la gràfica, representa un valor constant que fluctua amb relació als dies de cada mes, ja que una de les idees precursoras de la Casa TO, és la de mantenir un perfil de consum constant al llarg de l'any independent de l'estació, gràcies a les estratègies passives d'eficiència energètica, elements constructius i la bona educació energètica dels habitants. Amb la producció solar es cobreix un 83,81% del consum. Considerant que les hores de producció són limitades en comparació amb les 24 hores de consum, atès que de mitja anual hi ha 5,363 HSP, es dedueix que hi ha una bona cobertura solar de la Casa TO.

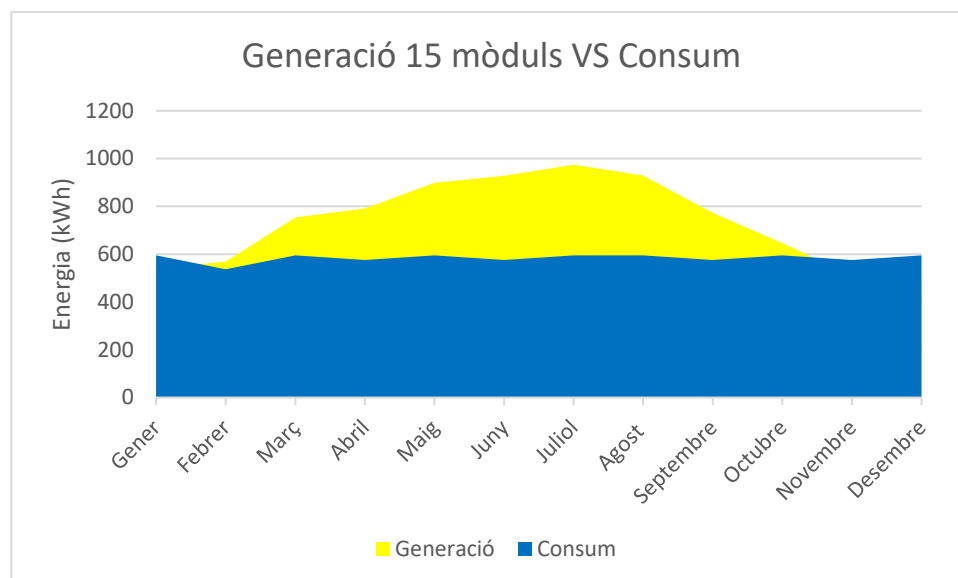
3.7.2.2. Situació hipotètica adicional

Com s'ha dit anteriorment, es considera un escenari hipotètic on s'implementa 5 mòduls fotovoltaics en sèrie extres per augmentar la cobertura solar i reduir la mida de les bateries per motius econòmics.



Gràfic 6. Generació estimada de la casa TO amb 15 mòduls (Elaboració pròpia)

L'energia anual generada pel camp fotovoltaic de la Casa TO amb 15 mòduls, ascendeix al valor de 8805,68 kWh. És interessant poder comprovar amb una visió gràfica la variació del perfil de consum envers el perfil de generació amb un gràfic d'àrees superposades, vist que s'aprecien els mesos on el consum mensual és superior a la generació mensual o viceversa.



Gràfic 7. Generació envers del consum amb 15 mòduls (Elaboració pròpia)

Amb l'ampliació de la potència instal·lada del camp fotovoltaic, els mesos on la generació supera al consum correspon als mesos d'estiu per la gran incidència de la radiació solar en els 15 mòduls de la casa. Amb l'ampliació s'aconsegueix tenir una producció d'energia solar major que el consum en tots els mesos a excepció de gener i desembre on el consum és lleugerament superior.

El perfil de consums introduïts per realitzar la gràfica, torna a ser el mateix que en el punt anterior, i simbolitza un valor constant que fluctua amb relació als dies de cada mes, perquè una de les idees precursoras de la Casa TO, és la de mantenir un perfil de consum constant al llarg de l'any independent de l'estació, gràcies a les estratègies passives d'eficiència energètica, elements constructius i la bona educació energètica dels habitants. Amb la producció solar es cobreix un 125,72% del consum.

4. Certificació energètica CE3X

Un cop s'han mostrat les diferents instal·lacions que presenta la Casa TO, l'arquitectura, l'emplaçament i la cultura energètica que determina en gran part el consum que pot arribar a tenir l'habitatge, es procedeix a la certificació energètica de l'edifici amb el CE3X. El procediment serà comentat pas per pas al llarg d'aquest punt de la memòria.

4.1. Dades Generals

El primer que s'ha d'omplir a fi de procedir amb el disseny de la Casa TO en el software CE3X, són les dades generals del projecte. Hi ha un seguit de pestanyes on es demanen certs paràmetres constructius o administratius.

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	Casa TO		
Dirección	Avinguda Eduard Maristany		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Barcelona
Referencia Catastral		Código Postal	08109

Datos del cliente			
Nombre o razón social	UPC-EEBE		
Dirección			
Provincia/Ciudad autónoma		Localidad	
Teléfono		Código Postal	08402
		E-mail	

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Sergio Díaz	NIF	
Razón social		CIF	
Dirección			
Provincia/Ciudad autónoma		Localidad	Granollers
Teléfono		Código Postal	
		E-mail	sergio.diaz@estudiantat.upc.edu
Titulación habilitante según normativa vigente			

Figura 40. Dades administratives del projecte CE3X

Abans d'emplenar aquestes dades, s'ha de triar quina tipologia d'edifici es vol certificar. Cap de les opcions que permet escollir defineix la tipologia d'edificació de la Casa TO, a causa de la seva concepció dins del marc del 'Solar Decathlon Europe'. Per tant, s'ha decidit que l'ús de l'edifici és residencial.

Seguidament, es demanen les dades corresponents a la localització i identificació de l'edifici objecte d'estudi sent aquestes Catalunya com comunitat autònoma, Barcelona com a província i localitat, el

carrer que és Eduard Maristany, i el codi postal sent aquest 08109. Els altres dos blocs d'aquest primer pas corresponen a les dades del client que en aquest cas és la UPC i les dades del tècnic certificador.

Datos generales

Normativa vigente: CTE 2013 ? Año construcción: 2019

Tipo de edificio: Unifamiliar

Provincia/Ciudad autónoma: Barcelona Localidad: Barcelona Zona climática: C2 HE-1 HE-4 III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 130 m²

Altura libre de planta: 2.6 m

Número de plantas habitables: 1

Ventilación del inmueble: 0.63 ren/h

Demanda diaria de ACS: 120 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 41. Dades generals de l'edificació CE3X

En el següent apartat, de dades generals de l'edificació, es demana la normativa amb la qual se certificarà. S'ha triat la més recent que disposa la base de dades del CE3X, que és el CTE 2013 per la normativa d'edificació. També s'ha triat l'opció més recent de l'any de construcció que és posterior al 2013. Els altres paràmetres del primer bloc corresponen a la tipologia d'edifici que és unifamiliar, i la zona climàtica que es completa automàticament en funció de la ubicació introduïda.

La zona climàtica de l'emplaçament és la C2, comprovada a la taula de les zones climàtiques de la península Ibèrica del CTE DB HS3 tal com s'adjunta posteriorment:

Taula 5. Zones climàtiques de la península Ibèrica (30)

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700						h ≥ 700
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800						h ≥ 800
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250				h < 450	h < 750	h ≥ 750

Finalment, els últims paràmetres d'aquesta pestanya, són els referents a la definició global de l'edifici, i aquests són la superfície útil habitable, que amb la part interior juntament amb els tancaments és de 130 m², l'altura lliure de planta de l'edificació que és de 2,60 m, el nombre de plantes habitables, les

renovacions per hora de l'edifici que són de 0,63 ren/h i la demanda diària d'ACS que s'ha decidit que sigui de 120 l/dia.

Pel càlcul de les renovacions d'aire per hora, s'utilitza la taula 6 del cabal mínim de ventilació de les edificacions del CTE DB HE3.

Taula 6. Cabal mínim de ventilació de les edificacions (30)

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los *locales* secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo *local* se den usos de *local* seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros *locales* pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Segons la taula 6, amb la distribució dels espais de la Casa TO, es té 2 dormitoris, 1 habitació destinada a la cuina, 1 habitació destinada al lavabo i 3 sales d'estar i menjadors, ja que els altres espais de la casa com pot ser el rebost i similars, es veuen representats en el número 3 de la llegenda de la taula dels cabals mínims. Per consegüent, surt un cabal mínim de ventilació resultant de 59 l/s.

Per les renovacions d'aire de l'edificació s'utilitza la següent fórmula:

$$r_{enh} = q_v \left[\frac{l}{s} \right] \cdot \frac{3600 s}{1h} \cdot \frac{1 m^3}{1000 l} \cdot (V)^{-1} [m^3] \quad (\text{Eq. 3})$$

On:

- r_{enh} : renovacions d'aire de l'edifici per hora
- q_v : cabal mínim de ventilació de l'edifici en l/s
- V : volum de l'edificació en m^3

Així que, substituint els números que ja s'han presentat anteriorment, les renovacions d'aire de l'edifici són de 0,63 per hora.

4.2. Definició de l'envolupant tèrmica

El següent pas de la simulació consta de crear i seleccionar els materials, tancaments i forats i lucernaris de l'habitatge. Per agilitzar el procés, s'adjunta la figura 43 per cada tipus de desplegable que permet crear el programa com a exemple. Els materials que es creen a la llibreria del CE3X equivalen als materials definits en el punt 3.4.3 d'elements constructius.

Figura 42. Creació de la fusta OSB 2 cm CE3X

En la creació dels materials els paràmetres que demanen són el gruix, la conductivitat tèrmica, la densitat, la calor específica i el factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua. Són omplerts amb les dades de les fitxes tècniques de cada material. En cas de no trobar un d'aquests paràmetres, s'agafa un valor estàndard per cada tipologia de material.

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Polycarbonato Aisulx ...	Plásticos	0.011	0.02	1.8	1200	1200
Acero Inoxidable	Metales	0.004	0.06	17	7900	460
OSB 2 cm	Maderas	0.123	0.016	0.13	600	840
RMTnitta muro	Aislantes	1.389	0.05	0.036	25	840
OSB 2 cm	Maderas	0.123	0.016	0.13	600	840
RMTnitta muro	Aislantes	1.389	0.05	0.036	25	840
OSB 22 mm	Maderas	0.123	0.016	0.13	600	840

Figura 43. Creació del mur exterior W1 CE3X

En la creació dels tancaments, s'han de seleccionar les capes que el formen en sentit exterior a interior en cas dels murs i en sentit superior a inferior pels tancaments horitzontals com els terres o cobertes. Les següents figures que es presenten en la memòria, simbolitzen la definició de l'envolupant tèrmica de l'edifici objecte d'estudi. Primerament, es defineixen tots els murs exteriors de la casa on s'ha d'especificar l'orientació del tancament, la seva superfície i carregar de la llibreria el tancament pertinent recentment creat.

Envolvente tèrmica del edifici

Cubierta

Muro

Suelo

Partición interior

Hueco/Lucernario

Puente térmico

En contacto con el terreno

De fachada

Medianería



Muro de fachada

Nombre

Dimensiones

Superficie m²

Longitud m

Altura m

Zona

Características

Orientación

Patrón de sombras

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Transmitancia térmica W/m²K

Transmitancia térmica W/m²K Masa/m² kg/m²

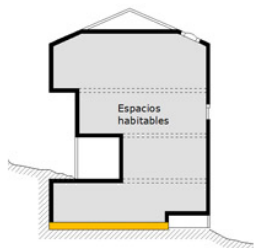
Librería cerramientos 

Figura 44. Creació del mur exterior W2 CE3X

Després d'haver dimensionat els murs exteriors, es procedeix a la definició de les 3 classes de terra que hi ha a l'habitatge. S'ha d'especificar la superfície de la partició horitzontal, la seva profunditat, el seu perímetre i al seleccionar que té aïllant tèrmic, s'obre una sèrie de desplegable on s'introdueix la seva resistència tèrmica en m^2K/W .

Envolvente tèrmica del edifici

Cubierta
 Muro
 Suelo
 En contacto con el terreno
 En contacto con el aire exterior
 Partición interior
 Hueco/Lucernario
 Puente tèrmico



Suelo en contacto con el terreno

Nombre: F1 Radiant Zona: Edificio Objeto

Dimensiones
 Superficie: 42,58 m²
 Longitud: m
 Anchura: m

Características
 Profundidad: Menor o igual que 0.5 m
 Mayor que 0.5 m m

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades tèrmicas Estimadas Transmitancia tèrmica: W/m²K

Perímetro: 30,45 m

Tiene aislamiento tèrmico

Características del aislamiento tèrmico

Tipo de aislamiento: Continuo
 Definir Ra: Conocida
 Espesor aislamiento m
 Ra: 4,83 m²/W

Figura 45. Creació del terra R1 radiant

Tot seguit, s'introdueix en la modelització de la casa la coberta en contacte amb l'aire. Els paràmetres necessaris per a la seva definició són la superfície, i la càrrega del tancament que li pertoca de la llibreria del CE3X.

Envolvente tèrmica del edifici

Cubierta Enterrada
 Muro En contacto con el aire
 Suelo
 Partición interior
 Hueco/Lucernario
 Puente tèrmico



Cubierta en contacto con el aire

Nombre: R1 ROOF Zona: Edificio Objeto

Dimensiones
 Superficie: 130.14 m²
 Longitud: 13.83 m
 Anchura: 9.41 m

Características
 Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades tèrmicas Conocidas Transmitancia tèrmica: 0.66 W/m²K

Transmitancia tèrmica W/m²K Masa/m² kg/m²

Librería cerramientos: R1

Figura 46. Creació del sostre R1 CE3X

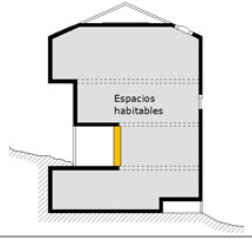
Seguint amb el procediment de modelització, el següent pas pertoca a la definició de totes les particions verticals interiors de l'habitatge on es demana la superfície de la partició, la superfície del tancament contigu, i la càrrega de la llibreria dels tancaments per l'obtenció de la transmitància tèrmica.

Envolvente tèrmica del edificio

Cubierta
 Muro
 Suelo
 Partición interior

- Vertical
- Horizontal en contacto con espacio NH superior
- Horizontal en contacto con espacio NH inferior

 Huevo/Lucernario
 Puente térmico



Partición interior vertical


Nombre: Zona:

Dimensiones

Superficie de la partición: m²

Longitud: m

Altura: m



Parámetros característicos para el cálculo de la U global

Propiedades térmicas: Uglobal: Transmisión térmica: W/m²K

Grado ventilación del espacio NH:

Tiene aislamiento térmico Superficie del cerramiento: m²

Definir la transmitancia térmica de la partición

Definir Upartición:

Transmitancia térmica Up: W/m²K

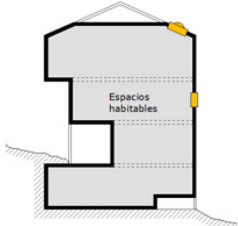
Librería de cerramientos:

Figura 47. Creació de la partició vertical interior W4 CE3X

El penúltim element constructiu de l'envolupant tèrmica de l'edifici objecte d'estudi correspon als forats i lucernaris. Per la seva definició, els paràmetres requerits són el mur del seu emplaçament, les dimensions del forat o lucernari, el multiplicador en cas de tenir més d'un forat o lucernari de la mateixa classe referit al mateix tancament, el percentatge de marc, la seva absorptivitat, que és determinada en funció del color i material del marc, i finalment, els valors de transmitància del vidre, del marc i el guany solar. En aquest punt, s'ha considerat només els forats o lucernaris exteriors, a causa que el programa no permet referenciar els forats i lucernaris a particions verticals interiors. Per tant, en aquest punt la transmitància real de la casa comença a diferir de la modelada. Addicionalment, els valors de la demanda de refrigeració i calefacció es veuran augmentats per la reducció del 'Glazing'.

Envolvente tèrmica del edifici

Cubierta
 Muro
 Suelo
 Partició interior
 Hueco/Lucernario
 Puente tèrmico



Hueco/Lucernario

Nombre: O1 nord oest
 Cerramiento asociado: W1 NORD
 Orientación: Norte

Dimensiones

Longitud: 2.67 m
 Altura: 2.57 m
 Multiplicador: 1
 Superficie: 6.86 m²
 Porcentaje de marco: 20 %

Características

Permeabilidad del hueco: Estanco 50 m³/hm²
 Absortividad del marco: a 0.65
 Dispositivo de protección solar
 Patrón de sombras: Sin patrón
 Doble ventana

Parámetros característicos del hueco

Propiedades tèrmicas: Conocidas

U vidrio: 1,8 W/m²K
 g vidrio: 0,72
 U marco: 5,7 W/m²K

Figura 48. Creació de la finestra O1 CE3X

L'últim element de l'envolupant tèrmica que s'ha d'incloure són els ponts tèrmics. Segons la disposició i conjunció dels elements constructius els únics llocs on no hi ha ruptura del pont tèrmic és a les finestres de l'habitatge. De manera que es carreguen els ponts tèrmics que calcula el programa en funció de les variables definides per l'usuari com són les dimensions de tots els elements constructius.

4.3. Definició de les instal·lacions

La finalitat d'aquest apartat és la d'introduir en el CE3X els sistemes de climatització i generació que permetin les limitacions actuals. Al tractar-se d'un edifici residencial, només dona l'opció a la definició dels sistemes de climatització com a bomba de calor. El fan-coil, el recuperador de calor i el terra radiant no poden ser inclosos, encara que la seva actuació depèn totalment de la bomba de calor. Per tant, es defineix el sistema com equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS per la bomba de calor. El programa permet també afegir contribucions energètiques extres a l'edifici objecte d'estudi. Aquestes contribucions energètiques són d'origen renovable, i en el cas de la Casa TO, corresponen a la instal·lació fotovoltaica.

Contribuciones energéticas

Nombre Zona

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto %

Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración

Energía eléctrica generada para autoconsumo kWh/año

Energía consumida kWh/año

Calor recuperado para ACS kWh/año

Tipo de combustible

Calor recuperado para calefacción kWh/año

Frío recuperado kWh/año

Figura 49. Definició de les contribucions energètiques CE3X

Els paràmetres que s’han d’omplir per una instal·lació fotovoltaica, és l’energia generada per l’autoconsum que pren un valor de 5870,3 kWh/any extrets de l’apartat de la generació fotovoltaica de la memòria, i l’energia consumida per dur a terme l’activitat de generació que en cas dels mòduls fotovoltaics és 0 kWh.

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Nombre Zona

Características

Tipo de generador

Tipo de combustible

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	<input type="text" value="130.0"/>	<input type="text" value="130.0"/>	<input type="text" value="130.0"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional

Antigüedad del equipo

	Rendimiento nominal	Rendimiento medio estacional
A.C.S	<input type="text" value="280"/> %	<input type="text" value="284.1"/> %
Calefacción	<input type="text" value="280"/> %	<input type="text" value="182.8"/> %
Refrigeración	<input type="text" value="280"/> %	<input type="text" value="192.8"/> %

Con Acumulación

Valor UA UA W/K

Volumen de un depósito l Multiplicador Tª alta °C

Tª baja °C

Figura 50. Definició de l’equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS CE3X

L’últim que es defineix és el sistema de climatització de la Casa TO incloent només la bomba de calor com s’ha comentat abans per limitacions de software. Els paràmetres més significatius que demanen

a l'hora de definir l'equip, és la classe de generador, el seu combustible, la superfície que cobreix d'ACS, calefacció i refrigeració amb valor de 100%, els rendiments estacionals (COP) amb valor de 280%, i les variables relacionades amb el sistema d'acumulació com són el volum del dipòsit de 180 l, el multiplicador per si té més d'un, i les temperatures d'emmagatzement.

4.4. Resultats

Una vegada s'ha definit la Casa TO en els àmbits de les dades generals, en l'envolupant tèrmica i en el sistema de climatització i contribucions d'energia es procedeix al càlcul automàtic de la qualificació energètica de l'edificació.

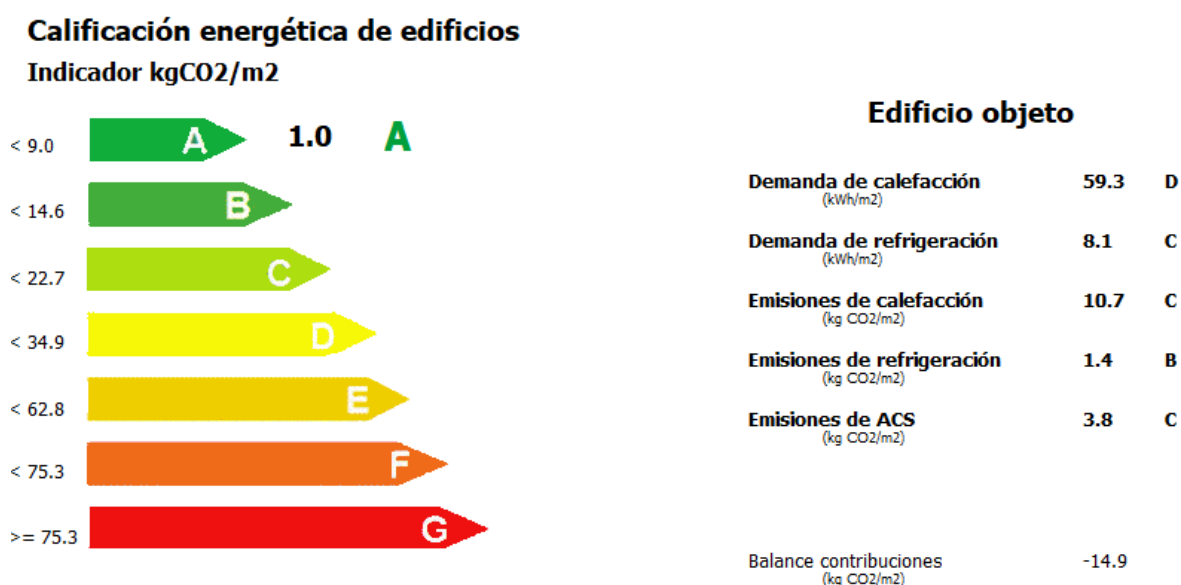


Figura 51. Etiqueta energètica Casa TO CE3X

Segons la figura 51, s'aprecia la divisió dels paràmetres avaluats en el CE3X. Els més importants de cara a l'estudi tèrmic de l'habitatge són els dos primers, que corresponen a la demanda de calefacció i a la demanda de refrigeració. Les unitats de mesura són en kWh/m² en l'escala temporal anual. Per la demanda de calefacció s'ha obtingut una lletra D, sent una qualificació dolenta pel que presenta els estàndards i directrius de concepció de la Casa TO juntament amb les estratègies passives de climatització. Respecte la demanda de refrigeració s'obté una lletra C, sent un valor acceptable.

És curiós com varia la demanda entre la calefacció i la refrigeració, atès que l'equip que gestiona els fluxos és el mateix, és a dir, la bomba de calor. Principalment, és degut a tres factors, el primer és de caràcter climatològic, a raó de la zona climàtica on està ubicada la Casa TO. El clima temperat fa que la sensació tèrmica del fred sigui més notable que la calor, per aquest fet, l'energia de calefacció té un valor més elevat i pitjor en l'escala d'eficiència. L'altre factor és que per les limitacions del programa,

no es poden definir tots els sistemes de climatització com ja pot ser el recuperador de calor, que amb el seu baix consum elèctric i amb l'eficiència del 74% que té, la demanda de calefacció baixaria augmentant de forma directa la valoració de l'etiqueta. L'últim factor que influeix en la demanda tèrmica, també és en l'àmbit de les limitacions del programa, vist que no permet la inclusió dels filtres de l'habitatge ni la implementació de les finestres a les particions interiors. Tanmateix, un dels punts de vital importància en la reducció de consums tèrmics són les estratègies passives de la casa, cosa que clarament no es veu reflectida en els resultats obtinguts.

En la temàtica de les emissions, les variables qualificades són les emissions d'ACS, de refrigeració i de calefacció. Aquestes són mesurades en kg CO₂/m² en l'escala temporal anual. A trets generals, les emissions dels tres paràmetres han obtingut una bona qualificació perquè com a qualificació general de la casa s'ha obtingut la major possible, amb una lletra A.

Es creu que amb la correcta modelització dels sistemes la demanda de calefacció i refrigeració es veurien reduïdes amb gran rellevància. Amb l'opció que presenta el programa de millores d'eficiència energètica, després de veure-les totes, les més interessants són les referents a la implementació d'un sistema de captació solar amb acumuladors tèrmics per ajudar amb la demanda tèrmica i l'escalfament d'ACS.

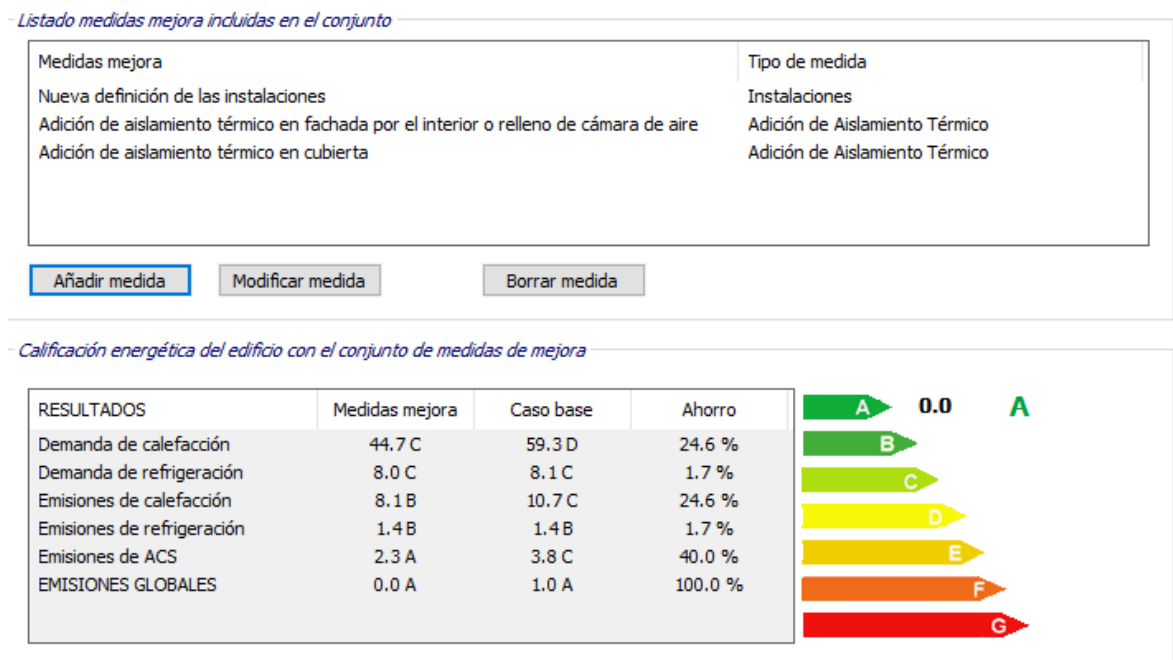


Figura 52. Etiqueta energètica amb propostes de millora CE3X

Un dels punts que semblen més preocupants, és la filtració d'energia tèrmica des de l'edifici cap a l'exterior. Si s'apliquen les millores proposades de la figura 52, sent aquestes la implementació de la

instal·lació solar tèrmica, l'addició d'aïllants en els tancaments exterior per l'interior, i en la coberta plana, les demandes de calefacció i refrigeració es veuen reduïdes un 24,6% anual amb la especial menció a la millora de qualificació de la lletra de la calefacció passant d'una lletra D a una lletra C. En les emissions d'aquests dos sistemes es redueixen només en un 1,4% però les emissions d'ACS amb les plaques solars tèrmiques es redueixen un 40%, sent aquest un valor significatiu. Òbviament la lletra de la qualificació global segueix sent A però amb un valor d'emissions de CO2 millor.

5. Certificació energètica amb HULC

Després d'haver fet la modelització de la Casa TO, es procedeix a la certificació energètica de l'edifici amb el HULC. El software HULC és més complet que el CE3X, per tant la seva modelització és més complexa però amb resultats més detallats. El procediment serà comentat pas per pas al llarg d'aquest punt de la memòria.

5.1. Dades generals

El primer que s'ha d'omplir per tal de procedir amb el disseny de la Casa TO en el software HULC, són les dades generals del projecte. Hi ha un seguit de pestanyes on es demanen certs paràmetres constructius o administratius. La primera pestanya a emplenar és la que correspon a les dades administratives del projecte, que és la figura que es mostra a continuació. La pestanya de les dades del certificador s'emplenen amb les dades personals de l'autor d'aquest treball de fi de grau, però no són presentades en la memòria per protecció de dades.

The screenshot shows the 'Datos generales' tab in the HULC software. The interface includes a navigation bar with tabs: 'Datos administrativos', 'Datos generales', 'Factores de Paso', 'Producción de Energía', 'Opciones generales del edificio', and 'Imágenes y otros datos'. Below this, there are sub-tabs for 'Datos Proyecto' and 'Datos Certificador'. The main form area is divided into several sections:

- Datos del proyecto:**
 - Nombre del proyecto: Casa TO
 - Uso del edificio: otros tipos de edificios que consuman energía
 - Superficie construida: 146; Sup. construida cubierta: 146; Altura total: 2.97; Plantas sobre rasante: 1; Plantas bajo rasante: 0
 - Comunidad autónoma: Cataluña; Provincia: Barcelona; Localidad: Barcelona; Código postal: [empty]
 - Tipo vía: Calle; Nombre de la vía: C/Eduard Maristany
 - Tipo numeración: Num; Número: -; Bloque: -; Portal: -; Escalera: -; Piso: -; Puerta: -; Datos adicionales: -
- Normativa vigente (construcción/rehabilitación):**
 - Normativa vigente edificación: CTE HE 2019
 - Normativa vigente instalaciones térmicas: RITE (2013)
 - Otras normativas: [empty]
 - Cumplimiento de requisitos medioambientales: [empty]
- Año construcción:**
 - Periodo: Posterior a 2013
- Referencia(s) catastral(es):** ninguno

At the bottom right, there are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 53. Dades administratives del projecte HULC

En la pestanya de dades administratives del projecte, el primer paràmetre amb rellevància per ser comentat és l'ús de l'edifici. En el desplegable que disposa el HULC cap de les opcions que permet

escollir defineix la tipologia d'edificació de la Casa TO, a causa de la seva concepció dins del marc del 'Solar Decathlon Europe'. Per consegüent, s'ha decidit que l'ús de l'edifici és 'altres tipus d'edifici que consumeixen energia'.

Seguidament, demana la superfície construïda que en aquest la part interior juntament amb els tancaments és de 130 m², igual que la superfície construïda coberta on hi ha una planta sobre rasant - és a dir, per sobre del nivell del terra-, i l'altura total de l'edificació que és de 2,97 m.

Finalment, les altres dades són les referents a l'emplaçament, com són la comunitat autònoma que en aquest cas és Catalunya, la província i localitat que són Barcelona, el carrer que és Eduard Maristany, i la normativa amb la qual es certificarà. S'ha triat la més recent que disposa la base de dades del HULC, que és el CTE HE 2019 per la normativa d'edificació, el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE) 2013 per les instal·lacions tèrmiques i a l'estar concebuda en el marc del 'Solar Decathlon Europe' on s'advoca per la sostenibilitat del medi ambient, en altres normatives s'ha triat la del compliment dels requisits mediambientals. També s'ha triat l'opció més recent de l'any de construcció que és posterior al 2013.

El següent gran grup de paràmetres que demana el HULC correspon a les dades generals de l'edificació, on es destaquen la ventilació de l'edifici residencial i les dades climàtiques de la ubicació.

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Factores de Paso | Producción de Energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Definición del caso

Verificación CTE-HE y Certificación de Eficiencia Energética

Edificio NUEVO

Edificio EXISTENTE: Ampliación

Edificio EXISTENTE: Cambio de uso

Edificio EXISTENTE: Reforma

> 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS

> 25% envolvente con cambio de sistemas climatización

> 25% envolvente con cambio de sistemas ACS

> 25% envolvente sin cambio de sistemas

< 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS

< 25% envolvente con cambio de sistemas climatización

< 25% envolvente con cambio de sistemas ACS

< 25% envolvente sin cambio de sistemas

Solo Certificación de Eficiencia Energética

Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Tipo de edificio

Vivienda unifamiliar

Viviendas en bloque

Edificio Terciario Pequeño o Mediano (PMT)

Gran Edificio Terciario (GT)

Ventilación del edificio residencial

Caudal de ventilación del edificio o vivienda [litros/s]

Permeabilidad por defecto

Permeabilidad del edificio o vivienda actual, n50, [renh]

El edificio tiene una envolvente mejorada con baja permeabilidad al aire

Permeabilidad según ensayo

Valor de permeabilidad mediante ensayo

Valor de permeabilidad del edificio o vivienda actual, a partir del ensayo de puerta soplante, n50, [renh]

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso:

Localidad, Datos Climáticos

Comunidad autónoma

Provincia

Localidad

Altitud m

Zona climática

Peninsular Extrapeninsular

Figura 54. Dades generals de l'edificació HULC

La primera variable a seleccionar, concerneix a la pròpia definició del cas que es vol certificar. De totes les opcions que dona possibilitat a triar, s'agafa primera de totes, on es té un edifici nou. Com a tipus d'edifici de les opcions que permet seleccionar, es marca la d'habitatge unifamiliar que és la més aproximada al cas d'estudi.

En les dades climàtiques s'introdueixen els valors al·lusius a l'altitud de l'edificació respecte el nivell del mar amb valor d'1 m per la zona costanera de Barcelona. Aquesta altura d'1 m es una pura aproximació, ja que l'altura real no pot distar molt i no té un gran efecte en la concepció de la simulació. La zona climàtica de l'emplaçament és la C2, extreta de la taula 5 de les zones climàtiques de la península Ibèrica del CTE DB HS3.

Els últims paràmetres que demana el software, incumbeix a la ventilació de l'edifici, on els càlculs de la ventilació i les renovacions d'aire han sigut calculats amb la taula del cabal mínim de ventilació de les edificacions.

Segons la taula 6, amb la distribució dels espais de la Casa TO, es té 2 dormitoris , 1 habitació destinada a la cuina, 1 habitació destinada al lavabo i 4 sales d'estar i menjadors, atès que els altres espais de la casa com pot ser el rebost i similars, es veuen representats en el número 3 de la llegenda de la taula dels cabals mínims. Per tant, surt un cabal mínim de ventilació resultant de 59 l/s.

Per les renovacions d'aire de l'edificació s'utilitza l'equació 3 i s'obté que les renovacions d'aire de l'edifici són de 0,49 per hora.

El següent pas de la simulació, correspon a la introducció de la producció d'energia renovable, que en el cas d'estudi és energia fotovoltaica. A l'haver fet l'estudi del recurs solar, i l'estudi de la generació, l'emplenament dels paràmetres demanats en aquesta finestra és relativament senzill.

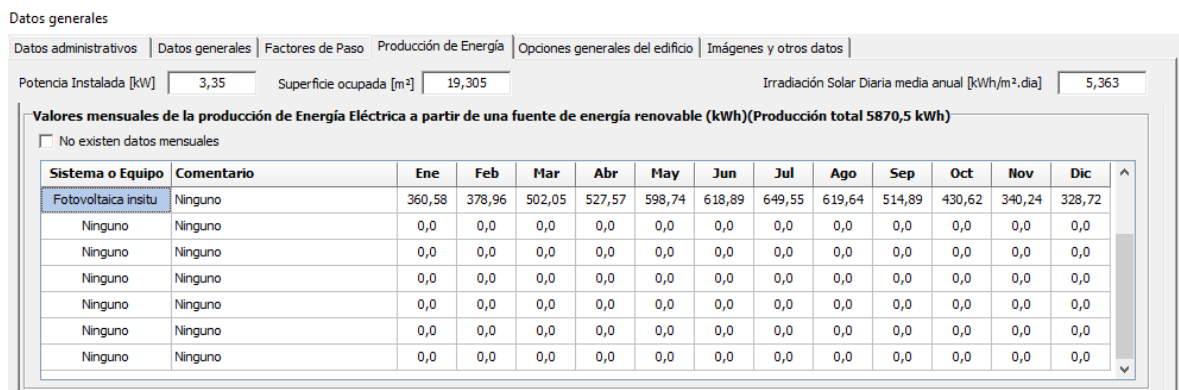


Figura 55. Producció d'energia anual HULC

Es demana la potència instal·lada que és de 3,35 kWp, la superfície de captació que és de 19,305 m² i la irradiació solar diària mitja anual en kWh/m² dia que està directament correlacionat amb el valor de les HSP amb un valor de 5,363 kWh/m². Addicionalment, s'introdueixen els valors mensuals de producció d'energia solar en kWh on calcula la suma total d'energia produïda. Ascendeix a un valor de 5870,5 kWh com s'havia estimat en el punt de la generació anterior.

5.2. Definició de l'envolupant tèrmica

El següent pas de la simulació consta en la definició de l'envolupant tèrmica de l'edificació objecte d'estudi. La informació presentada a continuació, és la referent a la creació i selecció dels materials, tancaments i forats i lucernaris de l'habitatge. Per agilitzar el procés, s'adjunta una figura per cada tipus de desplegable que permet crear el programa com a exemple. Els materials que es creen a la llibreria del HULC equivalen als materials definits en el punt 3.4.3 d'elements constructius.

Figura 56. Creació de l'aïllant tèrmic 'RMTnita' HULC

En la creació dels materials els paràmetres que demanen són el gruix, la conductivitat tèrmica, la densitat, la calor específica i el factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua. Són omplerts amb les dades de les fitxes tècniques de cada material. En cas de no trobar un d'aquests paràmetres, s'agafa un valor estàndard per cada tipologia de material.

Opacos | Semitransparents | Puentes térmicos |

Materiales y productos: Cerramientos y particiones interiores

Grupo: CASA TO

Nombre: W1 exterior izquierda

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Polícarbonato Asilux Arcoplus324					0,555
2	Acero inoxidable	0,040	17,000	7900	460	
3	Acero inoxidable	0,020	17,000	7900	460	
4	OSB 2 cm	0,016	0,130	600	840	
5	RMT nitra mur	0,050	0,036	25	840	
6	OSB 2 cm	0,016	0,130	600	840	
7	RMT nitra mur	0,050	0,036	25	840	
8	OSB22	0,016	0,013	600	840	
9						

Grupo Material: CASA TO

Material: Polícarbonato Asilux Arcoplus324

Esponsor [n]

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U_M [0.20] [W/m²K]
 U_C [0.20] [W/m²K]
 U_S [0.20] [W/m²K]

Aceptar

Figura 57. Creació del mur exterior W1 HULC

En la creació dels tancaments, s'han de seleccionar les capes que el formen en sentit exterior a interior en cas dels murs i en sentit superior a inferior pels tancaments horitzontals com els terres o cobertes.

Per definir els vidres i els marcs no es considera necessari afegir figures per la simplicitat dels paràmetres que demanen. Pels vidres demanen la transmitància tèrmica i el factor solar. Pels marcs demanen la transmitància tèrmica i l'absortivitat.

Opacos | Semitransparents | Puentes térmicos |

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo: CASA TO

Nombre: 03_puerta

Propiedades

Grupo Vidrio: CASA TO

Vidrio: SSG_puerta_03

Grupo Marco: MARCOS_TO

Marco: puerta_03

% hueco cubierto por el marco: 10,00 ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados: 10,00 %

Permeabilidad al aire: 60,00 m²/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados (g_g,sh,w): 0,77

U_H [1.51] [W/m²K]

Aceptar

Figura 58. Creació de la porta O3 HULC

Per definir un forat o lucernari, s'han de combinar les carpetes de la llibreria dels vidres amb la dels marcs. Els paràmetres que demanen són el percentatge cobert pel marc, si és una porta es pot marcar l'opció i posat que sigui una porta sense vidre la fracció de marc simbolitzaria el 100%. També demanen l'increment de la transmitància per intercalaris i calaixos de persiana, la permeabilitat de l'aire i la transmitància total de l'energia solar del vidre amb dispositius d'ombra mòbils activats. Les variables desconegudes són emplenades amb valors de referència.

5.3. Modelització de la Casa TO

Tot seguit, es procedeix a la modelització de la Casa TO amb les eines de dibuix del HULC. En una primera instància s'ha intentat carregar plànols d'AutoCAD, detectava els tancaments exteriors, però no detectava les particions verticals interiors. Per aquest motiu, es va decidir modelitzar amb l'eina de dibuix tot i que el procediment és més elaborat. Cal remarcar que el programa té certes limitacions, i s'ha decidit fer aproximacions per dissenyar l'habitatge el més real possible.

Una de les virtuts que presenta el HULC respecte al CE3X, és que dona la possibilitat de poder dimensionar l'edifici objecte d'estudi i explicitar la ubicació de tots els forjats, tancaments i particions segons un sistema de coordenades o mitjançant la càrrega dels plànols en format “.dxf” d'AutoCAD. Amb tot això, un dels punts crucials on es diferencien és que el HULC permet afegir els forats i lucernaris a les particions verticals interiors, simulant de manera més real el comportament tèrmic de la Casa TO.

El primer pas de tots, consta en crear la planta de la casa amb cota 0,0 m i una altura d'aixecar els tancaments de 2,6 m. La primera consideració és que el programa no permet implementar el sistema de feixes, per consegüent, només es pot incloure un sostre, que és el '*R1 insulated roof not suspended*', sent el més freqüent, i l'única diferència radica en la sostracció d'una capa de 15 mm de fusta en comparació amb l'altre.

Amb el sistema de coordenades del HULC, es defineixen els vèrtexs exteriors de cada tancament. Seguidament, es defineixen els vèrtexs interiors de les particions amb l'ajuda de línies auxiliars, i es delimiten els espais interiors marcant cada vèrtex pertinent en el sentit antihorari. En la figura 46, es pot apreciar de manera visual el primer pas del procediment amb la vista en planta del model:

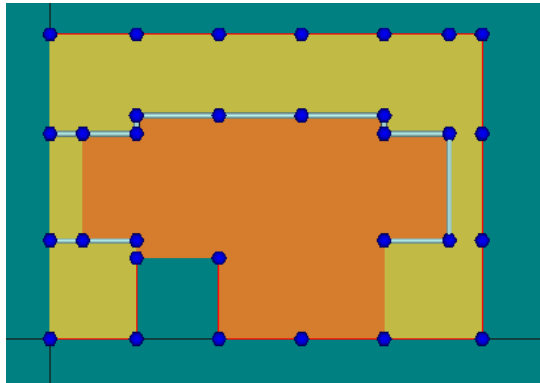


Figura 59. Vista en planta Casa TO HULC

El següent pas del procediment consta d'aixecar els tancaments, les particions verticals i els forjats en contacte amb el terra. Es fa automàticament amb una opció que dona el HULC. Simultàniament, s'ha hagut de definir els tancaments, forjats i particions generals, vist que al moment d'aixecar-los carrega els que s'han definit per defecte. Un cop aixecats, només s'ha d'editar cadascun per adjudicar el tancament, la partició o forjat pertinent a l'estança desitjada.

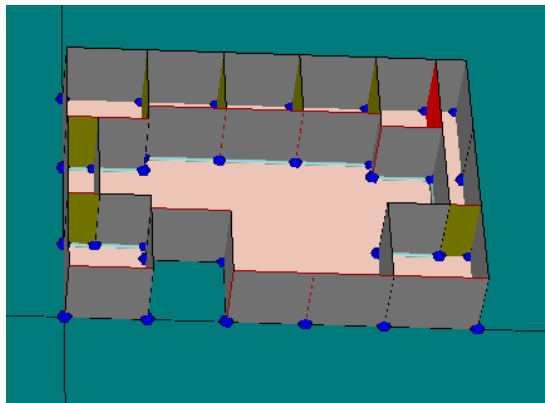


Figura 60. Modelització dels tancament i forjats de la Casa TO HULC

Continuant amb el procediment, el següent pas, pertoca a la inclusió dels forats i lucernaris de la casa. Es defineix cada porta de vidre assignant-li les coordenades on s'inicia respecte a l'eix de coordenades amb origen a la part esquerra inferior del tancament, l'alçada, l'amplada i la reculada. La consideració presa en aquest punt és que la reculada coincideix-hi amb el gruix del mur assignat perquè només estigui la porta de vidre.

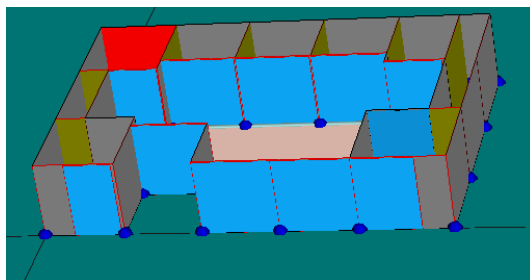


Figura 61. Modelització dels forats i lucernaris Casa TO HULC

En referència a la modelització, l'últim pas d'aixecar superfícies correspon a la incorporació de la coberta plana de la casa TO. Com s'ha dit anteriorment, només hi ha un tipus de sostre per limitacions de programa. Per aconseguir-ho, es fa mitjançant una opció que crea cobertes seleccionant tots els vèrtexs superiors del model. El resultat final s'aprecia en la figura 62:

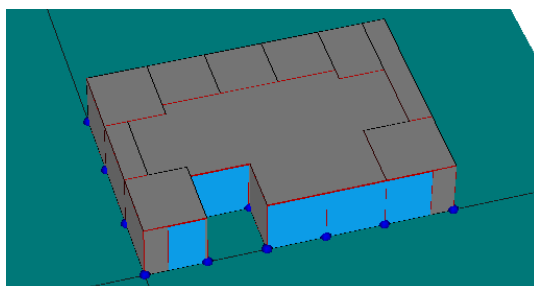


Figura 62. Modelització de la coberta plana de la Casa TO HULC

5.4. Definició de les instal·lacions

Per concloure amb la modelització de la Casa TO amb HULC, es procedeix a la definició de les instal·lacions per poder procedir amb els resultats posteriorment. Els equipaments que permet el programa definir són en primer lloc, la bomba de calor, i en segon lloc el fan-coil amb el recuperador de calor. Tots els valor emplenats en les següents figures han sigut obtinguts arrel de les fitxes tècniques o d'operacions entre dades de les fitxes tècniques.

Bomba de calor aire-agua

Nombre:

Propiedades básicas | Curvas

Capacidad nominal	<input type="text" value="5,79"/>	kW
Consumo nominal	<input type="text" value="1,43"/>	kW

Figura 63. Bomba de calor HULC

Existe Ventilador en el sistema de ventilación

Datos Ficha ErP | Curva dada por puntos | Recuperador

Datos dapor por la ficha ErP

Caudal de cálculo [m3/h]

Potencia electrica consumida [W]

Eficiencia del recuperador [%]

Caudal máximo [m3/h]

Potencia eléctrica de entradaa caudal máximo [W]

Potencia de entrada especifica [W/(m3/h)]

Caudal de referencia [m3/s]

Figura 64. Fan-coil i recuperador de calor HULC

Les instal·lacions han estat definides en uni-zona, atès que la idea de la Casa TO, és la de climatitzar l'espai central per climatitzar les altres estances amb convecció i radiació de la calor.

5.5. Resultats

Un cop definida l'envolupant, es passa a l'obtenció dels resultats atorgats per HULC. El primer apartat que es pot verificar, correspon al CTE HE-1 que avalua la demanda de calefacció i refrigeració en funció als elements constructius. Es poden extraure dues figures, on s'observa la qualitat de l'envolupant tèrmica de l'edifici objecte d'estudi on es compara amb els valors límits preestablerts pel CTE, i en la segona figura, es pot apreciar un gràfic de barres amb la quantificació de la demanda de calefacció i refrigeració en kWh/m².

L'altre apartat que es pot verificar amb el HULC, és el CTE HE-0, CTE HE-4 i CTE HE-5 on es tenen en compte les instal·lacions de l'edificació per determinar si es compleixen els valors límits preestablerts pel CTE en els àmbits de la demanda energètica i la producció d'energia fotovoltaica.

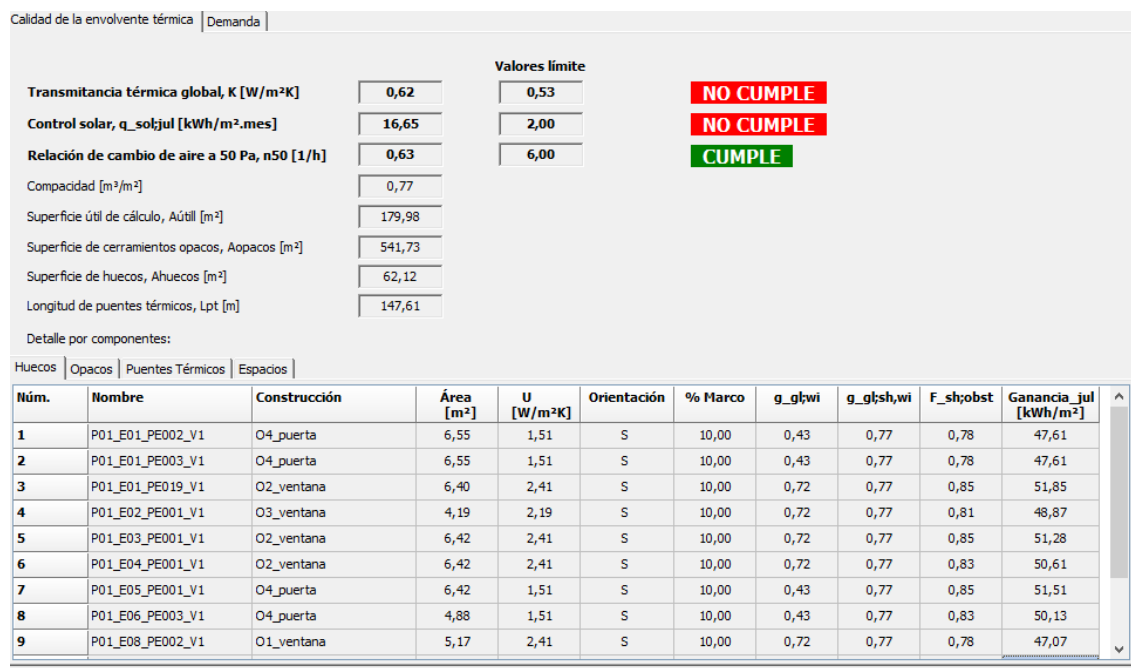


Figura 65. Resultats de la qualitat de l'envolupant tèrmica HULC

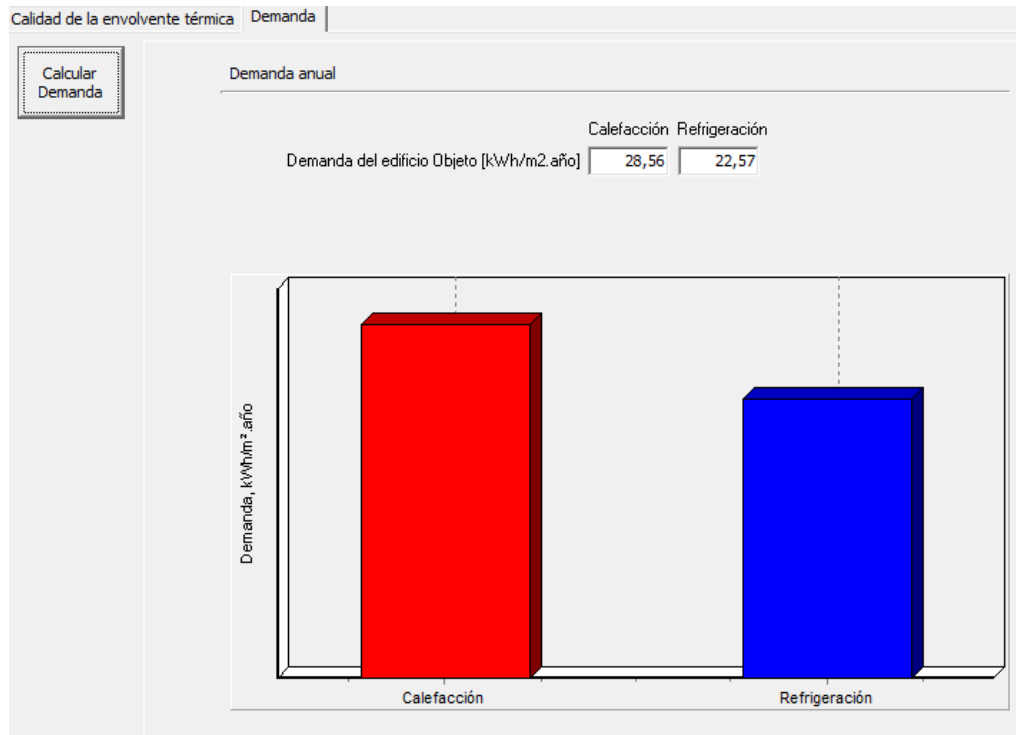
En la figura 64, s'aprecia els resultats de la qualitat de l'envolupant tèrmica de la Casa TO. Es presenten un seguit de valors dels quals els més rellevants segons el programa simbolitzen la transmitància tèrmica de l'edifici, el control solar, i la relació de canvi d'aire. En la transmitància tèrmica de l'edifici, el valor és superior al permès pel CTE per 0,11. Això pot ser degut a la no definició 100% real de tots els tancaments ni altres detalls constructius. Tanmateix, tampoc es tenen en compte els filtres de l'habitatge que juguen un paper crucial fins i tot en l'envolupant tèrmica.

El segon paràmetre que tampoc es compleix, és el control solar. Aquest paràmetre el que delimita, és la quantitat d'irradiància solar del mes de juliol amb relació a les proteccions solars mòbils. Com s'ha dit anteriorment, al no haver modelat els filtres i amb la gran superfície de 'Glazing' de la Casa TO, el guany solar és enorme. El no compliment d'aquest punt no preocupa perquè amb la gran quantitat de filtres que té la casa, en la pràctica es creu que es compleix de sobres.

L'últim valor comparatiu amb els límits ja comentats, és el de les renovacions d'aire per hora, que amb el càlcul fet en el procediment del CE3X compleix amb gran folgança el valor límit de 6 renovacions per hora. Els altres paràmetres que es presenten tenen a veure amb la superfície dels tancaments, longitud dels ponts tèrmics calculats pel programa, etc.

En el gràfic 8, s'aprecia la demanda tèrmica en funció de l'envolupant tèrmica calculada pel HULC. S'obtenen uns valors de 28,56 i 22,57 kWh/m² any per la calefacció i refrigeració respectivament. Observant la demanda de calefacció, s'obté un valor molt més realista que no pas el del CE3X, on la demanda tèrmica de calefacció era de 59 22,57 kWh/m² any. Al poder definir millor l'envolupant el

valor es veu reduït amb gran rellevància. El consum de refrigeració ha augmentat, reflectint més la realitat, ja que la demanda de refrigeració és una mica inferior per les condicions climatològiques de la zona on el clima temperat fa que la sensació tèrmica del fred sigui més notable amb la conseqüència directa de crear la diferència entre les dues demandes tèrmiques. Tot això, amb la modelització exacta de la casa, considerant les estratègies passives tant de refrigeració com de calefacció, i l'addició dels filtres, aquests dos valors es veurien disminuïts.



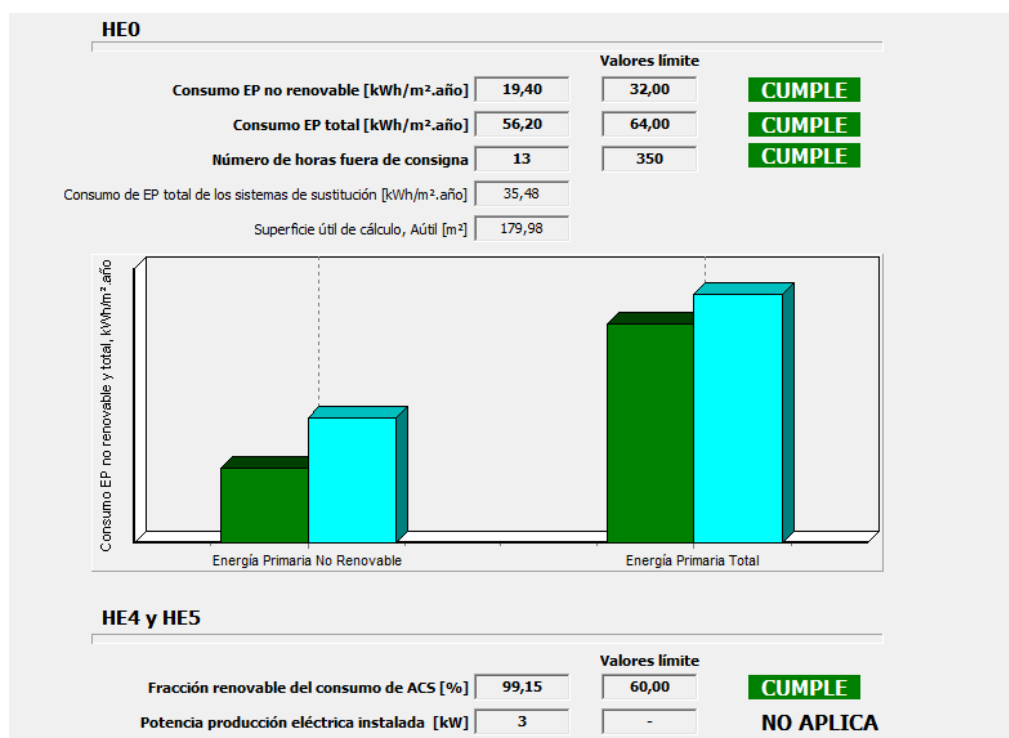
Gràfic 8. Demanda de calefacció i refrigeració HULC

Per concloure amb els resultats, es passa a la verificació del HE-0, HE-4 i HE-5. Aquesta funcionalitat és addicional en comparació amb el CE3X, on només pots obtenir la demanda tèrmica de calefacció i refrigeració, i les emissions generades per aquestes i del consum d'ACS. La bona modelització de les instal·lacions de la Casa TO, fan que les limitacions imposades pel CTE siguin acomplides.

En la primera de totes, es parla sobre el consum d'energia primària no renovable on es té un valor de 19,40 kWh/m² any sent el límit 32 kWh/m² any. La següent fa referència al consum d'energia primària total on es té un valor de 56,2 kWh/m² any enfront els 64 kWh/m² any límits. Finalment, el nombre d'hores fora de consigna són 13 envers les 350 estipulades pel CTE. Les hores de consigna segons el CTE (30) són " nombre d'hores al llarg de l'any en què qualsevol dels espais habitables condicionats de l'edifici o, si escau, part de l'edifici, se situa, durant els períodes d'ocupació, fora del rang de

temperatures de consigna de calefacció o de refrigeració, amb un marge superior a un 1 °C, definit en les seves condicions operacionals”.

En el gràfic 9, es pot apreciar en un diagrama de barres, la distribució de l'energia primària de la Casa TO de color verd comparada amb els valors límits del CTE DB HE-0:



Gràfic 9. Verificació HE-0, HE-4 i HE-5 HULC

Respecte a les últimes dues verificacions, es supera clarament el valor límit inferior de la fracció renovable del consum d'ACS tenint un 99,15% amb l'energia generada amb els 10 mòduls fotovoltaics, quan el valor límit inferior és de 60%. L'últim paràmetre és el de la potència de producció elèctrica instal·lada que directament no és aplicada pel HULC.

El HULC és un programa molt més complet que el CE3X on es poden introduir una gran varietat de paràmetres en diferents àmbits, amb major precisió i amb més resultats, però la seva complexitat es veu augmentada exponencialment.

6. Propostes de millora

Les propostes de millora que s'expliquen a continuació són fruit dels resultats obtinguts de la simulació realitzada amb HULC i CE3X, propostes arrelades de la temàtica de l'eficiència energètica i també propostes amb l'objectiu de guanyar certa independència energètica enfront la xarxa elèctrica. Per tant, incorporació d'un sistema d'emmagatzematge d'energia, la tramitació de l'autoconsum, etc.

Convé ressaltar que la implementació d'aquestes propostes de millora, són casos hipotètics amb la seva quantificació econòmica corresponent. Òbviament, aquestes propostes només tenen sentit implementar-les en cas de rebre un finançament extern per dur-les a terme i sobretot, que la utilització de la Casa TO com a laboratori, espai cultural, o com a casa sigui molt més rellevant que abans de la situació de pandèmia mundial, on era pràcticament nul·la per la seva recent finalització.

6.1. Sistema d'emmagatzematge d'energia

La primera proposta de millora de la Casa TO, és la implementació d'un sistema d'emmagatzematge d'energia que pugui dotar d'una certa independència energètica de la xarxa elèctrica. Aquesta proposta és considerada com a primordial si es volen seguir les línies d'actuació traçades en la gènesi de la concepció del mateix habitatge, on juntament amb les directrius del '*Solar Decathlon Europe*', es busca el disseny i construcció d'un habitatge sostenible i autosuficient directament lligat amb la ja esmentada transició energètica.

Actualment, la casa té un sistema de captació solar pel qual pot consumir l'energia al mateix moment gràcies a les plaques, inversor, etc. El problema radica quan la producció fotovoltaica no és la suficient per a cobrir tot el consum energètic per motius climatològics com pot ser un cel ennuvolat o pics de consum on es desequilibri el balanç energètic entre generació i consum o directament quan no hi ha radiació solar per nocturnitat o per ombres d'edificis veïns.

Degut al desequilibri produït entre les càrregues de la casa i els punts de generació, és totalment necessària la importació d'energia des de la xarxa elèctrica. Aquesta acció té com a conseqüència la contractació d'una tarifa elèctrica que comporta uns costos associats a l'energia consumida i a la potència contractada, i als peatges de transport i distribució.

Per determinar la quantitat d'energia importada de la xarxa elèctrica es realitza mitjançant el següent balanç energètic:

$$P_G = P_V - P_L \quad (\text{Eq. 4})$$

On:

- P_G : és l'energia necessària de la xarxa en kWh.
- P_V : és l'energia injectada provinent dels panells fotovoltaics en kWh.
- P_L : és l'energia consumida per les càrregues de la casa en kWh.

En el moment el qual s'incorpora el banc de bateries, l'equació que defineix el balanç energètic passa a ser:

$$P_G = P_V + P_S - P_L \quad (\text{Eq. 5})$$

On:

- P_G : és l'energia necessària de la xarxa en kWh.
- P_V : és l'energia injectada provinent dels panells fotovoltaics en kWh.
- P_L : és l'energia consumida per les càrregues de la casa en kWh.
- P_S : és l'energia proporcionada o consumida per les bateries en kWh.

Per aquest balanç, és imprescindible esmentar que la variable pot prendre valors positius si injecta energia en el sistema per pal·liar les càrregues, o pot prendre valors negatius si és carregada per les plaques solars o la mateixa xarxa elèctrica. Aquesta casuística de valors negatius, pot ocórrer en cas que la producció solar fotovoltaica sigui superior al consum de les càrregues de la casa o si es decideix per estratègies energètiques predefinides per l'usuari, carregar-la amb la xarxa elèctrica.

Un criteri de disseny del sistema que actua com a microxarxa, és el de no eliminar l'aportació de la xarxa elèctrica i tenir-la com a últim recurs. La idea d'aquesta proposta de millora, és la de dimensionar el banc de bateries amb la suficient autonomia com perquè la xarxa elèctrica no entrés en funció. Però al no comptar amb un generador auxiliar com podria ser un grup electrogen -ja que no compleix amb les ja citades directrius del '*Solar Decathlon Europe*'-, o un generador complementari, com podria ser un mini aerogenerador eòlic, es decideix tenir un punt de connexió amb la xarxa elèctrica per cobrir el consum elèctric necessari en els casos més extrems com el no funcionament dels mòduls fotovoltaics, el no funcionament de les bateries, o simplement el dèficit energètic provinent del balanç per tenir les bateries descarregades amb una pobre producció solar.

A continuació s'adjunta un esquema de la interconnexió dels diferents blocs que formarien la Casa TO a l'implementar el sistema d'emmagatzematge d'energia:

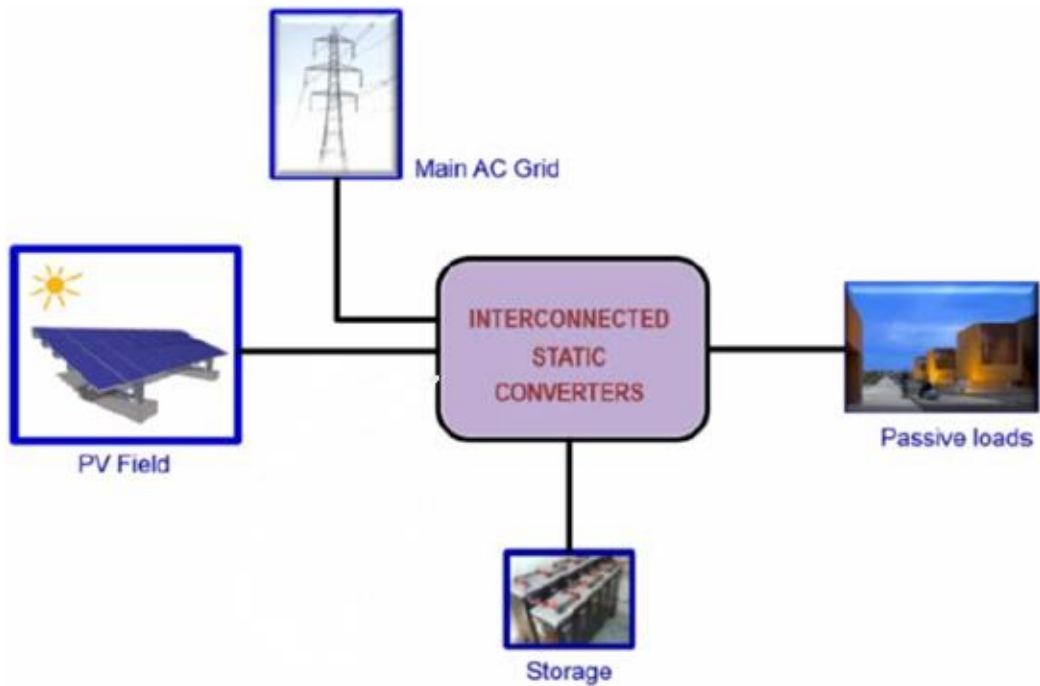


Figura 66. Esquema Casa TO amb sistema d'emmagatzematge d'energia (31)

A l'esquema de la figura 66, s'observa la font generadora que seria el camp fotovoltaic, la xarxa elèctrica que pot actuar com a font generadora o com a càrrega des del punt de vista d'injectar l'excedent d'energia, el sistema d'emmagatzematge amb el mateix comportament que la xarxa elèctrica i les càrregues de l'habitatge. Tots aquests blocs estan interconnectats per un inversor i un regulador de càrrega amb les funcions de gestionar els fluxos d'energia del sistema mitjançant un EMS (*Energy Management System*) definit per l'usuari.

6.1.1. Dimensionament del sistema d'emmagatzematge

En aquest punt de la memòria, es definirà el procediment que s'ha de realitzar per dimensionar el sistema d'emmagatzematge per després determinar la solució més òptima tenint en compte diferents escenaris possibles.

Pel mateix dimensionament del sistema d'emmagatzematge, és crucial les variables inicials a tenir en compte, com són el recurs solar, la tensió a la qual treballa l'habitatge, la capacitat requerida, els dies d'autonomia amb els quals es vol treballar, etc.

6.1.1.1. Procediment

El primer pas del procediment per dimensionar el sistema d'emmagatzematge (32), és el d'obtenir el consum requerit de la casa en Ah/dia. Simplement s'ha de dividir el consum diari (Wh) entre la tensió de treball de la casa (V).

Un cop es té el consum requerit de la casa en Ah/dia, s'ha de determinar una variable anomenada K_T que simbolitzen totes les pèrdues de la instal·lació elèctrica, des dels panells fotovoltaics, fins a les pèrdues produïdes per efecte Joule a tota la instal·lació. Per quantificar-les, es realitza segons la següent equació:

$$K_T = [1 - (K_B + K_X + K_C + K_R)] \cdot \left[1 - \frac{K_A \cdot D_{aut}}{P_D} \right] \quad (\text{Eq. 6})$$

On:

- K_T : són les pèrdues totals de la instal·lació
- K_B : són les pèrdues pel rendiment de la bateria
- K_C : són les pèrdues degudes al rendiment de l'inversor
- K_R : són les pèrdues del regulador
- K_X : són les pèrdues per efecte Joule
- D_{aut} : són els dies d'autonomia
- P_D : és la profunditat de descàrrega de la bateria en tant per 1

Per la determinació dels dies d'autonomia sempre s'han de cenyir als criteris de la instal·lació, de les condicions climàtiques del lloc, etc. encara que hi ha una taula que en funció de la zona climàtica aconsellen uns dies d'autonomia i és la següent:

Taula 7. Dies d'autonomia (32)

Dies d'autonomia	
Zona climàtica / Sistemes	Dies
Zona amb Sol regular	3 dies
Sistemes no crítics	Entre 2 i 5 dies
Sistemes amb Sol irregular	Entre 5 i 7 dies
Sistemes crítics	Entre 5 i 10 dies
Zones crítiques	15 dies

El següent pas correspon a l'estimació del consum requerit sobredimensionat on es tenen les pèrdues totals de la instal·lació fotovoltaica i elèctrica. Es pot deduir amb l'equació 7:

$$C_{req'} = \frac{Consum}{K_T} \quad (\text{Eq. 7})$$

Amb el consum requerit sobredimensionat, es pot calcular la capacitat nominal de la bateria:

$$C_{alm} = \frac{C_{req'} \cdot D_{aut}}{P_D} \quad (\text{Eq. 8})$$

Els últims passos del procediment del dimensionament del sistema d'emmagatzematge, simbolitzen la determinació del nombre de bateries en sèrie que depenen de la tensió nominal del sistema i de la tensió de la bateria, i el nombre de bateries en paral·lel que depenen de la capacitat total del sistema d'acumulació, i la capacitat nominal de la bateria. Per consegüent, es presenten les dues equacions que permeten determinar el nombre de bateries en sèrie i paral·lel:

$$n_{BS} = \frac{V_{nom}}{V_{bat,nom}} \quad (\text{Eq. 9})$$

On:

- n_{BS} : són el nombre de bateries en sèrie
- V_{nom} : és la tensió nominal del sistema V
- $V_{bat,nom}$: tensió nominal de la bateria expressada en V

$$n_{BP} = \frac{C_{alm}}{C_{bat,nom}} \quad (\text{Eq. 10})$$

On:

- n_{BS} : són el nombre de bateries en paral·lel
- C_{alm} : és la capacitat requerida del sistema expressada en Ah/dia
- $C_{bat,nom}$: capacitat nominal de la bateria expressada en Ah

Finalment, l'últim pas és la determinació del nombre final de bateries que es volen implementar en la Casa TO segons la següent equació:

$$n_{BT} = n_{BS} \cdot n_{BP} \quad (\text{Eq. 11})$$

Altrament, al dimensionar el sistema d'emmagatzematge, s'ha d'incorporar un dispositiu que permeti emmagatzemar l'energia excendent en la bateria. El model triat per fer-ho, és del fabricant 'Sunny Boy' model 'Storage 3.7' (33). Es tracta d'un inversor de bateria 'multistring' que es combina a la perfecció amb l'inversor que hi ha instal·lat en la casa. S'adjunta en els annexos la fitxa tècnica de l'inversor de bateries. El seu preu de compra és de 2075 € segons la pàgina web de "TeknoSolar" (34).

6.1.1.2. Sistema d'emmagatzematge Casa TO situació actual

Amb les dades de consum i generació estimades per la situació actual de la Casa TO, es procedeix a obtenir els resultats dels càlculs de les equacions anterior. Primerament, es presenta una taula amb els coeficients de pèrdues, els dies d'autonomia seleccionats i la profunditat de descàrrega.

Taula 8. Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge Casa TO cas actual (Elaboració pròpia)

Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge		
Variable	Abreviació	Valor
Pèrdues per auto descàrrega de la bateria	Ka	0,005
Pèrdues pel rendiment de la bateria	Kb	0,05
Pèrdues de l'inversor	Kc	0,05
Pèrdues del regulador	Kr	0,1
Pèrdues per efecte Joule	Kx	0,1
Dies d'autonomia	Daut	2
Profunditat de descàrrega	P _D	0,8

Els valors dels coeficients de pèrdues han sigut estipulats segons les fitxes tècniques dels dispositius triats, i en cas del seu desconeixement, s'han agafat els valor típics que estan dins d'uns límits establerts en l'àmbit internacional. Els dies d'autonomia coincideixen amb la zona climàtica de sistemes no crítics (clima mediterrani).

Tot seguit, s'adjunta la taula amb els resultats dels càlculs finals per la tria del model de bateria i el nombre de mòduls necessaris per complir amb els requisits energètics i tècnics.

Taula 9. Determinació del sistema d'emmagatzematge Casa TO cas actual (Elaboració pròpia)

Determinació del sistema d'emmagatzematge		
Variable	Abreviació	Valor
Pèrdues totals de la instal·lació	K _T	0,69
Consum requerit (Ah/dia)	Creq'	1156,72
Capacitat d'emmagatzematge (Ah)	Calm	2891,8
Nombre de mòduls en sèrie	nBS	2

Nombre de mòduls en paral·lel	nBP	2
Nombre total de mòduls	nBT	4

Sabent que la tensió nominal de la Casa TO és de 24 V com a dada clau per la majoria dels càlculs s'acaba obtenint que es necessiten 4 mòduls de bateries on es connectin en 2 en sèrie per cada branca del model "UzS1400-12" del fabricant "Ultracell" (35).

Els requisits tècnics són complits a la perfecció per aquest model de bateria on la capacitat nominal és la mateixa per cada mòdul en sèrie. La suma dels mòduls dona la capacitat de 2800 Ah. No arriba als 2891,8 Ah calculats però com es creu que el consum de la Casa TO estimat pels arquitectes està sobredimensionat en excés, aquest model i configuració de bateria funcionaria perfectament. El preu de la solució segons la pàgina web d'Autosolar (36) és de 2499,32 € per unitat fent un total de 11872,28€ incloent el preu del inversor de bateries.

Al final de la memòria s'adjunta l'annex del model UzS1400-12 amb la peculiaritat que és el model de 2 V en comptes de 12 V, ja que per obtenir els 12 V es ven com a conjunt de 6 mòduls en sèrie.

6.1.1.3. Sistema d'emmagatzematge Casa TO 15 mòduls

Amb les dades de consum i generació estimades pel cas hipotètic de la Casa TO on s'implementa 5 mòduls en sèrie addicionals, es procedeix a obtenir els resultats dels càlculs de les equacions anterior. Primerament, es presenta una taula amb els coeficients de pèrdues, els dies d'autonomia seleccionats i la profunditat de descàrrega.

Taula 10. Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge Casa TO 15 mòduls (Elaboració pròpia)

Paràmetres del càlcul del sistema d'emmagatzematge		
Variable	Abreviació	Valor
Pèrdues per auto descàrrega de la bateria	Ka	0,005
Pèrdues pel rendiment de la bateria	Kb	0,05
Pèrdues de l'inversor	Kc	0,05
Pèrdues del regulador	Kr	0,1
Pèrdues per efecte Joule	Kx	0,1
Dies d'autonomia	Daut	2
Profunditat de descàrrega	P _D	0,8

Els valors dels coeficients de pèrdues han sigut estipulats segons les fitxes tècniques dels dispositius triats, i en cas del seu desconeixement, s'han agafat els valor típics que estan dins d'uns límits establerts

en l'àmbit internacional. Els dies d'autonomia coincideixen amb la zona climàtica de sistemes no crítics (clima mediterrani).

Tot seguit, s'adjunta la taula 11 amb els resultats dels càlculs finals per la tria del model de bateria i el nombre de mòduls necessaris per complir amb els requisits energètics i tècnics.

Taula 11. Determinació del sistema d'emmagatzematge Casa TO situació actual (Elaboració pròpia)

Determinació del sistema d'emmagatzematge		
Variable	Abreviació	Valor
Pèrdues totals de la instal·lació	K_T	0,69
Consum requerit (Ah/dia)	Creq'	452,08
Capacitat d'emmagatzematge (Ah)	Calm	1130,2
Nombre de mòduls en sèrie	nBS	4
Nombre de mòduls en paral·lel	nBP	2
Nombre total de mòduls	nBT	8

Sabent que la tensió nominal de la Casa TO és de 24 V com a dada clau per la majoria dels càlculs s'acaba obtenint que es necessiten 8 mòduls de bateries on es connectin en 4 en sèrie per cada branca del model "UzS600-6" del fabricant "Ultracell" (35).

Els requisits tècnics són complits a la perfecció per aquest model de bateria on la capacitat nominal és la mateixa per cada mòdul en sèrie. La suma dels mòduls dona la capacitat de 1200 Ah. Per la determinació de la quantitat d'energia requerida, ha sigut reduïda per la instal·lació dels 5 mòduls, amb un valor de 7500 Wh/dia. Tot i així, amb la gran quantitat d'energia que es generaria, el valor de 7500 Wh/dia està sobredimensionat per temes de seguretat. El preu de la solució segons la pàgina web d'Autosolar (37) és de 399,69 € per unitat fent un total de 3197,52 €.

A aquest preu se li hauria de sumar el cost dels 5 nous mòduls fotovoltaics, amb un preu unitari de 166,97 € fent un total de 834,85 €. Els preus han sigut obtinguts de la pàgina web "NasaEnergia" (38), ja que en la pàgina web de Nousol (28) només hi ha la fitxa tècnica.

El preu total de l'opció de l'addició de 5 mòduls és de 6107,37 € incloent el preu del inversor de bateries. La meitat de l'opció anterior. Al final de la memòria s'adjunta l'annex del model UzS600-6.

6.2. Modalitats d'autoconsum

S'ha decidit incorporar aquest punt de la memòria en les propostes de millora -on es parla de les modalitats d'autoconsum regulades en el RD 244/2019 de 5 d'abril (39) pel qual es regulen les

condiciones administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum de l'energia elèctrica. -, a raó de l'elecció de la modalitat més adequada pot minimitzar el 'payback' de la inversió feta en una primera instància. Tota la informació que ve a continuació ha sigut extreta del RD comentat prèviament i la guia de tramitació d'autoconsum del "Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético" (IDAE) (40).

S'entén com autoconsum, el consum per part d'un o diversos consumidors d'energia elèctrica provinent d'instal·lacions de producció pròximes a les de consum i associades a aquests. Amb aquesta definició, es redueix a tres modalitats d'autoconsum amb les seves distincions dins de cada modalitat.

- Primera modalitat: Autoconsum sense excedents
- Segona modalitat: Autoconsum amb excedents acompanyats a compensació
- Tercera modalitat: Autoconsum amb excedents no acompanyats a compensació

Com a dades remarcables d'aquest Real Decret, s'incorpora la definició d'autoconsum col·lectiu de font renovable a través de xarxa interior i amb xarxa de distribució i és la següent: es diu que un subjecte consumidor participa en un autoconsum col·lectiu quan pertany a un grup de diversos consumidors que s'alimenten, de manera acordada, d'energia elèctrica provinent d'instal·lacions de producció pròximes de xarxa interior o a través de la xarxa. Els consumidors associats amb una modalitat d'autoconsum col·lectiva han de signar un acord de repartiment on s'estableixen un coeficient de repartiment β que determina el percentatge d'energia generada que autoconsumirà cada consumidor associat (40).

Per beneficiar-se de l'autoconsum col·lectiu, tots els usuaris associats han de pertànyer a la mateixa modalitat d'autoconsum comunicant-se de manera individual amb la distribuïdora en un mateix acord, amb els criteris de repartiment signats per tots. El valor de la β com s'ha dit prèviament, variarà segons l'acord de repartiment signat pels consumidors associats, però en cas de no arribar a un acord, la distribuïdora serà l'encarregada de determinar el coeficient de repartiment en funció de l'equació que es troba a l'annex I del RD 244/2019 (39):

$$\beta_i = \frac{P_{c_i}}{\sum P_{c_j}} \quad (\text{Eq. 12})$$

On:

- P_{c_i} Potència màxima contractada al consumidor associat i.
- $\sum P_{c_j}$: Suma de les potències màximes contractades per tots els consumidors que participen en l'autoconsum col·lectiu.

També, s’eliminen els peatges per l’energia auto consumida que eren una de les grans traves a l’hora de decidir la instal·lació de mòduls fotovoltaics.

Seguidament, s’adjunta la figura 67 amb la classificació de les modalitats d’autoconsum per tenir una visió global:

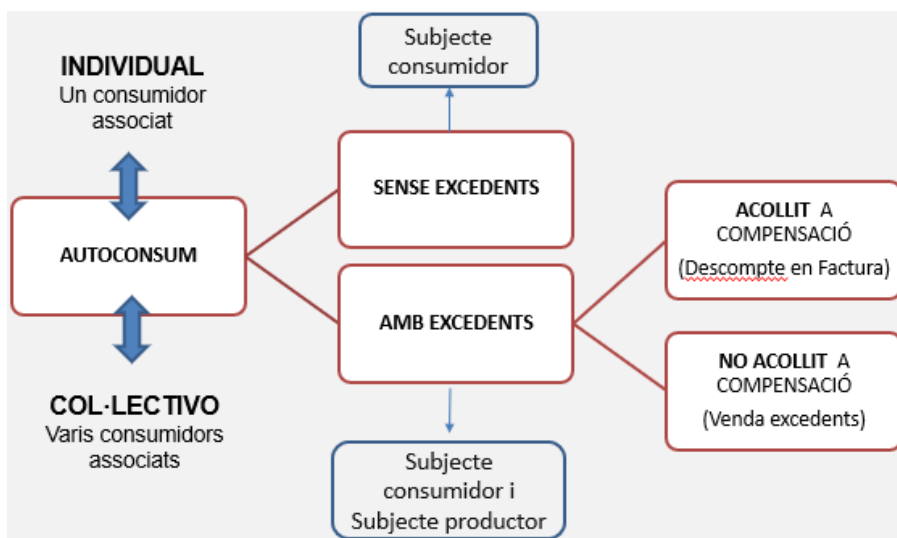


Figura 67. Mapa conceptual de les modalitats d'autoconsum (40)

6.2.1. Autoconsum sense excedents

Es tracten d’instal·lacions d’autoconsum que encara estan connectades a la xarxa interior del consumidor que enllaça amb la xarxa de distribució, no injecten energia a la xarxa a causa de l’obligatorietat de la implementació d’un sistema anti abocament d’acord amb la ITC-BT-40 (41). S’ha d’implementar aquest sistema anti abocament que solen ser un conjunt de díodes que impedeixen el pas de la corrent cap a la xarxa, perquè com el títol de la modalitat indica, els excedents generats han de ser consumits al moment si no es té un grup d’emmagatzematge d’energia, o si en tingués, es podria consumir al llarg del període desitjat sense la possibilitat d’abocar a xarxa.

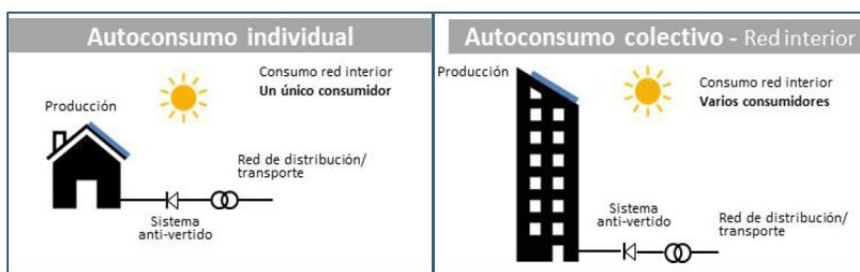


Figura 68. Autoconsum sense excedents (40)

En aquest tipus de modalitat d'autoconsum, el titular del punt de subministrament, és a dir el consumidor, serà també el titular de les instal·lacions de generació connectades a la xarxa o pot haver-hi més d'un titular i propietari de les instal·lacions posat que sigui un autoconsum col·lectiu. El consumidor o consumidors, seran els responsables de qualsevol incompliment que pogués tenir conseqüències en la xarxa o qualsevol fallada provocada en la xarxa.

Aquesta, és l'única modalitat que està exempta dels permisos d'accés i connexió a la xarxa elèctrica.

6.2.2. Autoconsum amb excedents

La gran diferència entre la modalitat anterior i l'actual, és que en aquesta està permès l'abocament d'energia elèctrica a la xarxa de distribució o transport. Al tenir una modalitat amb excedents, tant la vessant col·lectiva com la vessant individual, si la instal·lació generadora es connecta a la xarxa interior o si comparteix les infraestructures de la connexió a xarxa de distribució o transport, el productor i consumidor respondran enfront de qualsevol incompliment (40).

Les instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum amb excedents es poden connectar de dues maneres:

1. Si la connexió es fa a la xarxa interior del consumidor o dels consumidors associats s'anomenen instal·lacions pròximes en xarxa interior.
2. Si la connexió es fa en un punt extern de la xarxa interior, de manera que la instal·lació generadora s'uneixi als consumidors associats utilitzant la xarxa pública, s'anomenen instal·lacions pròximes a través de xarxa.

Malgrat que per tenir una connexió a través de xarxa, s'han de complir almenys un dels següents criteris (40):

- La connexió es realitza a la xarxa de BT que es deriva del mateix centre de transformació al qual pertany el consumidor.
- La connexió tant dels consums com el de la generació, es realitza en BT, i a distància existent entre els comptadors de generació i de consum és menor de 500 m, mesurats en projecció ortogonal en planta.
- La instal·lació generadora i els consumidors associats s'ubiquen a la mateixa referència cadastral, agafada com tal si coincideixen els 14 primers dígits (amb l'excepció de les comunitats autònomes amb normativa cadastral pròpia).

En aquest tipus d'instal·lacions, al realitzar-se la transferència d'energia a través de la xarxa de distribució, els consumidors associats hauran de pagar una quota per l'ús de la xarxa, la qual estarà determinada per la "Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia" (CNMC).

6.2.2.1. Autoconsum amb excedents acompanyats a compensació

Aquest tipus de modalitat s'activa en el moment en el qual el consumidor de manera voluntària decideix acollir-se al mecanisme de compensació d'excedents.

El funcionament de la compensació dels excedents és bàsic i intuïtiu. L'energia procedent dels mòduls fotovoltaics que no sigui consumida in situ, en el mateix moment de ser generada o emmagatzemada pels consumidors associats, s'ha d'abocar a la xarxa elèctrica. Quan el balanç energètic de l'habitatge o negoci, es desequilibra per un consum elevat de les càrregues passives i actives, els consumidors, han de comprar l'energia a la xarxa al preu estipulat amb la comercialitzadora en el seu contracte de subministrament.

En el moment que acaba el període de facturació (mai superior a un mes), es realitza la compensació entre el cost de l'energia que s'ha comprat a la xarxa i el valor de l'energia abocada a la xarxa. El preu de l'energia abocada a la xarxa està valorat en el preu mitjà horari de mercat menys el cost dels desviaments o al preu acordat amb la comercialitzadora) (40).

S'ha de puntualitzar, que el màxim import compensable de la factura, correspon a l'import de l'energia injectada a la xarxa dins del període de facturació. En l'hipotètic cas de superar a l'energia comprada dins del ja esmentat període de facturació, mai s'abonarà per part de la comercialitzadora als usuaris, ja que el balanç econòmic mai podrà ser negatiu ni podrà compensar els peatges d'accés a la xarxa de distribució o transport.

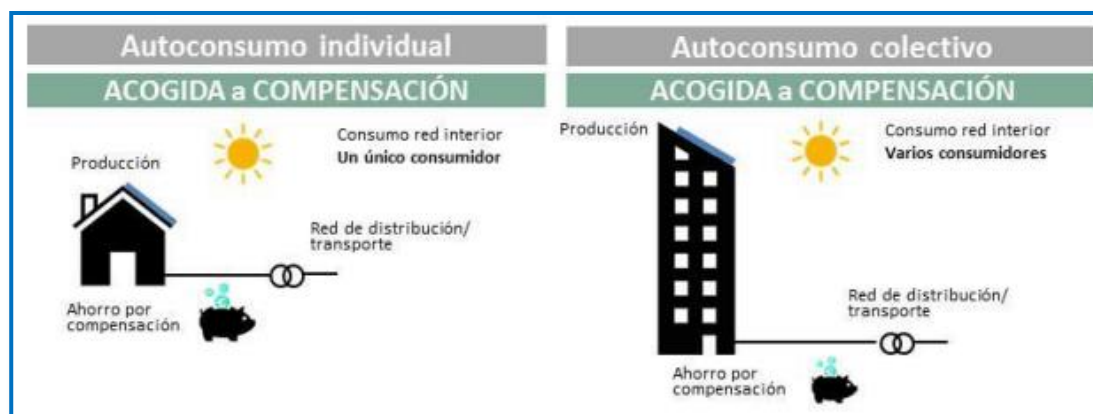


Figura 69. Autoconsum amb excedents acompanyats a compensació (40)

Per acollir-se a compensació totes les instal·lacions han de complir els següents requisits tenint en compte que totes han de ser instal·lacions amb xarxa interior (40):

1. La instal·lació generadora és de font renovable
2. La potència de la instal·lació de producció és igual o inferior a 100 kW
3. Si requereix contracte de Serveis Auxiliars (SSAA) de producció, cal que el consumidor hagi subscrit un únic contracte de subministrament pel consum associat i SSAA
4. S'hagi subscrit el contracte de compensació d'excedents
5. La instal·lació de producció no estigui subjecta al Règim Retributiu Específic o Addicional

Aquesta modalitat d'autoconsum està exempta de pagar el peatge corresponent de generació de 0,5€/MWh i també està exempta de pagar l'Impost sobre el Valor de la Producció d'Energia Elèctrica (IVPEE) del 7%.

A continuació, s'adjunta la figura 70 amb una factura d'exemple per aclarir el sistema de compensació simplificat pels autoconsums amb excedents acollits a compensació:

Factura SIN Instalación FV				ACOGIDA A COMPENSACIÓN Factura CON Instalación FV			
Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes	Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €	Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €	Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €	TOTAL Término FIJO			19,45 €
Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes	Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes
Coste energía	400	0,069	27,60 €	Coste energía	280	0,069	19,32 €
Peaje de acceso	400	0,044	17,60 €	Peaje de acceso	280	0,044	12,32 €
				Excedentes FV	380	0,050	-19,00 €
				Cuántia uso de red próxima	0	(*)	0 €
TOTAL Término VARIABLE			45,20 €	TOTAL Término VARIABLE			12,64 €
Subtotal			64,65 €	Subtotal			32,09 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			3,31 €	Impuesto eléctrico (5,11%)			1,64 €
Alquiler contador 30 días			0,81 €	Alquiler contador 30 días			0,81 €
Subtotal			68,77 €	Subtotal			34,54 €
IVA (21%)		21%	14,44 €	IVA (21%)		21%	7,25 €
TOTAL FACTURA			83,21 €	TOTAL FACTURA			41,79 €
				AHORRO: 50%			

Figura 70. Exemple de factura d'autoconsum amb excedents acollits a compensació (40)

En la imatge superior, es pot apreciar el fragment d'una factura amb tarifa 2.0 A de l'autoconsum acollit a compensació amb excedents separada en diferents blocs. El primer bloc que s'aprecia correspon a la potència contractada que es divideix en 2, el peatge d'accés i el marge de la comercialitzadora. Aquests dos conceptes són fixos i només canviaria el seu valor en cas de modificar la potència contractada.

El següent bloc és el de l'energia consumida que es divideix en 4, el cost de l'energia consumida, el peatge d'accés de l'energia, els excedents fotovoltaics abocats a la xarxa elèctrica i la quantia d'ús de la xarxa pròxima. Tots aquests conceptes són variables, atès que depenen exclusivament de l'energia

consumida en el període de facturació que mai podrà ser superior a un mes en tractar-se d'autoconsum.

Finalment hi ha un altre bloc on estan els impostos que venen amb cada factura que són l'impost elèctric del 5,11%, el lloguer dels equips de mesura, normalment sol ser els comptadors que disposi cada casa/local, i l'Impost sobre el Valor Afegit (IVA) del 21%.

Entrant en detall amb la compensació dels excedents, es parteix del punt que els termes de potència, energia i el terme d'energia reactiva generat pels electrodomèstics que contenen bobines i condensadors al seu interior, no poden ser compensats, ja que són els peatges d'accés a la xarxa de distribució i transport.

Per consegüent, el que es pot compensar és només el terme d'energia consumida, on es determina el seu valor econòmic en funció de la tarifa contractada i el preu amb la comercialitzadora establert en mutu acord com es determina de la mateixa manera l'altre terme que és el valor econòmic de l'energia abocada a la xarxa. Per saber el valor de la compensació, únicament s'ha de restar els dos termes i el resultat és el que es paga a la comercialitzadora, puntualitzant com s'ha dit prèviament, que el valor final mai pot ser negatiu encara que s'aboquin més kWh dels que es consumeixen tenint en consideració el preu acordat amb la comercialitzadora.

Cal remarcar, que per compensar l'energia abocada a la xarxa amb l'energia consumida provinent de la xarxa elèctrica, no és exactament el balanç entre aquestes dues a final del període de facturació sinó que es compensa fent el balanç energètic hora a hora de tot el període de facturació. Aquest concepte acostuma a donar confusions entre les comercialitzadores i els consumidors associats.

En l'exemple superior, s'aprecia com amb una bona instal·lació s'aconsegueix un estalvi mensual del 50% de la factura sense instal·lació fotovoltaica perquè es redueix el consum provinent de la xarxa elèctrica amb l'energia autoconsumida i s'aboquen 100 kWh més del que es consumeix en el dit període de facturació compensant amb el preu acordat 19 € dels 19,32 €. Per consegüent, l'amortització dels mòduls fotovoltaics i la recuperació de la inversió serà al més aviat possible.

6.2.2.2. Autoconsum amb excedents NO acollits a compensació

L'última modalitat que hi ha d'autoconsum, correspon a les situacions on la instal·lació genera excedents d'energia però el consumidor associat no es vol acollir al sistema de compensació o simplement, no compleix amb els requisits tècnics i legals per acollir-se. Quan això passa, els excedents que no són auto consumits a l'instant o emmagatzemats, s'abocaran directament a la xarxa elèctrica.

L'energia excedentària produïda per la instal·lació, serà venuda en el mercat elèctric i rebrà el mateix tracte que qualsevol classe d'energia provinent de les fonts renovables, cogeneració i residus dels grans generadors, aplicant l'IVPEE amb un valor de 7% i el peatge de generació de 0,5 €/MWh (40):



Figura 71. Autoconsum amb excedents NO acollits a compensació (40)

Al no acollir-se al sistema de compensació per vendre els excedents d'energia al mercat elèctric, no és necessari el compliment de les premisses establertes per acollir-se a la modalitat del sistema de compensació, és per això que les instal·lacions poden ser tant de xarxa interior, com a través de xarxa.

En aquesta modalitat, desapareix el concepte de *prosumer*, que engloba l'usuari com a consumidor i productor a la vegada, vist que s'han de donar d'alta com a productor d'energies renovables en el Registre Administratiu d'Instal·lacions Productores d'Energia elèctrica (RAIPRE) i subscriure un contracte de representació en el mercat elèctric a no ser que l'usuari es vulgui auto representar, la qual cosa no és molt comú. Per tant, el subjecte consumidor, i subjecte productor tenen règims econòmics totalment independents.

Adicionalment, requereix el contracte de SSAA amb l'excepció del cas on el consumidor i productor, siguin el mateix titular i la instal·lació estigui connectada amb xarxa interior.

A continuació s'adjunta la figura 72 amb una factura d'exemple per aclarir el sistema de compensació simplificat pels autoconsums amb excedents NO acollits a compensació:

1. Factura CON Instalación FV				2. Venta de energía			
Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes	Energía	kWh	€/kWh	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €	Energía a mercado	380	0,050	19,00 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €	IVA (21%)		21%	3,99 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €	TOTAL A COBRAR			22,99 €
Energía consumida	kWh	€/kW	€/mes	3. Representación en mercado			
Coste energía	280	0,069	19,32	Servicios	kWh	€/kWh	€/mes
Peaje de acceso	280	0,044	12,32	Coste representación	380	0,0006	0,228
Cuantía uso de red próxima	0	(*)	0 €	IVA (21%)		21%	0,05 €
TOTAL Término VARIABLE			31,64 €	TOTAL A PAGAR			0,28 €
Subtotal			51,09 €	4. OTROS			
Impuesto eléctrico (5,11%)			2,61 €	IVPEE, Peaje Gen.			€/mes
Alquiler contador	30 días		0,81 €	IVPEE 7%	19,00 €	7%	1,33 €
Subtotal			54,51 €	Peaje Gen. (kWh)	380	0,0005	0,23 €
IVA (21%)		21%	11,45 €	TOTAL A PAGAR			1,56 €
TOTAL FACTURA			65,96 €	[A] INGRESO NETO VENTA (2-3-4)			21,15 €
				[B] PAGO POR CONSUMO			65,96 €
				TOTAL PAGO ([B] - [A])			44,81 €
				AHORRO			46%

Figura 72. Exemple de factura d'autoconsum amb excedents NO acollits a compensació (40)

En la modalitat d'autoconsum amb excedents no acollits al sistema de compensació simplificada, en comptes d'una factura, al consumidor i productor l'arriben 2 factures, una per cada funció energètica respectiva.

La factura com a consumidor associat és exactament igual que l'altra modalitat d'autoconsum on si estan acollits al sistema de compensació a excepció del terme dels excedents fotovoltaics que venen agrupats en la segona factura, la de productor.

En la factura de productor d'energia renovable, es divideix en 3 blocs. El primer bloc és l'energia que s'ha abocat a la xarxa que és venuda al mercat elèctric per ser retribuït. El segon bloc és el del contracte de representació en el mercat elèctric on el seu valor econòmic va en funció de l'energia venuda i l'últim bloc, es correspon al d'altres on està l'IVPEE del 7% i el peatge de generació pels kWh venuts.

Entrant en detall en l'exemple de les factures de la modalitat que no està acollida al sistema de simplificació amb excedents, cal destacar que la comparació està feta amb la factura blava del punt anterior de la memòria amb el títol de factura sense instal·lació FV. Per aquest fet, es torna a tenir una tarifa 2.0 A sense discriminació horària.

Per saber el valor econòmic de la retribució per la venda d'energia al mercat elèctric s'han de restar els bloc de la representació del mercat i el bloc d'altres al bloc de la venda d'energia. Amb els mateixos

números de consum, autoconsum d'energia i venda d'excedents, s'obté un estalvi mensual del 46% respecte a una instal·lació sense sistema de captació solar.

Finalment, l'import a pagar a la comercialitzadora, és la resta entre les dues factures, la de productor i la de consumidor. En aquest cas sí que seria possible tenir un benefici a final del període de facturació en cas que la instal·lació fos la suficientment gran per generar molt més del que consumeix. Malgrat que si es compara amb l'anterior modalitat, l'estalvi és un 4% menor que l'acollida al sistema de compensació simplificat.

6.2.3. Equips de mesura de l'autoconsum

Els equips de mesura que es necessiten per gestionar de manera òptima i legal l'autoconsum, depenen totalment del tipus de modalitat a la qual el consumidor associat estigui subscrit. Per tant, també recau en el tipus de connexió que faci amb la xarxa.

Si la instal·lació és de xarxa interior amb excedents, es necessita un comptador bidireccional que registri la importació d'energia del consum i l'exportació d'energia excedentària. A part, també s'han d'instal·lar els altres equips de control com l'inversor i el mateix quadre elèctric amb les proteccions com s'aprecia en la figura 73:

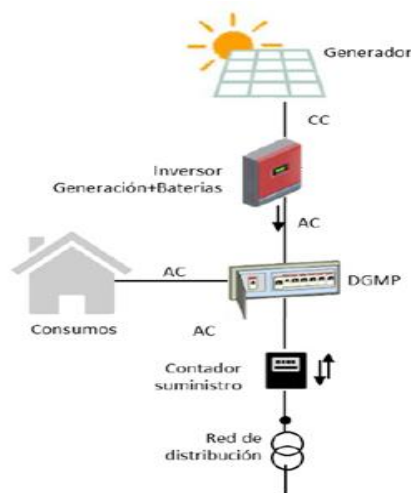


Figura 73. Instal·lació interior amb excedents (40)

Si la instal·lació és de xarxa interior però col·lectiva, és necessari un comptador individual per cada consumidor associat unidireccional que comptabilitza l'energia importada de consum, i un comptador de generació neta FV global per tots els consumidors associats. En cas de no tenir excedents haurà d'incorporar el sistema d'anti bolcatge a la xarxa. A continuació s'exposa la figura 74 per esclarir de manera visual l'anterior concepte:

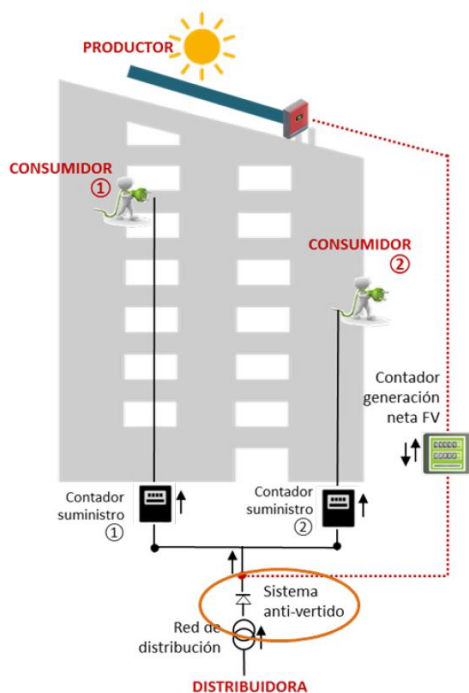


Figura 74. Instal·lació interior col·lectiva (40)

Finalment, està la instal·lació a través de la xarxa, on s'ha de tenir 2 comptadors. El primer és el que comptabilitza l'energia d'importació de consum, i el segon que comptabilitza l'energia d'exportació de generació, tal com s'aprecia en la figura 75:

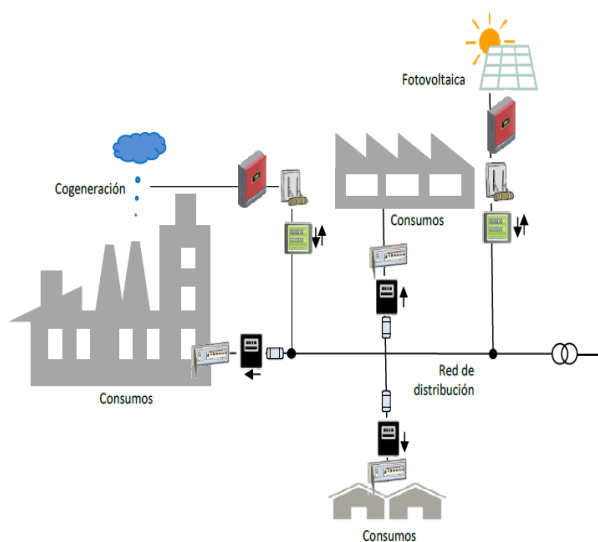


Figura 75. Instal·lació interior a través de xarxa (40)

6.2.4. Tramitació de l'autoconsum per la modalitat òptima

Segons la informació presentada i per experiència personal laboral, la millor modalitat per la qual s'obtenen uns rendiments energètics i econòmics més òptims és la modalitat d'autoconsum amb excedents acollit al sistema de compensació simplificat. Els avantatges que exhibeix respecte a les altres modalitats, la converteixen en la millor candidata.

Primerament, la Casa TO a l'estar ubicada en sòl urbanitzat amb dotacions amb una potència de fins a 15 kW, està exempta dels permisos d'accés i connexió a la xarxa elèctrica. Seguidament, l'estalvi econòmic que reporta és major que qualsevol altra modalitat. En cas de l'energia sense excedents, l'estalvi prové de l'energia autoconsumida en la casa o local sense reportar cap estalvi addicional. En canvi en la modalitat d'autoconsum amb excedents acollits a compensació, a part d'estalviar econòmicament al consumir menys de la xarxa per l'energia autoconsumida, amb els excedents generats que s'aboquen a la xarxa, per la facturació es genera un estalvi addicional que és compensat pel millor valor horari amb un preu consensuat amb la comercialitzadora.

Per l'altra banda, es té la modalitat d'autoconsum amb excedents no acollida al sistema de compensació simplificat, on per ser retribuït per l'excedent d'energia abocat a la xarxa elèctrica, el consumidor associat s'ha de registrar com a productor d'energia en el RIPRE, cosa que comporta el pagament dels impostos anteriorment comentats. A l'hora de fer el balanç entre l'energia retribuïda i la consumida, el preu final a pagar és més alt que en la modalitat d'autoconsum amb excedents acollida al sistema de compensació simplificat. A més a més s'ha de tenir en compte que s'ha de pagar també al representant del mercat elèctric, cosa que suposa una despesa extra. Aquesta modalitat està pensada per cases o locals amb una producció molt superior al consum per poder tenir un superàvit econòmic, perquè amb l'acollida no es pot tenir un balanç superior a 0 en €. Per la situació actual de la casa podria ser interessant, però es treballa en un marc hipotètic on la Casa TO tingui uns consums significatius constants al llarg de l'any, que a la llarga, és l'objectiu dels creadors del prototip.

Cal remarcar que aquesta tramitació d'autoconsum és l'òptima en cas d'aplicar un dels dos escenaris de millora de sistema d'emmagatzematge, ja que amb la generació actual d'energia, l'excedent és nul en tots els mesos exceptuant juliol. Si no es fes cap d'aquestes propostes de millora, la tramitació de la modalitat d'autoconsum s'ha de fer igualment però l'òptima seria la que no té excedents, on s'ha d'implementar el díode per no abocar a la xarxa i autoconsumirà tota l'energia generada.

S'agrega tot seguit, unes taules on es resumeixen pas per pas la tramitació que s'ha de seguir per una modalitat d'autoconsum amb excedents extretes de la guia de l'IDAE de l'autoconsum.

Taula 12. Tramitació de l'autoconsum amb excedents Part 1 (40)

Instalaciones en autoconsumo CON EXCEDENTES					
1. Diseño de la instalación					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Memoria técnica	Proyecto técnico	Proyecto técnico			
					Distribuidora
2. Permisos de acceso y conexión / Aales o garantías					
Siempre debe solicitarse el CAU					
Suelo urbano con dotaciones y servicios requeridos por la legislación			Otra tipología de suelo		
Permiso de acceso y conexión					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT		AT
Exentas	Sí	Sí	Sí		Sí
Aales o garantías – 40 €/kW					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT
Exentas	Sí	Sí	Exentas	Sí	Sí
Tramitación de acceso y conexión para aquellas instalaciones que lo precisen					
BT – P≤15 kW	BT – 15 kW<P<100kW	AT			
RD 1699/2011	RD 1699/2011	RD 1955/2000 - RD 1699/2011			
					Admón. autonómica
3. Autorizaciones ambientales y de utilidad pública					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
4. Autorización administrativa previa y de construcción					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Exentas	Sí	Sí			
					Admón. local
5. Licencia de obras					
Consultar la normativa particular del Ayuntamiento del emplazamiento elegido					
6. Ejecución de la instalación					

Taula 13. Tramitació de l'autoconsum amb excedents Part 2 (40)

7. Inspección inicial e inspecciones periódicas					Admón. autonómica
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
8. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Certificado instalación	Certificado instalación Certificado fin de obra	Documentación puesta en servicio AT según el Reglamento AT			
					Admón. autonómica
9. Autorización explotación					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
No necesita trámite Certificado instalación	Sí Consultar CC.AA	Sí Consultar CC.AA			
10. Contrato de acceso					
BT – P<100 kW	BT – P≥100 kW	AT			
Exentas – Comunicación modificación contrato a través de las CC.AA	Exentas – Comunicación cambio contrato	Exentas – Comunicación cambio contrato			
					Distribuidora o Comercializadora
11. Contrato de suministro de energía servicios auxiliares					
Obligatorio salvo los casos donde los servicios auxiliares se consideren despreciables. Se pueden unificar con el contrato de consumo en ciertos casos					
					Admón. local
12. Licencia de actividad					
Acogidas a COMPENSACIÓN		Exentas. Consultar normativa Ayuntamiento			
No acogidas a COMPENSACIÓN		Sí. Consultar normativa Ayuntamiento			
					Distribuidora o Comercializadora
13. Acuerdo de reparto y Contrato compensación excedentes					
Individuales	Acogidas a COMPENSACIÓN	Contrato de compensación de excedentes			
	No acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica			
Colectivas	Acogidas a COMPENSACIÓN	Acuerdo de reparto + Contrato compensación			
	No acogidas a COMPENSACIÓN	Acuerdo de reparto			

Taula 14. Tramitació de l'autoconsum Part 3 (40)

14. Inscripción en el Registro Autonómico de Autoconsumo			Admón. autonómica
BT – P<100 kW	BT – P≥100 kW	AT	
Trámite de oficio en las CC.AA. donde exista	Sí, si existe	Sí, si existe	
15. Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica			Admón. autonómica
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT	
Trámite de oficio realizado a través de las CC.AA., que enviarán la información al Ministerio por vía telemática			
16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)			Admón. autonómica
Acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica		
No acogidas a COMPENSACIÓN	Sí. Para P≤100 kW trámite de oficio por el Ministerio		
17. Contrato de representación en mercado			Comercializadora
Acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica		
No acogidas a COMPENSACIÓN	Sí.		

Són 17 passos que s'han de seguir i s'han de coordinar entre l'enginyeria o persona física titular de la instal·lació, amb la Generalitat, l'Ajuntament de Barcelona, la distribuïdora que en cas de Barcelona serà Endesa, i la Comercialitzadora la qual es vulgui contractar. Òbviament per la modalitat d'autoconsum amb excedents acollida al sistema de compensació simplificat hi ha alguns passos que es poden saltar perquè estan únicament dissenyats per la modalitat que no està acollida. En la guia de l'IDAE està cada pas explicat de forma detallada en cas de portar a la realitat la tramitació de l'autoconsum de la Casa TO en un futur.

6.3. Tarifes elèctriques i peatges d'accés

La inclusió d'aquest apartat en la memòria és degut a la no autosuficiència de la Casa TO. En un principi la idea era que la casa fos autosuficient sense dependre de la xarxa però al no comptar amb el sistema d'emmagatzematge o d'un generador auxiliar, és totalment impossible, atès que en les hores on la producció solar sigui inferior al consum o directament sigui nul·la per la nocturnitat, la casa depèn totalment de la xarxa elèctrica.

En l'actualitat, per la situació sanitària actual, totes les activitats previstes per la casa han sigut suspeses, comportant un consum energètic pràcticament nul i unes despeses en facturació mínimes pels peatges d'accés a la xarxa. Tot i això, els consums estimats que estaven plantejats per l'equip de la Casa TO, es complirien en l'hipotètic cas de desenvolupar una vida quotidiana d'un grup o família de 3 persones. El que estava plantejat però, es dedueix que els consum serien molt inferiors per les activitats de recerca que es durien a terme dins del *living-lab*. En aquest apartat es valorarà com repercuteix econòmicament l'elecció de la tarifa actual, la comparació entre tenir discriminació horària i com repercuteix el canvi de normativa respecte als peatges d'accés a la xarxa de distribució i transport vigents amb la nova Circular 3/2020 (42).

El sistema tarifari que hi ha actualment a l'estat espanyol és bastant complex i dona possibilitat a diferents combinacions amb potències contractades i els períodes horaris per obtenir el preu més òptim que s'adapti millor a cada instal·lació elèctrica. En aquest punt de la memòria s'explica el sistema tarifari i els peatges d'accés vigents en l'àmbit nacional i els nous que havien d'entrar en vigor al novembre del 2020 però que a causa de la pandèmia mundial de COVID-19, ha sigut postergada i entrarà en vigor a l'abril 2021 per mitjà de la circular 3/2020 de la CNMC.

6.3.1. Tarifes elèctriques i peatges d'accés vigents

A fi d'extreure tota la informació corresponent del sistema tarifari actual, s'han de consultar les ordres ITC 2794/2007 (43) i TEC/1258/2019 (44). A continuació, es fa una explicació del seu funcionament. Bàsicament, com s'ha introduït en el punt anterior de l'autoconsum, els peatges de transport i distribució consten d'un terme de facturació per potència contractada, un terme de facturació per energia consumida i, si escau, un terme de facturació per la potència demandada i un terme de facturació per l'energia reactiva. Tanmateix, hi ha períodes horaris i temporades elèctriques.

En funció del tipus de tarifa elèctrica, pot tenir un únic període horari on es cobra tota l'energia consumida per igual, o 2,3 o 6 si la tarifa elèctrica té discriminació horària. Aquests períodes es reparteixen en les 24 hores del dia i van canviant en funció de la temporada elèctrica, que aquestes comprenen certs mesos de l'any.

Si la tarifa elèctrica té 2 períodes, el període número 1 correspon a les hores puntes on l'energia té el preu més elevat. El període número 2 correspon a les hores vall, on el preu de l'energia és més reduït. Si la tarifa té 3 períodes, els equivalents a punta i vall són el període 1 i el període 3. El període 2 correspon a les hores pla, on el preu de l'energia està entremig de les hores punta i vall. En cas de tenir 6 períodes l'equivalència es manté, però en relació al tipus de dia i temporada elèctrica els períodes que entren en joc són diferents.

Per trobar els períodes tarifaris, la definició de les temporades elèctriques i els tipus de dies, cal anar a l'Annex II de l'Ordre ITC 2794/2007. Per definir les temporades elèctriques, es consulta el punt 1.1 i diu el següent (43):

Per la península:

- Temporada alta amb punta de matí i tarda: Desembre, gener i febrer.
- Temporada alta amb punta de matí: 2^a quinzena de juny i juliol.
- Temporada mitja amb punta de matí: 1^a quinzena de juny i setembre.
- Temporada mitja amb punta de tarda: Novembre i març.
- Temporada baixa: Abril, maig, agost i octubre.

Per la definició dels tipus de dies, es consulta el punt 1.2 i diu el següent (43):

- Tipus A: De dilluns a divendres no festius de temporada alta amb punta de matí i tarda.
- Tipus A1: De dilluns a divendres no festius de temporada alta amb punta de matí.
- Tipus B: De dilluns a divendres no festius de temporada mitja amb punta de matí.
- Tipus B1: De dilluns a divendres no festius de temporada mitja amb punta de tarda.
- Tipus C: De dilluns a divendres no festius de temporada baixa excepte agost pel sistema peninsular.
- Tipus D: Dissabtes, diumenges, festius i agost pel sistema peninsular.

Per definir els períodes horaris cal buscar en el punt 2 de l'Annex II on s'estableixen els següents períodes per cada tarifa a excepció de la tarifa 2.0 A i 2.1 A on no hi ha discriminació horària i el preu de l'energia és constant durant tot l'any. Seguidament, es presenten en les taules adjuntades els períodes horaris (43):

Taula 15. Períodes horaris peatges 2.0 DHA i 2.1 DHA (43)

PEATGE 2.0.DHA / 2.1DHA			
HIVERN		ESTIU	
PUNTA	VALL	PUNTA	VALL
12-22	22-12	13-23	23-13

Els peatges o tarifes 2.0 DHA o 2.1 DHA de la taula 15, són els més contractats en l'àmbit nacional, ja que són les tarifes de baixa potència amb discriminació horària. Per contractar una 2.0 DHA s'ha de tenir una potència contractada inferior a 10 kW, i per tenir una 2.1 DHA s'ha de tenir una potència contractada entre 10 i 15 kW. En aquestes tarifes hi ha 2 períodes que s'allarguen una hora al canviar d'hivern a estiu.

Taula 16. Períodes horaris peatges 2.0 DHS i 2.1 DHS (43)

PEATGE 2.0DHS / 2.1DHS		
P1 Punta	13-23	-
P2 Vall	23-1	7-13
P3 Súper Vall	1-7	-

Els peatges o tarifes 2.0 DHS o 2.1 DHS vistos en la taula 16, són molt menys freqüents que les anteriors, vist que la singularitat d'aquestes tarifes té com a requisit tenir un punt de recàrrega del vehicle elèctric. Les potències de contractació són homònimes a les tarifes anteriors. Addicionalment, aquestes tarifes tenen un tercer període anomenat súper vall on el preu de l'energia és reduït dràsticament per incentivar la compra i recàrrega de vehicles elèctrics al domicili.

Taula 17. Períodes horaris peatges 3.0 A (43)

PEATGE 3.0A (BT)						
ZONA	HIVERN			ESTIU		
	PUNTA	PLA	VALL	PUNTA	PLA	VALL
1 (Península)	18-22	8-18	0-8	11-15	8-11	0-8
		22-24			15-24	

El peatge o tarifa 3.0 A segons la taula 17, és l'últim dels quals pertany a la baixa tensió. La seva contractació és menys freqüent, i sol ser contractat en petits negocis o grans habitatges, perquè el requisit que implica la seva contractació, és la de tenir en 1 dels 3 períodes una potència contractada superior a 15 kW. Això permet tenir cert joc amb les potències contractades, vist que en els períodes amb menys activitat per part dels consumidors associats, es contracten potències inferiors generant així un estalvi addicional per l'habitatge o local. En aquesta tarifa hi ha 2 temporades elèctriques corresponents als mesos d'estiu i d'hivern canviant de manera radical les hores dels períodes 1 i 2 mantenint així, l'horari del període número 3.

Taula 18. Períodes horaris peatges 3.1 A (43)

PEATGE 3.1A (AT), segons Ordre ITC 3801/2008, de 26 de desembre, per la que es revisen las tarifas elèctriques a partir de l'1 de gener de 2009.						
ZONA	HIVERN			ESTIU		
	PUNTA	PLA	VALL	PUNTA	PLA	VALL
1 (Península)	17-23	8-17	0-8	10-16	8-10	0-8
		23-24			16-24	
Dissabtes, diumenges i dies festius d'àmbit nacional		18-24	0-18		18-24	0-18

El peatge o tarifa d'accés 3.1 A és el primer dels peatges d'alta tensió, on ha de ser superior a 1000 V. Cal esmentar que, encara que mitja tensió estigui compresa entre 1 kV i 36 kV, és considerada com a alta tensió en les ordres ITC 2794/2007 i TEC/1258/2019 (43) (44). De manera que el requisit d'aquest peatge d'accés, és que la potència contractada sigui igual o inferior a 450 kW que és el mateix que la seva tensió estigui en l'interval anteriorment comentat. Altrament, s'ha d'especificar que hi ha 2 tipus de 3.1 A, que van en funció de l'interval de tensions. El primer ha de tenir una tensió de treball entre 1 kV i 30 kV. El segon ha de tenir una tensió de treball entre 30 kV i 36 kV Com als altres peatges, les temporades elèctriques són 2 i simbolitzen els mesos d'estiu i hivern, on els períodes 1 i 2 varien de

forma notòria i el període 3 es manté. Aquest peatge és el primer dels quals fa una distinció pels caps de setmana i els festius d'àmbit nacional on es reparteixen entre període 2 i període 3.

Taula 19. Períodes horaris resta de peatges (43)

RESTA PEAJES AT						
ZONA 1: PENÍNSULA						
PERÍODE TARIFARI	TIPUS DE DÍA					
	TIPUS A	TIPUS A1	TIPUS B	TIPUS B1	TIPUS C	TIPUS D
1	De 10 a 13 h.	De 11 a 19 h.	-	-	-	-
	De 18 a 21 h.					
2	De 8 a 10 h.	De 8 a 11 h.	-	-	-	-
	De 13 a 18 h.	De 19 a 24 h.				
	De 21 a 24 h.					
3			De 9 a 15 h.	De 16 a 22 h.	-	-
4			De 8 a 9 h.	De 8 a 16 h.	-	-
			De 15 a 24 h.	De 22 a 24 h.		
5			-	-	De 8 a 24 h.	-
6	De 0 a 8 h	De 0 a 8 h	De 0 a 8 h	De 0 a 8 h	De 0 a 8 h	De 0 a 24 h

Finalment, s'arriba als peatges 6.1 A amb un interval de tensions d'1 kV a 30 kV, seguit de la 6.2 A amb un interval de tensions de 30 kV a 72,5 kV, després la 6.3 A amb un interval de tensions de 72,5 kV a 145 kV per connexions nacionals i internacionals i la 6.4 amb tensions majors o iguals a 145 kV per connexions nacionals i internacionals. Per contractar una d'aquestes tarifes, a part de treballar amb els intervals recentment esmentats, és necessari tenir una potència contractada superior a 450 kW en tots els seus períodes. El punt més característic d'aquestes tarifes o peatges d'accés són les temporades elèctriques i els tipus de dia, ja que segons aquests dos paràmetres entren en joc diferents períodes dels 6 que hi ha amb una gran gamma de preus per període.

6.3.2. Circular 3/2020

El següent punt de la memòria fa referència als nous peatges que entraran en rigor a partir de l'abril de 2021, els de la circular 3/2020 de la CNMC. A dia de la redacció d'aquest informe, els preus dels peatges tant d'energia com de potència, no han sigut publicats. La intenció d'aquest apartat és la de mostrar el nou sistema de peatges d'accés pels nous possibles projectes futurs a la Casa TO.

Seguidament, s'adjunta la taula 20 on està resumit les conversions de peatges o tarifes d'accés vigents als de la circular 3/2020 :

Taula 20. Períodes horaris peatges d'accés vigents i peatges d'accés Circular 3/2020 (Elaboració pròpia)

Peatge d'accés	Peatge T&D
2.0 A ($P_c \leq 10$ kW)	2.0 TD
2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW)	
2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW)	
2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW)	
2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW)	
2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW)	
3.0 A ($P_c > 15$ kW)	3.0 TD
3.1 A (1 kV a 30 kV)	6.1 TD
3.1 A (30 kV a 36 kV)	
6.1 A (1 kV a 30 kV)	6.2 TD
6.2 (30 kV a 72,5 kV)	
6.3 (72,5 kV a 145 kV)	
6.4 (Mayor o igual a 145 kV)	
	6.3 TD
	6.4 TD

Observant la taula 20, es veu que tots els peatges o tarifes d'accés amb una potència contractada inferior a 15 kW, es converteixen en una única tarifa 2.0 TD de 3 períodes que seran explicats més endavant. El peatge d'accés 3.0 s'amplia a 6 períodes transformant-se en la 3.0 TD. Les de MT que són les dues 3.1 A i la 6.1 A es converteixen en la 6.1 TD amb 6 períodes i la resta segueix igual convertint-se de 6.X A a 6.X TD respectivament.

Per trobar els períodes tarifaris, la definició de les temporades elèctriques i els tipus de dies, cal anar a l'article 7 de la mateixa circular 3/2020.

Abans però, és crucial esmentar que la discriminació horària de 6 períodes, s'aplicarà a tots els peatges d'energia i potència a excepció del 2.0 TD. La discriminació horària de 6 períodes diferencia la les hores de l'any en funció de les ja citades temporades elèctriques, el dia de la setmana o l'hora del dia.

A efectes pràctics, els peatges d'energia i potència es dividiran en 4 temporades que són les següents per la península (42):

- (i) Temporada alta: gener, febrer, juliol i desembre.
- (ii) Temporada mitja alta: març i novembre.
- (iii) Temporada mitja: juny, agost i setembre.
- (iv) Temporada baixa: abril, maig i octubre.

Per definir els dies, es consulta en l'apartat b) de l'article 7, i es classifiquen de la següent manera:

- (i) Tipus A: de dilluns divendres no festius de temporada alta.
- (ii) Tipus B: de dilluns divendres no festius de temporada mitja alta.
- (iii) Tipus B1: de dilluns divendres no festius de temporada mitja.
- (iv) Tipus C: de dilluns divendres no festius de temporada baixa
- (v) Tipus D: dissabtes, diumenges, festius i 6 de gener.

Per definir els períodes horaris, es consulta en l'apartat c) de l'article 7, i es classifiquen segons la taula 21 adjuntada a continuació:

Taula 21. Períodes horaris Circular 3/2020 a excepció del peatge 2.0 TD (42)

Període horari	Tipus de dia				
	Tipus A	Tipus B	Tipus B1	Tipus C	Tipus D
P1	De 9 h a 14h De 18 h a 22 h	-	-	-	-
P2	De 8 h a 9 h De 14 h a 18 h De 22 h a 0 h	De 9 h a 14h De 18 h a 22 h	-	-	-
P3	-	De 8 h a 9 h De 14 h a 18 h De 22 h a 0 h	De 9 h a 14h De 18 h a 22 h	-	-
P4	-	-	De 8 h a 9 h De 14 h a 18 h De 22 h a 0 h	De 9 h a 14h De 18 h a 22 h	-
P5	-	-	-	De 8 h a 9 h De 14 h a 18 h De 22 h a 0 h	-
P6	De 0 h a 8 h	De 0 h a 8 h	De 0 h a 8 h	De 0 h a 8 h	Totes les hores del dia

El peatge 3.0 TD respon a una potència contractada superior a 15 kW en algun dels sis períodes horaris. Aquest peatge consta de sis termes de potència contractada i sis termes d'energia consumida. Les potències contractades en els diferents períodes seran tals que la potència contractada en un període P_{n+1} sigui sempre major o igual que la potència contractada en el període anterior P_n (42). Per la conversió de les 3 potències contractades del peatge 3.0 A al 3.0 TD, la primera potència en els dos serà la mateixa. Pels períodes 2,3,4 i 5 serà la que hi havia contractada en el període 2 de la vigent. Finalment, el període 6 tindrà la mateixa potència contractada que el període 3 de la vigent. Aquesta conversió de potències es fa de manera automàtica en el canvi de sistema tarifari, després el

consumidor associat pot contractar el que vulgui amb la seva comercialitzadora dins de les limitacions que ofereixen els peatges d'accés.

En el cas de la 6.1 TD, el peatge consta de sis termes de potència contractada i sis termes d'energia consumida. Les potències contractades en els diferents períodes seran tals que la potència contractada en un període P_{n+1} sigui sempre major o igual que la potència contractada en el període anterior P_n (42). Per la redistribució de les potències contractades en els peatges vigents es segueix el mateix procediment pels peatges 3.1 A. En el cas del peatge 6.1 A es segueix igual perquè consta també de sis termes de potència contractada i sis termes d'energia consumida. Aquesta conversió de potències es fa de manera automàtica en el canvi de sistema tarifari, després el consumidor associat pot contractar el que vulgui amb la seva comercialitzadora dins de les limitacions que ofereixen els peatges d'accés.

Per les tarifes 6.2 TD, 6.3 TD i 6.4 TD, els peatges consten de sis termes de potència contractada i sis termes d'energia consumida. Les potències contractades en els diferents períodes seran tals que la potència contractada en un període P_{n+1} sigui sempre major o igual que la potència contractada en el període anterior P_n (42). La redistribució de potències es fan del mateix mode que en el peatge d'accés 6.1 A. Aquesta conversió de potències es fa de manera automàtica en el canvi de sistema tarifari, després el consumidor associat pot contractar el que vulgui amb la seva comercialitzadora dins de les limitacions que ofereixen els peatges d'accés.

Per definir els períodes horaris del peatge 2.0 TD, es classifiquen en funció de la taula 22 introduïda a continuació:

Taula 22. Períodes horaris peatge 2.0 TD (42)

Hivern i estiu (dilluns a divendres laborables)					
Península, Illes Balears i Canàries			Ceuta i Melilla		
P1	P2	P3	P1	P2	P3
10 h a 14 h 18 h – 22 h	8 h a 10 h 14 h a 18 h 22 h a 24 h	0 h a 8 h	11 h a 15 h 19 h a 23 h	8 h a 11 h 15 h a 19 h 23 h a 24 h	0 h a 8 h

Com s'ha dit prèviament, el nou peatge d'accés 2.0 TD recull tots els peatges d'accés vigents inferiors a 15 kW. Aquest peatge consta de dos termes de potència contractada i de tres termes d'energia consumida. Es consideren com a hores del període 3 (vall) totes les hores dels dissabtes, diumenges, el 6 de gener i els dies festius d'àmbit nacional, definits com a tals en el calendari oficial de l'any corresponent, amb exclusió tant dels festius substituïbles com dels que no tenen data fixa.

Per fer la distribució de les potències contractades vigents, els peatges d'accés d'un sol període com són els 2.0 A i els 2.1 A es contracten amb la mateixa potència en els 2 períodes. Pels peatges d'accés amb discriminació horària com són els 2.0 DHA, 2.1 DHA, 2.0 DHS i 2.1 DHS, al tenir 2 potències contractades en el sistema vigent, es mantenen aquestes potències en el peatge 2.0 TD. Aquesta conversió de potències es fa de manera automàtica en el canvi de sistema tarifari, després el consumidor associat pot contractar el que vulgui amb la seva comercialitzadora dins de les limitacions que ofereixen els peatges d'accés.

6.3.3. Paràmetres del sistema tarifari

Els conceptes presentats a continuació tenen validesa tant pel sistema vigent com pel pròxim de la circular 3/2020 incloent les fórmules pel seu posterior càlcul.

Per una banda es té la potència contractada, que en funció de la que sigui, la tarifa que li correspon serà diferent. Aquesta potència contractada es cobra a l'usuari com a peatge d'accés a la xarxa de distribució i transport per retribuir a les distribuïdores, generadors, transportistes, etc. I a part, es cobra un petit suplement que és el marge que cobra la comercialitzadora. Per calcular el peatge d'accés de la potència contractada s'utilitza la fórmula adjuntada a continuació amb els preus estipulats per la CNMC on la facturació de la potència serà el sumatori resultant de multiplicar la potència contractada en cada període horari pel preu del terme de potència corresponent (42):

$$FP = \sum_{p=1}^{p=i} T_{p_p} \cdot P_{C_p} \quad (\text{Eq. 13})$$

On:

- FP: Facturació de la potència.
- T_{p_p} : Preu del terme de potència del període horari p, expressat en €/kW i any.
- P_{C_p} : Potència contractada en el període horari p, expressada en kW.
- i: Nombre de períodes horaris dels quals consta el terme de facturació de potència del peatge corresponent.

Per l'altra banda, es té el terme de l'energia, que es cobra com a peatge d'accés de la mateixa manera que la potència contractada i es cobra també l'energia consumida en el període de facturació. Respecte al càlcul del peatge d'accés de l'energia, la fórmula és similar canviant el terme de la potència per l'energia. El terme de facturació d'energia activa serà el sumatori resultant de multiplicar l'energia consumida o, si escau, estimada en cada període horari pel preu del terme d'energia corresponent (42):

$$FE = \sum_{p=1}^{p=i} Te_p \cdot E_p \quad (\text{Eq. 14})$$

On:

- FE: Facturació per energia, expressada en €.
- Te_p : Preu del terme de potència del període horari p, expressat en €/kWh.
- E_p : Energia consumida o estimada en el període horari p, expressada en kWh. En el cas de les importacions i exportacions d'energia es considerarà l'energia programada en cada període horari.
- i: Nombre de períodes horaris dels quals consta el terme de facturació d'energia del peatge corresponent.

El següent paràmetre és el terme dels excessos de potència o potència demandada. Bàsicament, tracta sobre la penalització dels excessos de potència, que en funció del tipus de peatge d'accés contractat, tindrà un equip de mesura diferent amb la conseqüència directa de l'aplicació d'una fórmula diferent pel seu càlcul. El control de la potència demandada es realitzarà mitjançant els aparells de control i mesura d'acord amb el que es disposa en el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric, aprovat pel Reial decret 1110/2007, de 24 d'agost, conforme al següent (45):

- En els punts de subministrament amb equips de mesura tipus 5 amb comptadors que permetin la telegestió i la discriminació horària, es realitza mitjançant l'apertura de l'element de tall del comptador. Si no es té aquest comptador, es realitzarà mitjançant la instal·lació de l'interruptor de control de potència (ICP). I en el cas que a causa de les característiques del subministrament, el control de la potència es faci per màxímetre, la potència contractada no pot ser inferior a la que surti al bolletí de l'instal·lador per no interrompre el subministrament a l'habitatge o local (45).
- En els punts de subministrament amb equips de mesura tipus 4, el control de la potència demandada es realitza gràcies a la instal·lació d'aparells de mesura que registren la potència màxima quart horària (45).
- En els punts de subministrament amb equips de mesura tipus 1, 2 i 3, el control de la potència demandada es determina per mesures quart horàries dels aparells de mesura (45).

En el cas que la potència demandada sobrepassi en qualsevol període horari el 100 % de la potència contractada en aquest, es procedirà, a més, a la facturació dels excessos registrats en cada període, segons l'equació 15 pels punts de subministrament amb equips de mesura tipus 4 i 5 (42):

$$F_{EP} = \sum_{p=1}^{P=i} t_p \cdot 2 \cdot (Pd_j - P_{Cp}) \quad (\text{Eq. 15})$$

On:

- F_{EP} : Facturació en conceptes d'excés de potència.
- t_p : Terme d'excés de potència, expressat en €/kW, del peatge corresponent.
- P_{dj} : Potència demandada en cadascun dels períodes horaris p en els quals s'hagi sobrepassat expressada en kW.
- P_{Cp} : Potència contractada en el període horari dels que consta el terme de facturació de potència en el peatge corresponent.
- i : Nombre de períodes horaris dels quals consta el terme de facturació de potència del peatge corresponent.

En el cas que la potència demandada sobrepassi en qualsevol període horari el 100 % de la potència contractada en aquest, es procedirà, a més, a la facturació els excessos registrats en cada període, segons l'equació 16 pels punts de subministrament amb equips de mesura tipus 1, 2 i 3 (42):

$$F_{EP} = \sum_{p=1}^{P=i} K_P \cdot t_{ep} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{dj} - P_{Cp})^2} \quad (\text{Eq. 16})$$

On:

- F_{EP} : Facturació en conceptes d'excés de potència.
- K_p : Relació de preus per període horari p , calculada com el quocient entre el terme de potència del període p respecte al terme de potència del període 1 del peatge corresponent.
- t_{ep} : Terme d'excés de potència, expressat en €/kW, del peatge corresponent.
El terme de l'excés de potència, es determinarà de manera que, donat el perfil del consumidor mitjà de cada peatge, la facturació d'accés que resulti de l'optimització de les potències sigui equivalent a la facturació d'accés que resultaria de considerar les potències contractades màximes de cada període, amb la restricció que la facturació d'accés que resulta per al període 1 després l'optimització mai sigui negativa. el terme resultant s'incrementarà en un 20% a l'objectiu de desincentivar la contractació de potències inferiors a les realment demandades.
- P_{dj} : Potència demandada en cadascun dels quarts d'hora j del període horari p en els quals s'hagi sobrepassat, expressada en kW. Posat que l'equip de mesura no tingui capacitat de registre quart horària, es considerarà la mateixa potència demandada en tots els quarts d'hora.
- P_{Cp} : Potència contractada en el període horari p , expressada en kW.
- i : Nombre de períodes horaris dels quals consta el terme de facturació de potència del peatge corresponent.

Per concloure amb els 4 paràmetres del sistema de peatges d'accés, l'últim és l'energia reactiva. A grans trets, l'energia reactiva és la que certs aparells necessiten per funcionar degut

a la creació de camps magnètics i pot ser inductiva o capacitiva. Aquests aparells absorbeixen l'energia reactiva fent que es sobrecarreguin les línies elèctriques, els transformadors, etc. Aquests motius fan que les companyies elèctriques penalitzin el consum d'energia reactiva en certs casos. El terme de facturació de l'energia reactiva serà expressat en €/kVAr.

El terme de l'energia reactiva té un rang d'aplicació en tots els períodes horaris exceptuant el número 6, sempre que el consum d'energia reactiva sigui igual o superior al 33% del consum de l'energia activa durant el període de facturació pertinent. Altrament, no tots els consumidors associats són penalitzats pel consum d'energia reactiva malgrat que superin el 33% del consum de l'activa, atès que tots els consumidors que tinguin contractada una tarifa inferior a 15 kW de potència contractada estan exempts de la ja esmentada penalització i les importacions i exportacions d'energia internacionals (42).

Abans s'han nomenat els tipus d'equips de mesura sense entrar en detalls. Per poder explicar-los cal buscar la informació en el RD 1110/2007 del 24 d'agost i diu el següent:

1) Els punts de mesura tipus 1:

- a) Punts situats a les fronteres de clients la potència contractada dels quals en qualsevol període sigui igual o superior a 10 MW (45)
- b) Punts situats a les fronteres de generació la potència aparent nominal de la qual sigui igual o superior a 12 MVA (45)
- c) Punts situats en qualsevol altra frontera l'energia intercanviada anual dels quals sigui igual o superior a 5 GWh (45)

2) Els punts de mesura tipus 2 són aquells que no es poden classificar com a tipus 1:

- a) Punts situats a les fronteres de clients la potència contractada dels quals en qualsevol període sigui superior a 450 kW (45)
- b) Punts situats a les fronteres de generació la potència aparent nominal dels quals sigui igual o superior a 450 kVA (45)
- c) Punts situats en qualsevol altra frontera l'energia intercanviada anual dels quals sigui igual o superior a 750 MWh (45)

3) Són punts de mesura de tipus 3: els que no es puguin classificar en una altra categoria (45)

4) Són punts de mesura tipus 4: els punts situats a les fronteres de clients, la potència contractada dels quals en qualsevol període sigui igual o inferior a 50 kW i superior a 15 kW (45)

5) Són punts de mesura tipus 5:

- a) Punts situats a les fronteres de clients la potència contractada dels quals en qualsevol període sigui igual o inferior a 15 kW (45)
- b) Punts situats a les fronteres d'instal·lacions de generació la potència nominal dels quals sigui igual o inferior a 15 kVA (45)

6.3.4. Càlcul anual de la facturació dels peatges vigents

La Casa TO està annexionada al consum de la UPC, per aquesta raó, la finalitat d'aquest apartat, és la de quantificar econòmicament quant li suposaria a la UPC si la casa estigués funcionant del mode

previst pels estudiants arquitectes de la Casa TO. També es quantificarà el que costaria a la Casa TO desconnectar-se de la UPC per contractar el seu propi subministrament.

El primer pas de tots, es tracta sobre determinar quina és la potència de contractació que hauria de tenir. Segons la ITC-10 del RBT (46), el grau d'electrificació ha de ser la necessària per cobrir les necessitats de l'habitatge. Es dedueix que la potència idònia que s'hauria de contractar és de 5,75 kW com el grau d'electrificació marcat pel punt 2.2 de la ITC-10, ja que els pics de potència estan entorn els 4 kW i sempre s'ha de tenir un factor de seguretat considerat. Si la superfície de la casa fos major a 160 kW, el grau d'electrificació passaria a ser elevat en comptes de bàsic.

La tarifa considerada pel càlcul tarifari és la 2.0 DHA. És la tarifa amb discriminació horària de dos períodes d'energia i una potència contractada. Els períodes es poden comprovar a la taula 15.

Amb el consum anual que s'ha obtingut de multiplicar per 12 el consum del període de facturació mensual del gràfic 2 fent el balanç entre el consum i la generació, en altres paraules, es resta l'energia autoconsumida. Es procedeix al càlcul anual de les despeses en electricitat per la Casa TO a ple rendiment. Els preus dels peatges d'accés de la potència i energia s'extreuen de l'annex II punt 3 de l'Orde ITC 2794/2007 (43). Pel preu de venda d'energia s'agafa un valor estàndard de diverses comercialitzadores:

Taula 23. Costos facturació d'energia Casa TO (Elaboració pròpia)

Costs Facturació d'Energia Casa TO				
Peatges de potència (€)	Peatges d'energia (€)	Cost Energia consumida (€)	Impostos (€)	TOTAL (€)
218,75	128,95	678,46	292,15	1318,32

Els valors de la facturació han estat extrets de l'Excel de simulació de l'estudi de la Circular 3/2020. En l'apartat dels impostos es té en consideració l'impost elèctric del 5,11% el lloguer dels equips i l'IVA. Observant els resultats de la taula superior, anualment, en conceptes de peatges d'accés en termes de potència, es pagaria 218,75 € i 128,95 € en termes d'energia. Pel que fa al cost de l'energia consumida, es pagaria un valor de 1318,32 € anuals.

Un cop estimat el valor anual de la Casa TO en conceptes de facturació, es procedeix a determinar el cost de desconnectar-se de la UPC. Per saber els conceptes i els costos s'ha de consultar el Real Decret 1048/2013 (47) i el l'Ordre ITC/3519/2009 (48). Cal remarcar que la casa esta ubicada en una zona urbanitzada amb potència inferior a 15 kW, per consegüent, ha de pagar com a barem tots els llistats de drets.

El primer pas de la desconnexió passa per la contractació dels drets d'escomesa. Dins dels drets d'escomesa es tenen els drets d'extensió, on s'estén la línia de distribució a la vivenda i els drets d'accés a la xarxa de distribució. El preu dels drets d'extensió és de 17,374717 €/kW (48) per BT amb potència inferior a 100 kW, i el preu dels drets d'accés és de 19,703137 €/kW (48) per BT.

El següent pas en referència a la desconnexió, és la contractació pels drets d'embranchament i les actuacions dels equips de mesura segons l'article 29 del RD 1048/2013 (47). Els preus dels drets d'embranchament és de 9,044760 €/actuació on es factura en les altes noves i modificacions de les existents que requereix nova connexió a la xarxa. Les actuacions dels equips de mesura tenen el mateix preu per actuació i es fa per cada modificació en la tarifa, equip de mesura i augment i disminució de potència (48). Considerant els 5,75 kW i una actuació:

Taula 24. Costs Desconnexió Casa TO (Elaboració pròpia)

Costs Desconnexió Casa TO				
Drets d'extensió (€)	Drets d'accés (€)	Drets d'embranchament (€)	Actuacions dels equips (€)	TOTAL (€)
99,90	113,29	9,04	9,04	231,28

6.3.5. Càlcul de la facturació amb la Circular 3/2020

El següent punt té com a finalitat veure l'impacte de la Circular 3/2020 per saber com afecta a efectes pràctics la conversió del sistema tarifari postergat a l'abril del 2021. S'agafa el mateix període de facturació, amb el mateix balanç d'energètic i el mateix Excel de simulació que permet el càlcul tant del sistema vigent com el de la Circular 3/2020. Els valors dels peatges d'accés, i els valors de l'energia han sigut estimats segons els valors ja coneguts i una aproximació feta per treballadors d'Estabanell Energia & Pahisa.

Taula 25. Costs facturació d'energia Casa TO Circular 3/2020 (Elaboració pròpia)

Costs Facturació d'Energia Casa TO Circular 3/2020			
Peatges de potència (€)	Peatges d'energia (€)	Impostos (€)	TOTAL (€)
207,83	136,49	103,12	447,44

Per la quantificació econòmica de la Circular 3/2020, s'elimina el terme de l'energia consumida, atès que la seva determinació correspon a les comercialitzadores i entren molt factors externs en joc. Per tant, la quantia total anual dels peatges més els impostos és de 447,44 € envers els 639,86 € dels peatges vigents exclouent el terme de l'energia consumida cobrat per la comercialitzadora.

7. Anàlisi de l'impacte ambiental

El punt final de la memòria del nucli del document, consta sobre l'anàlisi de l'impacte ambiental. És necessari remarcar, que al ser un treball teòric basat en estudis de la casa i quantificacions econòmiques de facturació d'energia l'impacte mediambiental per aquesta part és nul. La part que es pot analitzar correspon a una de les propostes de millora on s'instal·larien 5 mòduls fotovoltaics extres per saber la quantitat d'emissions de CO₂ que s'eviten generant l'energia per mitjà d'una font d'origen renovable i el 'carbon footprint' de la casa.

Per saber l'impacte de la casa amb un consum d'electricitat anual de 7004,35 kWh es cerca informació en la pàgina web de 'Carbonfootprint' (49). Aquesta pàgina web, permet obtenir el valor de la petjada ecològica en diferents aspectes d'usuaris particulars, habitatges, indústries, etc., per després comparar amb la petjada ecològica del país, i a escala mundial.

El factor de conversió de kWh a kg CO₂e/kWh és de 0,2203 segons la pàgina web abans esmentada per Espanya (49). Amb la conversió, s'obté una petjada ecològica d'1,543 tones de CO₂. Altrament, per saber la petjada ecològica real, s'ha de restar l'energia autoconsumida per l'habitatge, en altres paraules, s'ha de restar els 5870,45 kWh fotovoltaics. Per tant, s'obté una petjada ecològica final de 0,25 tones de CO₂ pels 1133,9 kWh consumits. Per consegüent, el sistema fotovoltaic actual de la Casa TO estalvia 1,293 tones de CO₂ anuals.

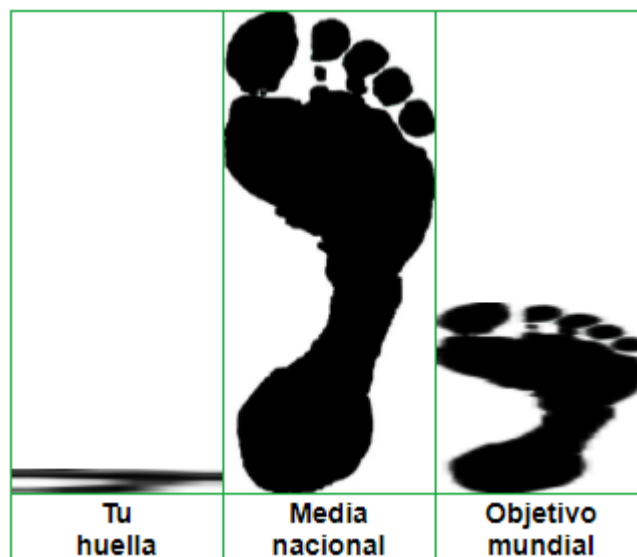
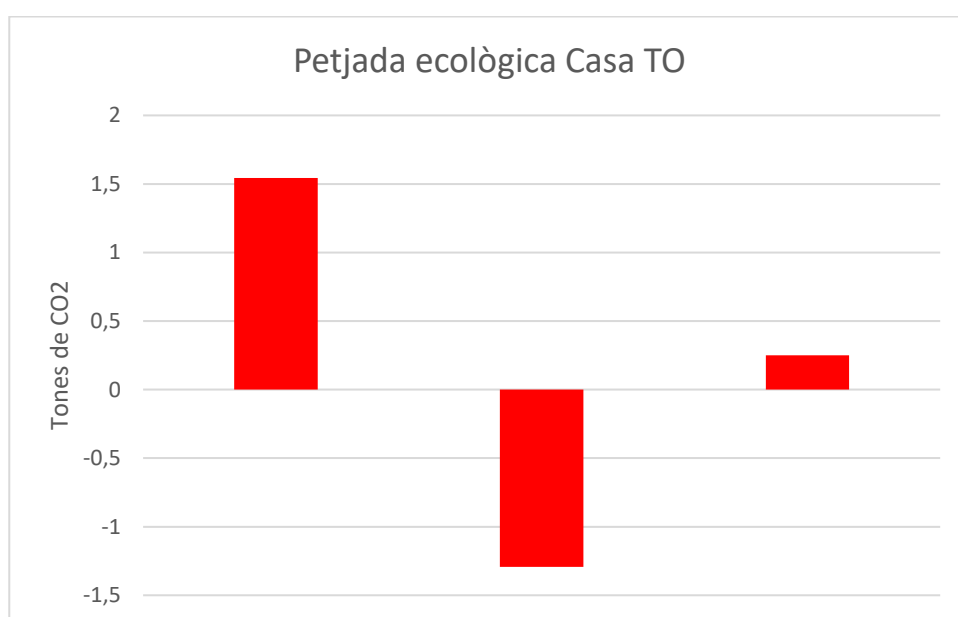


Figura 76. Comparativa de la petjada ecològica de la Casa TO (49)

En la figura 76, s'aprecia la comparativa de la petjada ecològica amb la mitjana nacional, l'objectiu mundial. L'emissió de CO₂ a l'atmosfera és tan reduïda, que la petjada de la Casa TO es veu borrosa i comprimida. Segons el que diu la pàgina web, la petjada mitjana d'Espanya és de 5,03 tones de CO₂ per persona, mentre que en la Unió Europea és de 6,4, la mitjana mundial és de 5, i l'objectiu mundial per poder lluitar amb el canvi climàtic és de 2 tones de CO₂ (49). Tanmateix, la comparació està distorsionada en cert punt, atès que en la de la Casa TO, només es té en compte les emissions de la casa, però els altres valors de referència dels diferents territoris, es consideren també els altres aspectes que defineixen la petjada ecològica com poden ser els hàbits de la persona, el mètode utilitzat de transport, etc. Tot i això, al cobrir el 83% del consum anual amb la producció fotovoltaica, la petjada ecològica de la casa estaria per sota de les cases objectiu per combatre el canvi climàtic.



Gràfic 10. Petjada ecològica Casa TO (Elaboració pròpia)

En el gràfic 10, es pot apreciar de manera visual el que s'ha explicat amb anterioritat sobre la petjada ecològica de la Casa TO. La barra negativa simbolitza les emissions de CO₂ estalviades per la instal·lació fotovoltaica. Cal remarcar que les emissions de la Casa TO a l'incorporar un sistema d'emmagatzematge i els 5 mòduls extres, al ser autosuficient, les emissions serien nul·les.

Conclusions

Després d'haver realitzat l'estudi de viabilitat energètica de la Casa TO, s'han arribat a diferents conclusions. Abans però, és necessari comentar que per la situació dels últims mesos de pandèmia mundial, no s'han pogut realitzar els experiments pràctics on es pretenia instal·lar un 'Smappee' per extreure consums de la Casa TO reals. La realització d'aquests experiments hauria permès determinar el perfil de càrrega de la Casa TO a temps real. Amb aquest perfil de càrrega, s'hauria pogut realitzar diferents estudis amb una rellevància major pel simple fet de tenir dades reals.

Altrament, amb els diferents aspectes de caràcter teòric valorats durant el treball, s'han pogut realitzar diferents estudis que serveixen com a base pels futurs projectes de la Casa TO, atès que és un prototip de 'living-lab', el potencial d'experiments i treballs de recerca és altíssim considerant que l'habitatge es va acabar al febrer del 2020 sense haver fet cap experiment fins a la data d'avui.

Al llarg del treball, s'ha pogut comprovar com realment l'edificació compleix les directrius de la seva concepció, sobretot enfocades en l'àmbit de la sostenibilitat i la protecció del medi ambient per la bona petjada ecològica estimada. Amb els estudis plantejats del modelatge de la Casa TO amb els softwares de certificació energètica, sent aquests el CE3X i el HULC, s'han obtingut uns resultats satisfactoris, tot i que els conceptes clau de la casa com són els filtres i les estratègies passives que redueixen significativament el consum tèrmic/elèctric de l'habitatge, no han pogut ser definits. Amb aquestes simulacions, s'ha pogut comprovar si realment, una casa tan innovadora com aquesta s'adapta a l'obsoleta normativa del CTE. La majoria de paràmetres, sobretot els vistos amb el HULC, que permet fer una anàlisi més complet que el CE3X, no compleixen els valors límits del CTE. Es té en compte però, que la definició real de la casa s'aproparia més als valors límits però sense complir-los. Encara que sigui redundant, les estratègies passives de calefacció i refrigeració, juntament amb la bona educació de la cultura energètica als futurs habitants, són el pilar pel qual es basa l'òptim funcionament de la casa.

Respecte a les propostes de millora, hi ha una gran controvèrsia amb la documentació de la Casa TO. La idea principal de la casa, és que sigui autosuficient en tots els sentits. Si es comproven els diferents àmbits com són el tractament d'aigües, el tractament dels residus secs, etc., els camins a seguir, indiquen aquesta autosuficiència, però energèticament, per molta energia fotovoltaica que es generi, sense un sistema d'emmagatzematge, o una font d'energia de suport, com pot ser mini eòlica o un generador dièsel, és totalment impossible. La solució més òptima a escala econòmica presentada, és la d'afegir els 5 mòduls en sèrie als 10 que ja hi són, més la implementació d'un sistema d'emmagatzematge més reduït, vist que és l'element més costos de la vessant tècnica.

En l'àmbit normatiu, la legalització de l'autoconsum és vital pel projecte. Encara que no es tinguin excedents, o siguin pràcticament nuls com és el cas, si la instal·lació està connectada a la xarxa de distribució, ha d'estar tramitada la modalitat d'autoconsum. Com s'ha vist, la més òptima en cas d'agregar panells fotovoltaics és la d'excedents acollida a compensació. Si es vol mantenir com està a dia de la realització del treball, el més òptim és la modalitat sense excedents sempre que es tingui instal·lat el sistema anti abocament.

Finalment, amb relació al contingut del treball, s'ha vist el que costaria mantenir la Casa TO a ple rendiment al llarg del període d'un any. L'estalvi anual de 1300 € té com a conseqüència que qualsevol classe d'inversió realitzada es retorni en un període curt. Tot i que, aquests tipus de projectes de caràcter de recerca, solen estar subvencionats per entitats privades o públiques per fomentar la investigació i els possibles beneficis que proporcionin a les mateixes entitats o a la societat.

Per concloure, en l'àmbit personal, es considera un treball que ha estat enriquidor com a estudiant i com a persona per la informació adquirida en el transcurs de la realització del projecte. S'ha vist de primera mà, la potestat que pot tenir qualsevol habitant si rep una bona cultura energètica per reduir consums, emissions, i donar les passes adequades en conjunt com a societat per avançar en la transició energètica tan necessitada si es vol intentar combatre o revertir (gairebé impossible) el canvi climàtic. Hauria sigut una bona experiència realitzar experiments pràctics a la casa, però el kit de la qüestió està a saber adaptar-se a qualsevol situació i treballar amb les dades que es tinguin. Tanmateix, aplicar conceptes de la formació universitària en un projecte real que pot servir com a pilar d'altres projectes és enriquidor, i s'espera que realment es realitzin més projectes a la casa pel potencial que presenta.

Anàlisi Econòmica

En l'últim punt de la memòria, ja fora del nucli del treball, es presenta l'anàlisi econòmica del treball. Bàsicament, es divideix en dos grans blocs que mostren el cas de la proposta de millora on s'implementa un gran sistema d'emmagatzematge, i el segon cas correspon al qual es redueix el sistema d'emmagatzematge calculat però s'instal·len 5 mòduls fotovoltaics en sèrie als 10 existents.

Hi ha uns conceptes que es tenen en compte que no s'han presentat en cap punt anterior, que són els costos fixos i variables de l'energia fotovoltaica. En aquests es consideren el manteniment, la instal·lació per kW i l'actuació de la instal·lació. Les dades dels preus han estat extrets de la pàgina web del nREL (50).

Taula 26. Costos fixos i variables de la FV (Elaboració pròpia)

Costos fixos i variables de la FV		
Cost instal·lació (\$/kW)	Cost instal·lador (\$/kW)	Cost manteniment (\$/kW)
3,897	889	21

Els tres paràmetres que defineixen l'anàlisi econòmica són el payback, el valor actual net (VAN) i la taxa interna de retorn (TIR). Seguidament, s'expliquen els tres conceptes i s'adjunta una taula amb els resultats dels càlculs dels tres paràmetres per cada cas. Els càlculs de cada paràmetre estan a l'Excel adjunt a la memòria del projecte.

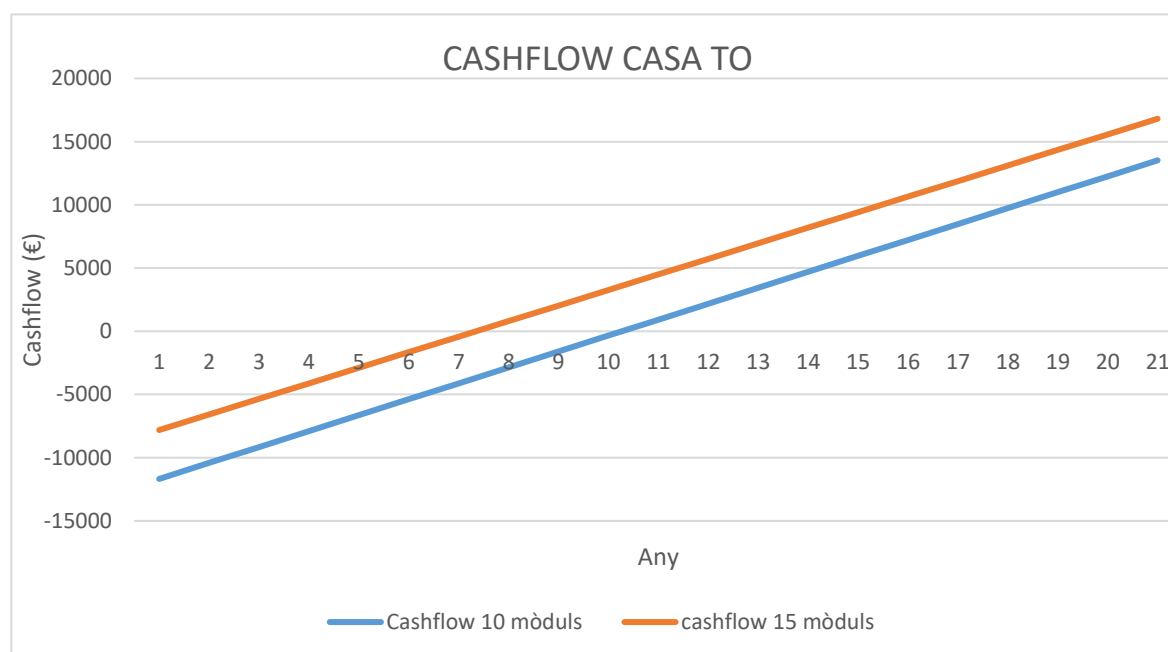
- El payback és el temps de retorn de la inversió feta.
- El VAN és un criteri d'inversió que determina la quantia de diners guanyats o perduts respecte a la inversió inicial considerant una taxa d'interès real. Els valors triats són de l'1% i el 3%. Si el VAN pren un valor positiu, es recomana portar endavant el projecte.
- El TIR, determina la rendibilitat del projecte objecte d'estudi. Si el TIR és positiu, es recomana portar endavant el projecte.

Pel càlcul dels paràmetres de rendibilitat econòmica, s'ha triat un període de càlcul de vint anys, atès que cassa amb la vida útil dels mòduls fotovoltaics.

Taula 27. Paràmetres de rendibilitat econòmica (Elaboració pròpia)

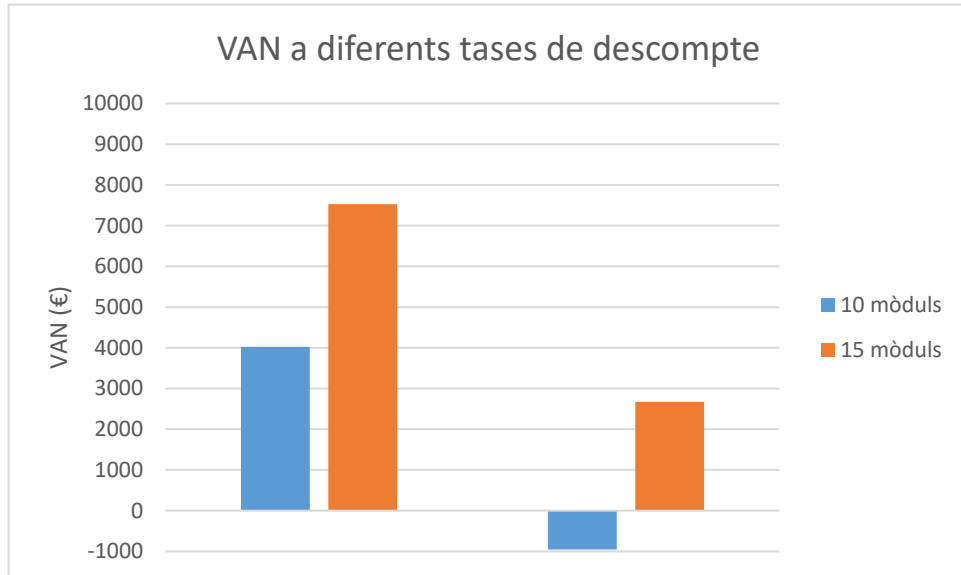
Paràmetres de rendibilitat econòmica						
Cas amb 10 mòduls			Cas amb 15 mòduls			
	Payback	VAN	TIR	Payback	VAN	TIR
5%	9,73 anys	4024,54	9%	6,65 anys	7530,16	15%
10%		-951,18			2669,36	

Observant la taula 27, es pot deduir pels 3 paràmetres que l'opció més rendible, és la implementació dels 5 mòduls en sèrie, vist que el payback és el menor, amb el VAN més alt de tots, sent positiu amb un valor de 7530,16 €, i un TIR positiu amb valor de 15%. Això és degut per la reducció de la inversió inicial que s'hauria de fer, que és d'una relació de 0,66. L'única opció que no és rendible, és l'escenari del cas amb 10 mòduls i sistema d'emmagatzematge amb una taxa de descompte del 10%, atès que el VAN és negatiu. Si el projecte es finança per mitjà d'alguna entitat, el projecte seria rendible com s'ha dit anteriorment, a part que s'estaria fomentant la recerca i l'educació energètica de la gent que hi participi.

**Gràfic 11.** Cashflow dels dos casos (Elaboració pròpia)

En el gràfic 11, es pot veure la variació del 'cashflow' al llarg del període de 20 anys. El punt de tall amb l'eix d'abscisses, representa el moment temporal on es recupera la inversió. El valor final de cada corba, simbolitza els ingressos finals de cada cas en funció de la taxa de descompte aplicada. Com ja s'havia vist en la taula 27, i sabent que en el payback no es consideren els interessos, es recupera les inversions

en 9,73 anys pel primer cas, i en 6,65 en el segon. En el gràfic 12, es pot apreciar de manera visual el VAN per unes taxes de descompte de 5% i 10%.



Gràfic 12. VAN a diferents taxes de descompte (Elaboració pròpia)

Un cop vist l'estudi econòmic, es procedeix a presentar el pressupost del projecte. Cal esmentar que hi ha una part fixa, que correspon a les hores d'enginyeria i una part variable que depèn del cas de proposta de millora.

Taula 28. Pressupost cas 10 mòduls + sistema d'emmagatzematge (Elaboració pròpia)

Pressupost 10 mòduls + sistema d'emmagatzematge			
Concepte	Unitats	Preu unitari (€/unitat)	Preu total (€)
Sunny Boy Storage 3.7	1	2075	2075
UzS1400-12	4	2499,32	9997,28
Desconnexió Casa TO	1	231,23	231,23
Manteniment FV	20	58,212	1164,24
Hores d'enginyeria	620	20	12400
TOTAL			25867,75

Taula 29. Pressupost 15 mòduls + sistema d'emmagatzematge (Elaboració pròpia)

Pressupost 15 mòduls + sistema d'emmagatzematge			
Concepte	Unitats	Preu unitari (€/unitat)	Preu total (€)
Sunny Boy Storage 3.7	1	2075	2075
UzS600-6	8	399,69	3197,52
NSL 330Wp	5	166,97	834,85
Desconnexió Casa TO	1	231,23	231,23
Instal·lador FV	1,65	746,76	1466,85
Potència instal·lada	1,65	3,27	5,40
Manteniment FV	20	87,32	1746,4
Hores d'enginyeria	620	20	12400
		TOTAL	28405,99

Bibliografia

1. Energy, U.D. of. Solar Decathlon: Solar Decathlon Europe. A: [en línia]. [Consulta: 13 març 2020]. Disponible a: <https://www.solardecathlon.gov/international-europe.html>.
2. IEA. Renewable electricity generation by region and scenario, 2018-2040 – Charts – Data & Statistics - IEA. A: [en línia]. [Consulta: 17 abril 2020]. Disponible a: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewable-electricity-generation-by-region-and-scenario-2018-2040>.
3. Europeo, E.L.P. et al. Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. A: . 2018, Vol. 6, núm. 2, p. 253-254.
4. Passivhaus Institut. Passivhaus Institut. A: [en línia]. [Consulta: 16 març 2020]. Disponible a: https://passiv.de/en/02_informations/01_what_is_a_passive_house/01_what_is_a_passive_house.htm.
5. Wikipedia. Arquitectura bioclimática. A: [en línia]. [Consulta: 13 març 2020]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_bioclimática.
6. PHI. Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard. A: *Passive House Institute* [en línia]. 2016, p. 1-27. Disponible a: https://passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf.
7. Spertino, F. et al. Toward the complete self-sufficiency of an NZEBS microgrid by photovoltaic generators and heat pumps: Methods and applications. A: *IEEE Transactions on Industry Applications*. IEEE, 2019, Vol. 55, núm. 6, p. 7028-7040. ISSN 19399367. DOI 10.1109/TIA.2019.2914418.
8. Certicalia. Certificación LEED. A: [en línia]. [Consulta: 20 març 2020]. Disponible a: <https://www.certicalia.com/certificacion-leed/que-es-la-certificacion-leed>.
9. Wikipedia. LEED. A: [en línia]. [Consulta: 13 setembre 2020]. Disponible a: <https://es.wikipedia.org/wiki/LEED>.
10. GBCE, G.B.C.E. GBCE | Certificación VERDE. A: [en línia]. [Consulta: 13 setembre 2020]. Disponible a: <https://gbce.es/certificacion-verde/>.
11. Certicalia. Certificado VERDE. A: [en línia]. [Consulta: 5 abril 2020]. Disponible a: <https://www.certicalia.com/certificado-verde/que-es-el-certificado-verde>.
12. Certicalia. HULC: Herramienta Unificada Lider Calener. A: [en línia]. [Consulta: 5 abril 2020]. Disponible a: <https://www.certicalia.com/blog/hulc-herramienta-unificada-lider-calener>.
13. Edificación, C.T. de la. Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC). A: [en línia]. [Consulta: 5 abril 2020]. Disponible a: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener.html>.
14. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Ministerio para la Transición

Ecológica y el Reto Demográfico - Procedimientos para la certificación de edificios. A: [en línea]. [Consulta: 20 setembre 2020]. Disponible a: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>.

15. IDAE. Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. A: . Vol. 004, núm. 1, p. 260.

16. Joint Research Centre. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission. A: [en línea]. [Consulta: 13 setembre 2020]. Disponible a: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#MR.

17. Maps, G. UPC Campus Diagonal–Besòs - Google Maps. A: [en línea]. [Consulta: 13 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.google.com/maps/place/UPC+Campus+Diagonal+Besòs/@41.4142733,2.2233686,593m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x5ff2bf7c83dc7de4!8m2!3d41.4136614!4d2.2219134>.

18. Campus, U. i Polit, U. LIVING-LAB. A: . 2019,

19. TO, E. Project Summary - Solar Decathlon Europe 2019, Szentendre UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCOLA SUPERIOR D'ARQUITECTURA DEL VALLÈS. A: . 2008, p. 1182.

20. TO, E. Project Drawings - Solar Decathlon Europe 2019, Szentendre UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCOLA SUPERIOR D'ARQUITECTURA DEL VALLÈS. A: . 2019,

21. Wikipedia. Transmitancia térmica. A: [en línea]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Transmitancia_térmica.

22. Dietrich, D. Calderas, bombas de calor, instalaciones solares - De Dietrich calefacción. A: [en línea]. [Consulta: 7 setembre 2020]. Disponible a: <http://www.dietrich-calefaccion.es/index.php>.

23. Frio, C. y. Bomba de calor. A: [en línea]. [Consulta: 6 juliol 2020]. Disponible a: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor.html>.

24. Cano, X.Ú. *Proyecto Fin de Carrera UPC*. Universitat Politècnica de Catalunya, 2009.

25. Sysclima. Placa base terminal Sysclima compact 17. A: [en línea]. [Consulta: 5 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.sysclima.com/productos/sysclima/sistemas-de-suelo-radiante/placa-base-terminal-sysclima-compact-17>.

26. Wikipedia. Ventilconvector. A: [en línea]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ventilconvector>.

27. MAXA. Maxa - Air conditioning. A: [en línea]. [Consulta: 5 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.maxa.it/>.

28. Nousol. Panel Solar Nousol Policristalino NSL330Wp. A: [en línea]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://order.nousol.com/es/paneles-solares-policristalinos/1633-panel-solar-nousol-policristalino-nsl330wp.html>.

29. Sunny Boy. SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0 inversor | SMA Solar. A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-boy-30-36-40-50-60.html>.
30. Ministerio de Fomento. Documento Básico. A: . 2019, p. 184.
31. Piqué, R. et al. Laboratorio E3PACS de Investigación en Micro-redes. A: . 2018, p. 186-191.
32. Martínez, H. Guía de Diseño Mejorado en el Dimensionado de una Instalación de ESF Capacidad y Régimen de Funcionamiento de una Batería (I) Capacidad y Régimen de Funcionamiento de una Batería (II) Capacidad y Régimen de Funcionamiento de una Batería (III). A: .
33. Sunny Boy. SUNNY BOY STORAGE 3.7 / 5.0 / 6.0 | SMA Solar. A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-con-bateria/sunny-boy-storage-37-50-60.html>.
34. TeknoSolar. Inversor SMA Sunny Boy Storage 3.7 | TeknoSolar.com. A: [en línia]. [Consulta: 18 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.teknosolar.com/inversor-sma-sunny-boy-storage-3-7/>.
35. Ultracell. ULTRACELL - VRLA batteries, battery manufacturers, VRLA battery, UL Batteries, Rechargeable Batteries, Acid Batteries... A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <http://www.ultracell.es/products/uzv-batteries/2v>.
36. Autosolar. Batería Estacionaria 12V 1400Ah Ultracell OPzS UZS1400. A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://autosolar.es/baterias-estacionarias-opzs-12v/bateria-estacionaria-12v-1400ah-ultracell-opzs-uzs1400>.
37. Autosolar. Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6. A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: https://autosolar.es/baterias-estacionarias/bateria-estacionaria-600ah-6v-ultracell-uzs600-6?gclid=Cj0KCQjwqfz6BRD8ARIsAIXQCf1GERETfi5QQWBYIqBPXXfxnULmvNtqtK2IJYpJWBW62NL34KNKtW8aAuTaEALw_wcB.
38. NasaEnergia. PANEL SOLAR NOUSOL POLICRISTALINO NSL330WP. A: [en línia]. [Consulta: 14 setembre 2020]. Disponible a: <https://nasaenergia.com/es/inicio/47-panel-solar-nousol-policristalino-nsl330wp.html>.
39. Blasco Hedro, E. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. A: *Actualidad Jurídica Ambiental*. 2019, núm. 90, p. 68-71. ISSN 1989-5666.
40. IDAE. Guía de Tramitación del Autoconsumo. A: *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. 2020, p. 165.
41. Asociación Española de Normalización y Certificación. Instalaciones generadoras de baja tensión. A: . 2013, p. 1-54.
42. CNMC. Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de

electricidad. A: . 2020, p. 1-27.

43. Ministerio de Industria Energía y Turismo. Orden ITC/2794/2007: Tarifas eléctricas. A: *Boletín Oficial del Estado*. 2007, p. 39690-39698.

44. Martínez, A. Boletón Oficial del Estado - Orden TEC 1258/2019. A: *Boletín Oficial del Estado*. 2014, p. 61561-61567.

45. Ministerio de Industria Turismo y Comercio. Real Decreto 1110/2007. A: . 2007, p. 37860-37875.

46. MITyC. ITC-BT-10: Previsión de cargas para suministros en baja tensión. A: *Boletín Oficial del Estado*. p. 1-5.

47. Ministerio de Industria Energía y Turismo. Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica. A: *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 2013, p. 106522-106545. ISSN 1133-2654. DOI BOE-A-2012-5403. Disponible a: <http://www.minetur.gob.es/PortalAyudas/SectorEstrategico/concesion/Documents/estrageroespacial.pdf>.

48. MITyC. Orden ITC/3519/2009 del BOE. A: . 2010, p. 112136-112166.

49. Footprint, C. carbonfootprint.com - Carbon Footprint Calculator. A: [en línea]. [Consulta: 24 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>.

50. NREL. Distributed Generation Renewable Energy Estimate of Costs | Energy Analysis | NREL. A: [en línea]. [Consulta: 18 setembre 2020]. Disponible a: <https://www.nrel.gov/analysis/tech-lcoe-re-cost-est.html>.

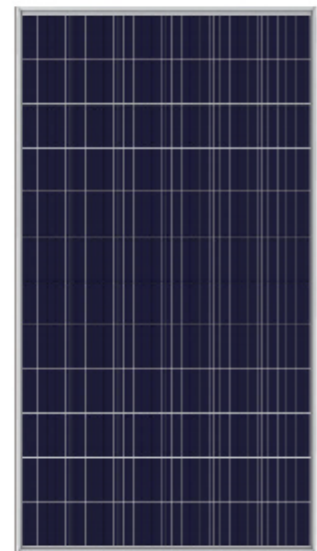
Annex A

NSL330P Ref: 11000066



Calidad

- Célula policristalina de alta eficiencia.
- Tolerancia Positiva 0-+3% para garantizar un buen rendimiento del módulo solar.
- Caja de protecciones IP68/15A para una mayor durabilidad del módulo.
- Marco de aluminio anodizado.
- Amplia resistencia a condiciones extremas, resistencia a la salinidad probada.
- Buen rendimiento a altas temperaturas.
- Prueba de resistencia de nieve a 5400Pa.
- Tensión máxima del módulo 1000Vdc



Ref: 11000066

Certificados

- CE
- Normativa TÜV
- IEC61215
- IEC61730
- ISO 14001
- ISO 9001
- EN 61000-6-1:2007 y 61000-6-3:2007

10 10 años de garantía del producto

12 12 años de producción de potencia al 90%

25 25 años de producción de potencia al 80%



Nousol es una empresa de producción y distribución para la tecnología solar que opera a nivel internacional. Desde el comienzo, Nousol se ha centrado en la fabricación de módulos fotovoltaicos con diferente tecnología. Nuestra compañía produce paneles con potencias desde 5Wp a 340Wp. Contribuimos con la implantación y en el desarrollo de nuevos productos para hacer un mundo más verde.

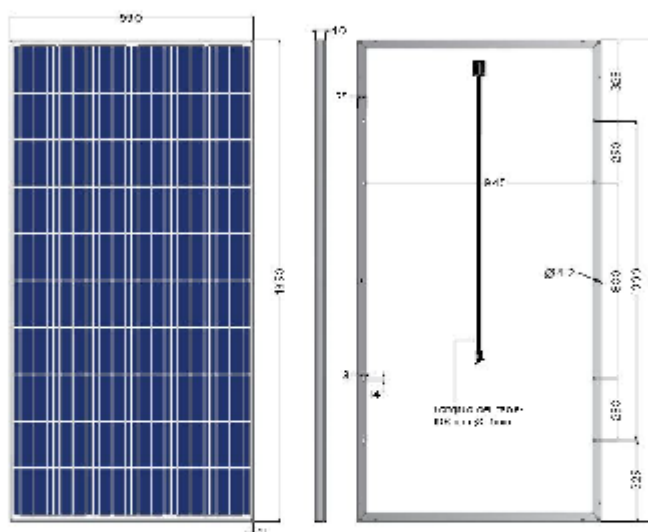
Nousol Nuevas Energías, SLU | Camí de Can Bassa, 20 - Pol. Ind. Palou Nord | 08401 Granollers Barcelona (Spain)
Tel.: +34 93 879 59 98 | Fax: +34 93 116 62 52 | nousol@nousol.com

NSL330P-24

Características mecánicas



Tipo de célula	Policristalina
Número de células	72
Dimensiones	1950 x 990 x 40 mm
Peso	23 kg
Material del marco	Aluminio anodizado



Valores eléctricos

SCT (Test en condición estándar)	
Potencia nominal	330 Wp
Tensión en circuito abierto (Voc)	45,5V
Tensión nominal (Vmpp)	37,8V
Corriente nominal (Impp)	8,73A
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,22A
Coefficiente de temperatura para potencia	-0,41 % °C
Coefficiente de temperatura para tensión	-0,33 % °C
Coefficiente de temperatura para corriente	0,06 % °C
NOCT	45 °C ± 2 °C

Nousol Nuevas Energías, SLU | Camí de Can Bassa, 20 - Pol. Ind. Palou Nord | 08401 Granollers Barcelona (Spain)

Tel.: +34 93 879 59 98 | Fax: +34 93 116 62 52 | nousol@nousol.com

Annex B



ALEZIO EVOLUTION

BOMBAS DE CALOR AIRE/AGUA REVERSIBLES "SPLIT INVERTER"

- AWHP...-3/E y EI: de 3,94 a 14,6 kW con apoyo mediante resistencia eléctrica integrada
- AWHP...-4/E V200: de 3,94 a 14,6 kW con acumulador acs de 180 l integrado en el módulo interior y apoyo mediante resistencia eléctrica

- AWHP...-3/H y HI: de 3,94 a 14,6 kW con apoyo hidráulico de caldera (o sin apoyo)
- AWHP...-4/H V200: de 3,94 a 14,6 kW con acumulador acs de 180 l integrado en el módulo interior y apoyo hidráulico de caldera (o sin apoyo)



AWHP 11 y 16 MR-3/E, EI, H o HI
o TR-3/E, EI, H o HI

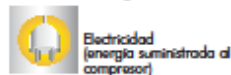
AWHP 8 MR-3/H o HI

AWHP 11 y 16 MR-3/H o E V200
o TR-3/H o E V200

- AWHP-3/E, AWHP-4/E V200 (con apoyo eléctrico): calefacción y refrescamiento por suelo radiante/refrescante, Modelo V200 incluyendo acumulador acs.
- AWHP-3/EI (con apoyo eléctrico): para calefacción y refrigeración por fancoils
- AWHP-3/H y AWHP-4 H V200 (con apoyo hidráulico): calefacción y refrescamiento por suelo radiante/refrescante, Modelo V200 incluyendo acumulador acs.
- AWHP-3/HI (con apoyo hidráulico): para calefacción y refrigeración por fancoils.



Bomba de calor aire/agua



Electricidad (energía suministrada al compresor)



Energía renovable natural y gratuita



Las bombas de calor ALEZIO AWHP-3 y AWHP-4 V200 se distinguen por sus elevadas prestaciones: COP de 3,9 a 4,65 para una temperatura exterior de +7°C (COP frío de 3,96 a 4,83 para una temperatura exterior de +35°C). Un producto de alta tecnología provisto de sistema INVERTER con acumulador de potencia. Las bombas de calor ALEZIO EVOLUTION ofrecen una mayor estabilidad de la temperatura de consigna, una reducción importante del consumo eléctrico y un funcionamiento silencioso. Al ser reversibles y tener capacidad de refrescamiento (tipo suelo refrescante, agua a +18°C), o de climatización mediante fancoils (agua a +7°C), las bombas de calor ALEZIO EVOLUTION ofrecen un confort total en todas las estaciones. Con su construcción compacta, avanzado diseño y facilidad de instalación, pueden integrarse tanto en una nueva instalación como en la renovación de una existente.

Los modelos ALEZIO AWHP-3 permiten la gestión de agua caliente sanitaria. Los modelos ALEZIO AWHP-4 V200 integran de serie un acumulador de acs de 180 litros integrado en el módulo interior formando un conjunto en columna de estética uniforme.

CONDICIONES DE USO

Temperaturas límite de servicio

- en modo calefacción:
 - Aire exterior: -20/+35°C (-15/+35°C con AWHP 4 y 6 ...)
 - Agua: +18/+60°C
 - en modo refrescamiento:
 - Aire exterior: -5/+46°C
 - Agua: +18/+25°C
 - en modo refrigeración:
 - Aire exterior: -5/+46°C
 - Agua: +7/+25°C
- (Las versiones /EI y /HI son obligatorias para una temperatura del agua inferior a +18 °C)

Circuito calefacción
Presión máxima de servicio: 3 bar
Temp. máxima de servicio: 95°C

Circuito a.c.s. (AWHP-4 V200)
Presión máxima de servicio: 10 bar
Temp. máxima de servicio: 65°C

EASYLIFE

De Dietrich

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AWHP-4/E V200 Y /H V200



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Temp. límite de utilización

En modo calor:

Agua: + 18°C/+ 60°C

Aire exterior: - 20°C/+ 35°C

(- 15°C/+ 35°C para AWHP 4 y 6 MR-4)

En modo refrescamiento:

Agua: + 18°C/+ 25°C

Aire exterior: - 5°C/+ 46°C

En modo refrigeración (AWHP-3/H) (con accesorio EH567):

Agua: + 7°C/+ 25°C

Aire exterior: - 5°C/+ 46°C

Modelo	AWHP-... V200	4 MR-4	6 MR-4	8 MR-4	11 MR-4	11 TR-4	16 MR-4	16 TR-4
Potencia calorífica a + 7°C/+ 35°C (1)	kW	3,94	5,79	7,9	11,39	11,39	14,65	14,65
COP calor a + 7°C/+ 35°C (1)		4,53	4,05	4,35	4,65	4,65	4,22	4,22
Potencia calorífica a + 2°C/+ 35°C (1)	kW	3,76	3,79	5,3	10,79	10,79	12,9	12,9
COP calor a + 2°C/+ 35°C (1)		3,32	2,97	3,46	3,2	3,2	3,27	3,27
Potencia calorífica a - 7°C/+ 35°C (1)	kW	2,83	4,35	5,60	8,09	8,09	9,83	9,83
COP calor a - 7°C/+ 35°C (1)		2,8	2,57	2,71	2,88	2,88	2,75	2,75
Potencia eléctrica absorbida a + 7°C/+ 35°C (1)	kWe	0,87	1,43	1,82	2,45	2,45	3,47	3,47
Intensidad nominal (1)	A	4,11	6,57	8,99	11,41	11,41	16,17	16,17
Potencia frigorífica a + 35°C/+ 18°C (2)	kW	3,84	4,69	7,9	11,16	11,16	14,46	14,46
COP frío a + 35°C/+ 18°C (2)		4,83	4,09	3,99	4,75	4,75	3,96	3,96
Potencia eléctrica absorbida a + 35°C/+ 18°C (2)	kWe	0,72	1,15	2,0	2,35	2,35	3,65	3,65
Eficiencia energética estacional de calefacción de espacios* (6)	%	131	137	136	132	132	130	130
Eficiencia energética estacional de calefacción de espacios* (con sonda exterior) (7)	%	133	139	138	134	134	132	132
Caudal nominal de agua a $\Delta t = 5$ K	m ³ /h	0,68	1,00	1,36	1,96	1,96	2,53	2,53
Altura manométrica dispon. a caudal nominal a $\Delta t = 5$ K	mbar	680	620	480	120	120	-	-
Caudal de aire nominal	m ³ /h	2100	2100	3300	6000	6000	6000	6000
Tensión de alimentación del grupo exterior	V	230 V mono	230 V mono	230 V mono	230 V mono	400 V tri	230 V mono	400 V tri
Intensidad de arranque	A	5	5	5	5	3	6	3
Potencia sonora (3)/Potencia sonora (4)	dB(A)	62,4/48,8	64,8/48,8	66,7/48,8	69,2/47,6	69,2/47,6	69,7/47,6	69,7/47,6
Fluido frigorífico R 410 A	kg	2,1	2,1	3,2	4,6	4,6	4,6	4,6
Conexión frigorífica (líquido-gas)	pulgadas	1/4-1/2	1/4-1/2	3/8-5/8	3/8-5/8	3/8-5/8	3/8-5/8	3/8-5/8
Longitud máxima precargada	m	10	10	10	10	10	10	10
Capacidad acumulador a.c.s.	l	180	180	180	180	180	180	180
Superficie de intercambio	m ²	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Capacidad intercambiador del acumulador a.c.s.	l	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
Volumen de agua máx. utilizable (Vmax) (5)	l	249	247	251	231	231	231	231
Tiempo de calentamiento (th) (5)	h	1 h 54	2 h 00	1 h 58	1 h 33	1 h 33	1 h 11	1 h 11
Potencia absorbida en régimen de estabilización (Pes) (5)	W	35	35	35	35	35	37	37
COP _{DHW}		2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
Eficiencia energética calentamiento ACS según reglamento n.º 81/2013	%	106	106	106	106	106	106	106
Perfil de demanda ACS	L	L	L	L	L	L	L	L
Temperatura de ACS de referencia (wh)	°C	56,1	55,8	54,1	54,1	54,1	53,4	53,4
Peso sin carga grupo exterior / Peso acumulador a.c.s.	kg	42/129	42/129	75/129	118/131	118/131	130/131	130/131

(1) Modo calor: temp. aire exterior/temp. agua a la salida, prestaciones según EN 14511-2.

(2) Modo frío: temp. aire exterior/temp. agua a la salida, prestaciones según EN 14511-2.

(3) Unidad exterior.

(4) Unidad interior.

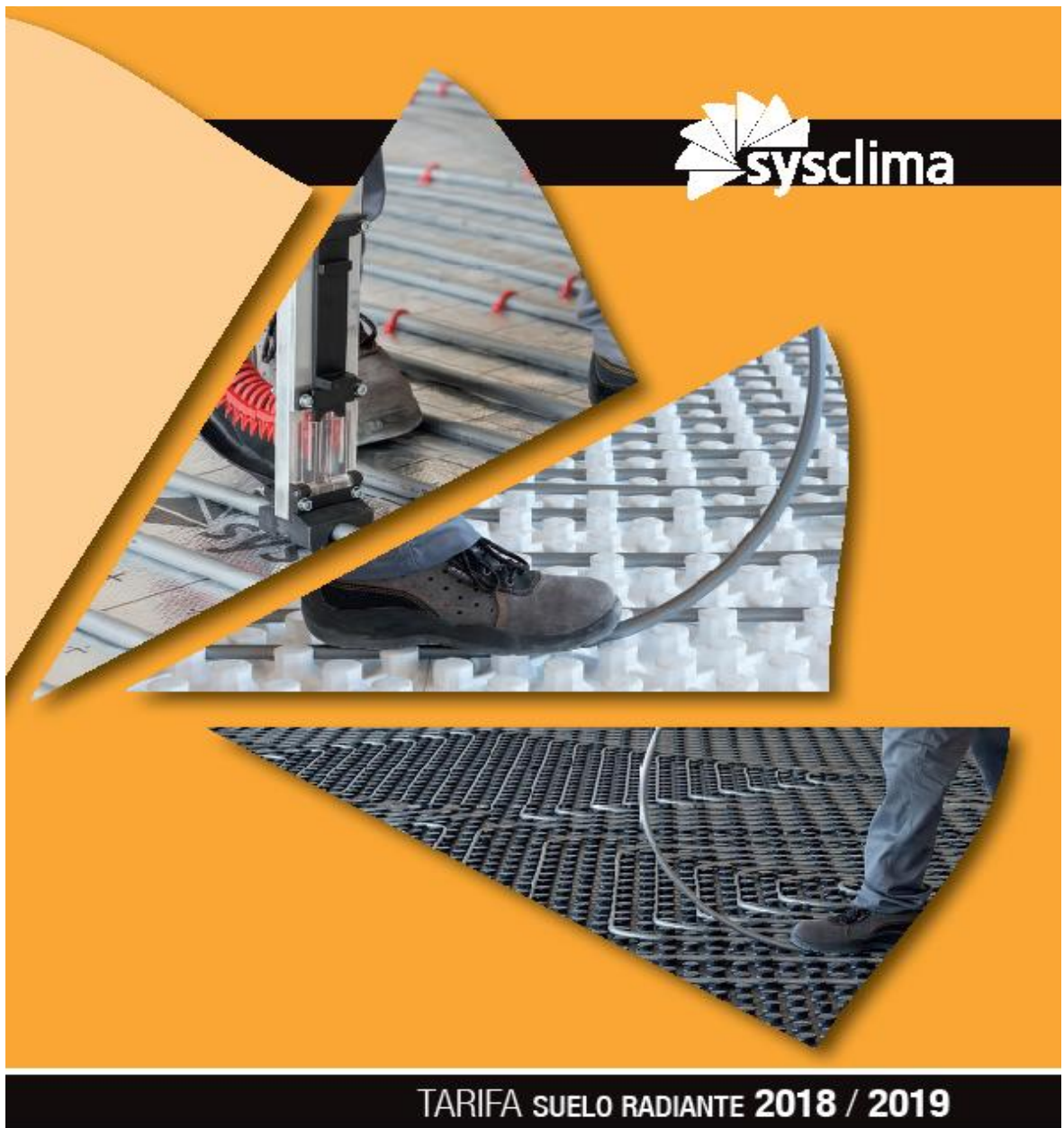
(5) Círculo de extracción según EN 16147-1.

(6) Con temperatura media, de acuerdo con el reglamento (UE) n.º 813/2013.

(7) Con temperatura media de acuerdo con el Reglamento (UE) n.º 811/2013.

* Con temperatura media

Annex C



The advertisement features a central graphic with three overlapping images showing the installation of a radiant floor heating system. The top image shows a worker using a tool to install a metal track. The middle image shows a worker laying out a grid of white plastic spacers. The bottom image shows a worker laying out a grid of metal tracks. The sysclima logo is in the top right corner. At the bottom, the text reads "TARIFA SUELO RADIANTE 2018 / 2019" and "entrada en vigor en julio de 2018".

sysclima

TARIFA SUELO RADIANTE 2018 / 2019
entrada en vigor en julio de 2018

Especialistas en Sistemas y Soluciones de Climatización



Placa base calefactora Sysclima compact 17

Placa base calefactora con una superficie útil de 0,9 m² fabricada en poliestireno expandido con lámina de aluminio difusora integrada formando una unidad compacta e indivisible. La placa tiene una terminación de altísima calidad y dispone de ranuras en forma omega con bordes perfilados para evitar daños en los tubos durante su colocación. El paso previsto para los tubos es de 125 mm. Para facilitar su instalación, la placa dispone de precortes.

Referencia	Producto	Suministro	€/Placa
114600117	Placa base con difusor Sysclima Compact 17	Paquete de 10 placas	38,94 €



Placa base terminal Sysclima compact 17

Placa base fabricada en poliestireno expandido compuesta por elementos con curva en un costado y elementos lisos en otro. Los elementos con curva están diseñados para ser utilizados como cabecera de las placas calefactoras y facilitar las curvas en la instalación del tubo. Los elementos lisos están diseñados para rellenar los huecos disponibles en la superficie de la instalación. Las placas están provistas de precortes entre los elementos.

Referencia	Producto	Suministro	€/Placa
114600217	Placa base terminal Sysclima Compact 17	Paquete de 5 placas	17,30 €

DATOS TÉCNICOS	CALEFACTORA 17	TERMINAL 17
Dimensiones	1200 x 750 x 17 mm	1200 x 750 x 17 mm
Superficie útil placa	0,9 m ²	0,9 m ²
Resistencia Térmica	0,43 mm	0,43 mm
Conductividad Térmica	0,035 mm	0,035 mm
Resistencia a la compresión	240 kPa	240 kPa
Diámetro de tubo	14 mm	14 mm
Separación ida retorno	125 mm	125 mm
Elemento difusor	aluminio de 0,25 mm	NO
Resistencia al fuego	Clase E	Clase E
Suministro	9,0 m ²	4,5 m ²



Listón de madera perimetral

Listón de madera para la construcción de un marco en el perímetro de la superficie calefactora. Ideado para repartir y soportar mejor las cargas de elementos de la vivienda colocados al lado de las paredes como por ejemplo los armarios. Dimensiones del listón 1.000 x 45 x 17 mm (largo x ancho x alto).

Referencia	Producto	Suministro	€/m
114610101	Listón de madera perimetral Compact 17	10 m	4,68 €



Banda perimetral autoadhesiva Sysclima

Fabricada en espuma de polietileno de color naranja, autoadhesiva por su parte posterior para permitir una fijación sobre la pared de forma rápida, sencilla, cómoda y segura. Ofrece un aislante termo-acústico entre las partes verticales de la edificación y el suelo. Tiene un espesor de 8 mm y una altura de 130 mm. Incluye un babero de polietileno para proteger la junta entre la placa y la propia tira evitando derrames de mortero. Gran capacidad para absorber dilataciones de la placa de mortero. Los rollos de banda perimetral son de 25 m.

Referencia	Producto	Suministro	€/m
133600700	Banda perimetral autoadhesiva Sysclima 130/8	Bolca 100 m	0,76 €



Tubo multicapa PERT/AL/PERT 14

Tubo multicapa PERT/AL/PERT de diámetro 14 mm y espesor de pared de 2 mm con una lámina interior de aluminio de 0,2 mm de espesor que a la vez actúa como barrera antidifusión de oxígeno.

Referencia	Producto	Suministro	€/m
104600114	Multicapa PERT/AL/PERT 14 x 2 - 200 m	Rollo 200 m	1,66 €

Annex D

VE

1,4 kW ÷ 10,7 kW

Ventilconvettori con motore DC Brushless e AC Asincrono
Fan coil with Brushless DC and AC asynchronous motor



Dc Brushless → 50%
Risparmio annuo di energia elettrica
Annual savings in electricity
Riduzione del livello di rumorosità
Reduction of the noise level

VERSIONI

- VMI** Verticale con mobile ripresa inferiore
- VMF** Verticali con mobile ripresa frontale
- OMP** Orizzontale con mobile ripresa posteriore
- OMI** Orizzontale con mobile ripresa inferiore
- VII** Verticale da incasso ripresa inferiore
- VIF** Verticale da incasso ripresa frontale
- OIP** Orizzontali da incasso ripresa posteriore
- OII** Orizzontali da incasso ripresa inferiore
- VIP** Verticale incasso con pannello P1
- VIP2** Verticale incasso con pannello P2
- ONP** Orizzontale incasso con pannello

VERSIONS

- VMI** Vertical units with bottom inlet
- VMF** Vertical units with front inlet
- OMP** Horizontal units with rear inlet
- OMI** Horizontal units with bottom inlet
- VII** Fitted vertical units, bottom inlet
- VIF** Fitted vertical units, front inlet
- OIP** Fitted horizontal units, rear inlet
- OII** Fitted horizontal units, bottom inlet
- VIP** Fitted vertical units with P1 panel
- VIP2** Fitted vertical units with P2 panel
- ONP** Horizontal vertical units with panel

VENTILCONVETTORE BRUSHLESS

- Modulazione ventilazione 0-100%
- Massima silenziosità di funzionamento
- Maggiore benessere: la variazione continua 0-100% della portata aria (tramite segnale 0...10Vdc) si traduce in modulazione della potenza termica e frigorifera, adeguandole, istante per istante, alle effettive esigenze del locale da climatizzare e garantendo così ridotte oscillazioni della temperatura, dell'umidità e della rumorosità.

FANCOIL BRUSHLESS

- Modulating ventilation 0-100%
- Super quiet operation
- Highest well-being: the continuous variation 0-100% of the air flow (by means of the signal 0...10Vdc) is reflected in the modulation of the heating and cooling power by their instantaneous adaptation, to the actual needs of the room that to be conditioned and ensuring reduced fluctuations temperature, humidity and quiet noise.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Struttura in lamiera zincata con mantello di copertura (nei modelli VMI-VMF-OMP-OMI) in preverniciato e particolari in ABS, completo di isolamento termoacustico.
- Filtro rigenerabile e vaschetta raccogli-condensa a scarico naturale. Ventilatori di tipo centrifugo a 6 velocità, delle quali 3 collegate nella configurazione standard.
- Batterie di scambio termico in tubi di rame ed alette in alluminio con trattamento superficiale idrofilico per un rapido drenaggio della condensa.
- è consigliata l'installazione del kit valvole su ogni tipo di impianto.

BUILDING FEATURES

- Structure galvanized sheet with prepainted covering shell (in VMI-VMF-OMP-OMI models) and ABS details, complete with heat/sound insulation
- Regenerating filter and natural discharge moisture tray.
- Centrifugal 6-speed fans type, with 3 speeds connected in the standard configuration.
- Heat exchanger in copper tubes and aluminium fins with hydrophilic surface treatment to rapid draining of moisture.
- It's recommended to use the kit valves for each type of system.



VIP

Verticale incasso con pannello P1 (compresi VE/VE, FTI, PMI, MOR, P1)
Vertical built-in terminal with P1 panel (included VE/VE, FTI, PMI, MOR, P1)

TERMINALI IDRONICI



3 RANGH | 3 ROWS | 3 RANGÉES | 3 ZELLEN | 3 BANCOS DE TUBOS | 3 LINHAS

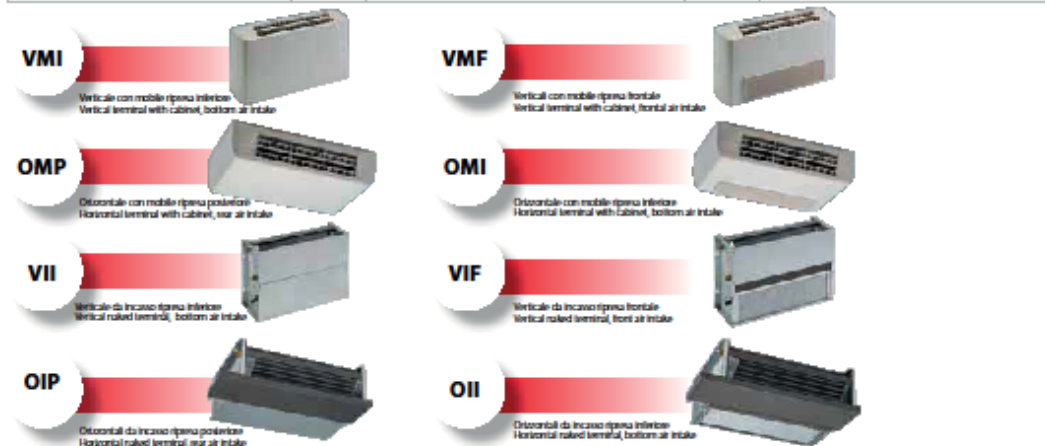
VE		83	93	103	93P	103P	113P	123P	VE		
Pot. frigorífica / Cooling cap. / Puits frigorifique (1) (*)	W	6.758	7.926	9.495	9.568	10.337	10.105	11.274	W	Kühlleistung / Pot. frigorífica / Pot. de refrigeración (1) (*)	
Resca sensible / Sensible capacity / Rend. sensible (*)	W	4.800	5.670	6.620	6.200	7.300	7.640	8.360	W	Sensible Leistung / Cap. Sensible / Cap. sensible (*)	
Pot. calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (2) (*)	W	6.650	7.750	9.050	8.415	9.895	10.550	11.600	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (2) (*)	
Pot. calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (3) (*)	W	13.300	15.500	18.100	16.830	19.790	21.100	23.200	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (3) (*)	
Pèrdua de càrrega / Pressure drop / Pertes de pression										Leitungsverluste / Pèrdues de càrrega / Pertes de carga	
Raffreddamento / Cooling / Refroidissement (*)	kPa	30,0	31,9	32,4	37,4	38,4	34,4	37,0	kPa	Kühlung / Enfriamiento / Refroidissement (*)	
Riscaldamento / Heating / Chauffage (3) (*)	kPa	27,6	29,8	27,9	28,1	27,4	29,2	30,5	kPa	Heizung / Calefacción / Aquecimento (3) (*)	
Portata d'aria / Air flow / Débit d'air (*)	max	m³/h	1.050	1.280	1.310	1.450	1.500	1.910	1.940	m³/h	max
	med	m³/h	935	1.139	1.166	1.291	1.335	1.643	1.668	m³/h	med
	min	m³/h	683	870	891	986	1020	1490	1.513	m³/h	min
Raffreddamento / Cooling / Refroidissement (*)	l/h	1.162	1.363	1.633	1.474	1.778	1.738	1.939	1.939	l/h	Kühlung / Enfriamiento / Refroidissement (*)
Riscaldamento / Heating / Chauffage (3) (*)	l/h	1.144	1.333	1.557	1.447	1.702	1.815	1.995	1.995	l/h	Heizung / Calefacción / Aquecimento (3) (*)
Potenza assorbita / Power input / Puissance absorbée (*)	W	145	175	175	225	225	285	285	W	Leistungsaufnahme / Pot. absorbida / Pot. absorvida (*)	
Press. sonora / Sound pressure / Pression sonore (4)	dB(A)	35/41/45	39/46/48	40/46/49	43/48/51	44/49/52	45/48/51	46/48/51	46/48/51	dB(A)	Geräuscherwicklung / Nivel de ruido / Rumorosidade (4)
Alimentazione / Power supply / Alimentation	V-, Ph, Hz	230, 1, 50						V-, Ph, Hz		Versorgung / Alimentación / Alimentação	
Attacchi idraulici / Water connections / Con. hydrauliques	"G	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	"G	Hyd. Anschlüsse / Acoplam. para agua / Uniãos hidr.	
Scarico condensati / Condensing drain / évac. condensat	mm	20	20	20	20	20	20	20	mm	Kondenswasser / Desagüe cond. / Evacuação da cond.	

BATTERIA CALDA - HOT WATER EXCHANGER - RANGÉE CHAUDE - HEISSLUFTZELLE - BATERIA DE AGUA CALIENTE - LINHA QUENTE

VE		83	93	103	93P	103P	113P	123P	VE	
Pot. Calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (2) (*)	W	3.230	3.995	4.055	4.350	4.450	5.545	5.600	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (2) (*)
Pot. Calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (3) (*)	W	6.460	7.990	8.110	8.700	8.900	11.090	11.200	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (3) (*)
Pèrdua de càrrega / Pressure drop / Pertes de pression (3) (*)	kPa	43,3	37,7	38,8	44,6	46,7	48,4	49,3	kPa	Leitungsverluste / Pèrdues de càrrega / Pertes de carga (3) (*)

BRUSH-LESS

VE		83	93	103	VE	
Pot. frigorífica / Cooling cap. / Puits frigorifique (1)	W	6.820-3.470	7.440-3.780	8.700-4.460	W	Kühlleistung / Pot. frigorífica / Pot. de refrigeración (1)
Pot. calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (2)	W	2.174-7.149	3.388-7.650	3.898-8.800	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (2)
Pot. calorífica / Heating cap. / Puits calorifique (3)	W	14.300-6.350	15.300-6.780	17.600-7.800	W	Heizleistung / Pot. calorífica / Pot. calorífica (3)
Bateria calda / Hot water exchanger / Rangée chaude (2)	W	3.561-1.590	4.045-1.790	4.045-1.795	W	Heissluftzelle / Bateria de agua caliente / Linha quente (2)
Bateria calda / Hot water exchanger / Rangée chaude (3)	W	7.140-3.170	8.090-3.590		W	Heissluftzelle / Bateria de agua caliente / Linha quente (3)
Portata d'aria / Air flow / Débit d'air	m³/h	1.184-306	1.255-323		m³/h	Luftdurchflussmenge / Caudal de aire / Cap. ar
Pot. assorbita / Power input / Puissance absorbée (5)	W	11	11		W	Leistungsaufnahme / Pot. absorbida / Pot. absorvida (5)
Press. sonora / Sound pressure / Pression sonore (5)	dB(A)	24	25		dB(A)	Geräuscherwicklung / Nivel de ruido / Rumorosidade (5)
Alimentazione / Power supply / Alimentation	V-, Ph, Hz	230, 1, 50			V-, Ph, Hz	Versorgung / Alimentación / Alimentação
Segnale / Signal / Signal	Vdc	0-10			Vdc	Signal / Señal / Signal



Attacchi acqua lato sinistro / Left side water sockets / Prises d'eau côté gauche Linka Seite Wasseranschlüsse Enganches água lado izquierdo Ligações água lado esquerdo

Note: flow or portate d'aria riferiti in condizioni di prevalenza 0 Pa. Per prevalenze variò diverse riferiti ai diagrammi di variazione di portate d'aria.

Note: Capabilities and air flow rates referred in terms of prevalence 0 Pa. For different static pressure, refer air flow variation diagrams.

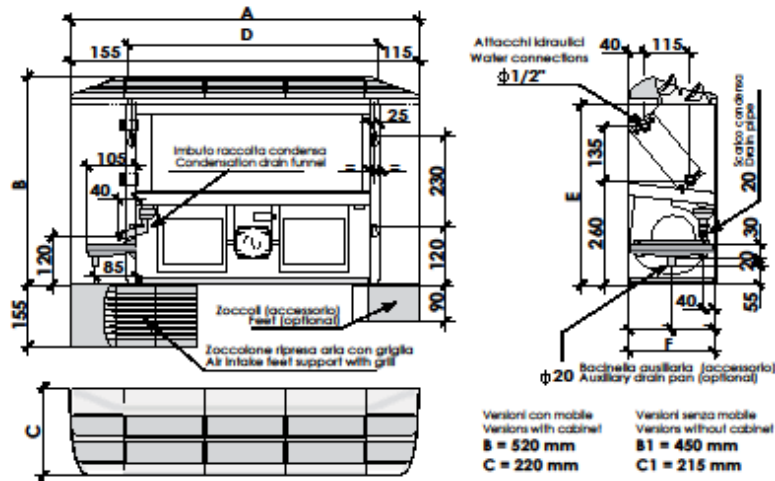
- | | | |
|---|---|---|
| (1) Temperatura aria in ingresso: 27°C bu / 19,5°C sb. | (1) Temperaturat air en entrée: 27°C bu / 19,5°C sb. | (1) Temperatura dell'aria di entrata: 27°C bu / 19,5°C sb. |
| (2) Temperatura acqua in ingresso: 7°C / 17°C | (2) Temperaturat eau entrée/hotie: 7°C / 17°C | (2) Temperatura dell'acqua di entrata/hotie: 7°C / 17°C |
| (3) Temperatura aria in ingresso: 20°C bu. | (3) Temperaturat air en entrée: 20°C bu. | (3) Temperatura dell'aria di entrata: 20°C bu. |
| (4) Temperatura acqua in ingresso/hotie: 45°C / 40°C | (4) Temperaturat eau entrée/hotie: 45°C / 40°C | (4) Temperatura dell'acqua di entrata/hotie: 45°C / 40°C |
| (5) Alla distanza di 2 m e tempo di insonoriz. di 0,5 s. | (5) A une distance de 2 m et avec temps de insonoriz. de 0,5 s. | (5) En una distancia de 2 m con tempo de insonoriz. de 0,5 s. |
| (*) Con segnale ingresso 3Vdc. | (*) Signal d'entrée 3Vdc. | (*) Señal de entrada 3Vdc. |
| (*) Máxima velocidad. | (*) Vitesse maximale. | (*) Máxima velocidad. |
| (1) Entering air temperature: 27°C bu / 19,5°C sb. | (1) Lufttemperatur Zuluft: 27°C bu / 19,5°C sb. | (1) Temperatura air à l'entrée: 27°C bu / 19,5°C sb. |
| In-Cool Water temperature: 7°C / 17°C | Water temperature: 7°C / 17°C | Temperatura agua à l'entrada/hotie: 7°C / 17°C |
| (2) Entering air temperature: 20°C bu. | (2) Lufttemperatur Zuluft: 20°C bu. | (2) Temperatura air à l'entrée: 20°C bu. |
| In-Cool Water temperature: 45°C / 40°C | Water temperature: 45°C / 40°C | (2) Temperatura agua à l'entrada/hotie: 45°C / 40°C |
| (3) In-Cool water temperature: 45°C / 40°C | (3) Water temperature: 45°C / 40°C | (3) Temperatura agua à l'entrada/hotie: 45°C / 40°C |
| (4) At a distance of 2 m and with overbation time of 0,5 s. | (4) At a distance of 2 m with overbation time of 0,5 s. | (4) A una distancia de 2 m con tempo de insonoriz. de 0,5 s. |
| 3Vdc input signal | 3Vdc input signal | (5) Señal de entrada 3Vdc. |
| Max speed | Max speed | (*) Velocidade máxima. |

TERMINALI IDRONICI





DIMENSIONI DIMENSIONS



Attacchi acqua lato sinistro / Left side water sockets / Prises d'eau côté gauche
 Linke Seite Wasseranschlüsse / Tragen der agua lado izquierdo / Tragen der agua lado izquierdo

CON MANTELLO - WITH CABINET - AVEC CARROSSERIE - EINHEITEN - CON MANTO - COM MANTO

VE		13	23	33	43	53	63	73
A*	mm	670	670	870	870	1.070	1.070	1.270
B	mm	520	520	520	520	520	520	520
C	mm	220	220	220	220	220	220	220
Peso / Weight / Poids / Gewicht / Peso / Peso	kg	15	15,5	18,5	19	25	26	29

HYDRONIC TERMINALS

VE		83	93	103	93P	103P	113P	123P
A*	mm	1.270	1.470	1.470	1.470	1.470	1.670	1.670
B	mm	520	520	520	520	520	520	520
C	mm	220	220	220	220	220	220	220
Peso / Weight / Poids / Gewicht / Peso / Peso	kg	30	34	35	35	36	39	42

* Nelle versioni orizzontali la larghezza A risulta più larga di 120 mm / * In horizontal versions the width A is larger than 120 mm / * Dans les versions horizontales la largeur A est supérieure à 120 mm / * In horizontale Ausführung die Breite A ist größer als 120 mm / * En las versiones horizontales de la anchura A es mayor que 120 mm / * Em versões horizontais a largura A é maior do que 120 mm

SENZA MANTELLO - NAKED VERSION - VERSION NAKED - NACKT VERSIONEN - VERSION DESNUDO - VERSÃO DESPIDO

VE		13	23	33	43	53	63	73
A*	mm	425	425	625	625	825	825	1.025
B	mm	450	450	450	450	450	450	450
C	mm	215	215	215	215	215	215	215
Peso / Weight / Poids / Gewicht / Peso / Peso	kg	11	11,6	14	15	20	21	23,5

VE		83	93	103	93P	103P	113P	123P
A*	mm	1.025	1.225	1.225	1.225	1.225	1.425	1.425
B	mm	450	450	450	450	450	450	450
C	mm	215	215	215	215	215	215	215
Peso / Weight / Poids / Gewicht / Peso / Peso	kg	25	27,5	29	28,5	30	31	35

* Nelle versioni orizzontali la larghezza A risulta più larga di 120 mm / * In horizontal versions the width A is larger than 120 mm / * Dans les versions horizontales la largeur A est supérieure à 120 mm / * In horizontale Ausführung die Breite A ist größer als 120 mm / * En las versiones horizontales de la anchura A es mayor que 120 mm / * Em versões horizontais a largura A é maior do que 120 mm



Annex E

AVANCE

OTA1 micro E 25÷130

250 m³/h÷1300 m³/h

Recuperatori di calore orizzontali in carta con ventilatori EC
Horizontal heat recovery units in paper with EC fan motors



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Recuperatore di calore entalpico statico con efficienza termica fino al 76 %
- Struttura autoportante in lamiera zincata cobentata internamente ed esternamente; accessibilità attraverso sportello laterale
- Filtrazione dell'aria in classe di efficienza F9 (con pre-filtro G3) sull'aria di rinnovo, filtro G3 sul flusso di ripresa
- Pressostato segnalazione filtri sporchi integrato
- Sistema motorizzato di by-pass del recuperatore attuato automaticamente dal controllo elettronico per garantire il raffreddamento gratuito con l'aria esterna quando conveniente
- Elettroventilatori con motore EC a basso consumo ad alta prestazione e silenziosità; possibilità di gestione di 10 livelli di velocità
- Connessioni alle canalizzazioni con raccordi in materiale plastico
- Quadro elettrico incorporato con scheda elettronica per il controllo delle funzioni di ventilazione e di free-cooling.

TECHNICAL FEATURES

- Air-to-air enthalpy heat recovery device, thermal efficiency up to 76 %
- Galvanized steel self-supporting panels, internally and externally insulated; accessibility from side door
- F9 efficiency class filter with synthetic cleanable media and G3 pre-filter on fresh air, G3 filter on return air intake
- Integrated pressure switch for dirty filter signal
- Motorised heat recovery by-pass device, automatically controlled by unit control to use fresh air free-cooling when convenient
- Low consumption high efficiency & low noise direct driven fans with 10-speed EC motors
- Duct connections by circular plastic collars
- Built-in electric box equipped with PCB to control fan and by-pass function.



Mod.	A	B	C	D	E	F	G	T	K	M	N	P	R	S	K	kg	mm
25	599	814	100	150	675	657	19	315	111	270	315	111	111	142	142	27 / 32	1070x750x350
35	804	814	100	150	675	862	19	480	111	270	480	111	111	162	162	32 / 38	1070x960x350
50	904	894	107	200	754	960	19	500	111	270	500	135	135	202	202	42 / 49	1125x1060x350
65	884	1186	85	250	1115	940	19	428	170	388	428	170	170	228	228	63 / 70	1300x1055x455
80	1134	1186	85	250	1115	1190	19	678	170	388	678	170	170	228	228	76 / 86	1300x1305x455
100	1216	1199	85	250	1130	1273	19	621	171	388	621	146	241	151	442	81 / 86	1475x1420x450
130	1216	1199	85	250	1130	1273	19	621	171	388	621	146	241	151	442	81 / 86	1475x1420x450

OTA1 micro E

25 35 50 65 80 100 130

OTA1 micro E

Portata aria / Air flow / Débit d'air	m ³ /h	250	350	500	650	800	1000	1300		Portata aria / Air flow / Débit d'air
Pressione statica utile nominale / Nominal external static pressure	Pa	90	140	110	100	140	140	135		Pressing / Prevalencia útil / Presión disponible (1)
Alimentazione / Power supply / Alimentación	W/ptVHz	230/1 / 50 - 60								Versorgung / Alimentación / Alimentare
Corrente assorbita / Absorbed current / Courant absorbé	A	0,5	0,6	0,6	1,2	1,4	2,1	2,7		Stromaufnahme / Cor. absorbida / Courant absorbé
Ventilatori / Fans / Ventilateurs		EC								Ventilatoren / Ventiladores / Ventilateurs
Tipologia motore / Motor typology		EC								Motor typ / Tipo de motor /
N° velocità / Number of speeds / Numéro de vitesse		10								Geschwindigkeitsnummer / N° de velocidad / N° de velocidad
Controllo ventilazione / Fan control / Contr. de la ventilation (1)	W	Man / VSD								Lüftungsteuerung / Control de ventilación / C. de ventilación
Potenza assorbita / Power input / Pot. absorbida	W	80	130	150	230	320	390	490		Leistungsaufnahme / Pot. absorbida / Pot. absorbida
Pressione sonora / Sound pressure / Pres. sonora (2)	dB(A)	34	37	39	40	42	43	44		Schalldruckpegel / Presión acústica / Presión sonora (2)
Recuperatore di calore / Heat exchanger / Récupérateur de chaleur		Wärmetauscher geteuerter / Recuperadores de calor / Recuperadores de caldura								Wärmetauscher geteuerter / Recuperadores de calor / Recuperadores de caldura
Efficienza termica invernale / Winter efficiency / Efficacia (3)	%	73	74	76	74	76	76	74		Thermische Effizienz im Winter / Eficiència tèrmica de hivern
Efficienza entalpica invernale / Winter enthalpy eff. (3)	%	65	65	67	65	65	62	59		Enthalpie Winter Effizienz / Eficiència hivernal de entalpia
Efficienza termica estiva / Summer thermal eff. / Efficacia (4)	%	73	74	76	74	76	76	74		Thermische Effizienz im Sommer / Eficiència tèrmica de verano
Efficienza entalpica estiva / Summer enthalpy eff. (4)	%	62	62	63	60	63	60	58		Sommer Enthalpie Effizienz / Eficiència de entalpia de verà
Efficienza termica a secco / Dry thermal efficiency / Efficacia (5)	%	73	74	76	74	76	76	74		Effizienz Trocken / Eficiència seca / Eficiència de caudalera

(1) Man - Manual by selector switch control panel (VSD) - Modulation by air quality or air humidity sensor
(2) Sound pressure level calculated at 1 m from standard supply return and/or return return level at intake/exhaust side, at nominal conditions
(3) No moisture, 20°C DB, 50% RH, 20°C WB
(4) No moisture, 20°C DB, 50% RH, 20°C WB
(5) Secondo regolamento UE 1245/2014 alla pressione nominale; condizioni di temperatura umidità ideale a 20°C DB

(1) Man - Manual by selector switch control panel (VSD) - Modulation by air quality or air humidity sensor
(2) Sound pressure level calculated at 1 m from standard supply return and/or return return level at intake/exhaust side, at nominal conditions
(3) No moisture, 20°C DB, 50% RH, 20°C WB
(4) No moisture, 20°C DB, 50% RH, 20°C WB
(5) Refer to EU 1245/2014 regulation at nominal pressure; at conditions other than 20°C DB standard

ACCESSORI

- PTS** Pannello di comando Touch Screen (obbligatorio)
QSW Sensore di CO₂ da parete
USW Sensore di umidità da parete
SLC Silenziatore circolare a canale
BIOX Modulo di sanificazione BIOXIGEN®

ACCESSORIES

- PTS** Touch screen controller (required)
QSW CO₂ wall mount sensor
USW Humidity wall mount sensor
SLC Duct circular sound attenuator
BIOX Purifying system BIOXIGEN®

241

TERMINALI IDRONICI

Annex F

LEDS C4[®]



91-2492-00-00

V0

ZENIT Tira LED

Descripción

Tira LED de uso interior para iluminar hacia arriba.

Garantía: 2 Años.



IP65



ULTRA HORIZONTAL



75

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fuente de luz

Fuente de luz: LED HONGLITRONIC
 Potencia (W): 48W
 Temperatura de color: Cold dimming
 3000K – 6000K
 CRI: 80
 Riesgo fotobiológico: RG0
 Lumens reales: 717
 Nº Leds: 300
 Lm/W reales: 15
 Bin / Grup: W(W08/W14) +
 WW(H04/H03)
 UGR: 21.2
 Bombilla recomendada: LED

EQUIPO

Equipo necesario NO incluido

Luminaria

Garantía: 2 Años

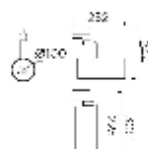
Logística

Eficiencia energética: LED A++
 EAN: 8435381409708
 Peso neto (Kg): 0.310
 Peso en Kg (embalado): 0.340
 Box: 210 x 240 x 20
 Masterbox: 75

El acabado de la fotografía puede no coincidir con el de la referencia. Para identificar el real ver descripción del acabado.

Annex G

LEDS C4[®]



35-5401-14-DU

v0

BOND TUBE MEDIUM Projector

Descripción

Projector de uso interior con iluminación orientable.

El módulo óptico puede girar fácilmente 360°. Garantía: 2 Años.

	Acabado	Material
Estructura	Blanco	Aluminio
Difusor	Transparente	Cristal

IP20 355° ±90° 8

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fuente de luz

Fuente de luz: LED CREE
 Potencia (W): 25.9W
 Consumo total (W): 26.7
 Temperatura de color: Blanco cálido - 3000K
 CRI: 90
 Riesgo fotobiológico: RG1
 Lumens reales: 2083
 Nº Leds: 1
 Lm/W reales: 78
 Vida útil: 50.000h L80B20
 Bin / Grup: 30H
 MacAdam steps: 2
 UGR: 14.1
 Bombilla recomendada: LED

EQUIPO

Marca: HEP
 Equipo incluido: Sí, electrónico
 Voltaje / Frecuencia:
 100-277VAC/50-60Hz
 Factor de potencia: 0.90
 Protocolo de regulación: DALI

Luminaria

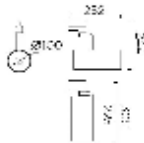
Garantía: 2 Años

Logística

EAN: 8435381447021
 Peso neto (Kg): 1.770
 Peso en Kg (embalado): 1.960
 Box: 105 x 105 x 350
 Masterbox: 8

El acabado de la fotografía puede no coincidir con el de la referencia. Para identificar el real ver descripción del acabado.

Annex H

LEDS C4[®]

35-5411-14-DU

V0

BOND TUBE MEDIUM Projector

Descripción

Projector de uso interior con iluminación orientable.

El módulo óptico puede girar fácilmente 360°. Garantía: 2 Años.

	Acabado	Material
Estructura	Blanco	Aluminio
Difusor	Transparente	Cristal

IP20 355° ±90° 8

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fuente de luz

Fuente de luz: LED CREE
 Potencia (W): 25.9W
 Consumo total (W): 26.7
 Temperatura de color: Blanco cálido - 3000K
 CRI: 80
 Riesgo fotobiológico: RG1
 Lumens reales: 2028
 Nº Leds: 1
 Lm/W reales: 76
 Vida útil: 50.000h L80B20
 Bin / Grup: 30H
 MacAdam steps: 2
 UGR: 14.2
 Bombilla recomendada: LED

EQUIPO

Marca: HEP
 Equipo incluido: Sí, electrónico
 Voltaje / Frecuencia:
 100-277VAC/50-60Hz
 Factor de potencia: 0.90
 Protocolo de regulación: DALI

Luminaria

Garantía: 2 Años

Logística

EAN: 8435381447083
 Peso neto (Kg): 1.770
 Peso en Kg (embalado): 1.960
 Box: 105 x 105 x 350
 Masterbox: 8

El acabado de la fotografía puede no coincidir con el de la referencia. Para identificar el real ver descripción del acabado.

Annex I

LEDS C4



00-5669-21-16

V0

VINTAGE Colgante

Diseñador: Manel Lluscà

Descripción

Colgante de uso interior para iluminar hacia abajo.

Diseño Vintage/industrial. Muy customizable: accesorios, acabados... Alta durabilidad para uso intensivo. Garantía: 5 Años.

	Acabado	Material
Estructura	Blanco Cromo	Acero

IP20 4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fuente de luz

Portalamparas: 1 x E27
 Potencia (W): MAX 60W
 Consumo total (W): 60
 Medida max. bombilla: 135/80 mm
 Lumens reales: 422
 Cantidad: 1
 Lm/W reales: 7
 Bombilla recomendada: E27

EQUIPO

Voltaje / Frecuencia:
 100-240V/50-60Hz

Luminaria

Garantía: 5 Años

Logística

Eficiencia energética: NO BULB
 EAN: 8435381458126
 Peso neto (Kg): 0.890
 Peso en Kg (embalado): 1.560
 Box: 285 x 185 x 290
 Masterbox: 4

El acabado de la fotografía puede no coincidir con el de la referencia. Para identificar el real ver descripción del acabado.

Annex J

LEDS C4[®]



25-0240-21-16V0

VINTAGE Pie de salon

Diseñador: Carlos Santolaria & Manel Llusçà

Descripción

Pie de salon de uso interior para iluminar lateralmente.

Diseño de C. Santolaria y Alex & Manel Llusçà. Diseño Vintage/industrial. Muy customizable: accesorios, acabados... Alta durabilidad para uso intensivo. Fuente de luz orientable. Garantía: 5 Años.

Estructura	Acabado	Material
	Blanco Cromo	Acero

IP20 : $\pm 180^\circ$ 2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fuente de luz

Portalamparas: 1 x E27
Potencia (W): MAX 60W
Consumo total (W): 60
Medida max. bombilla: 175/85 mm
Lumens reales: 183
Cantidad: 1
Lm/W reales: 3
UGR: 10.9
Bombilla recomendada: E27

EQUIPO

Voltaje / Frecuencia:
100-240V/50-60Hz

Luminaria

Garantía: 5 Años

Logística

Eficiencia energética: NO BULB
EAN: 8435111091128
Peso neto (Kg): 1.920
Peso en Kg (embalado): 2.430
Box: 525 x 265 x 270
Masterbox: 2

El acabado de la fotografía puede no coincidir con el de la referencia. Para identificar el real ver descripción del acabado.

Annex K

SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0
including SMA SMART CONNECTED



What's new:
The complete solution for
100% ease and comfort

<p>SMA Smart Connected</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investment security included • Automatic monitoring by SMA • Proactive information and automatic service 	<p>Easy to Use</p> <ul style="list-style-type: none"> • Safe plug and play installation • Commissioning via smartphone or tablet • WLAN and intuitive webserver 	<p>Everything at a Glance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Free online monitoring • PV system data viewable via smartphone 	<p>Future-Proof</p> <ul style="list-style-type: none"> • SMA storage solutions, intelligent energy management and Smart-module technology can be added at any time • Dynamic feed-in control
--	---	---	---

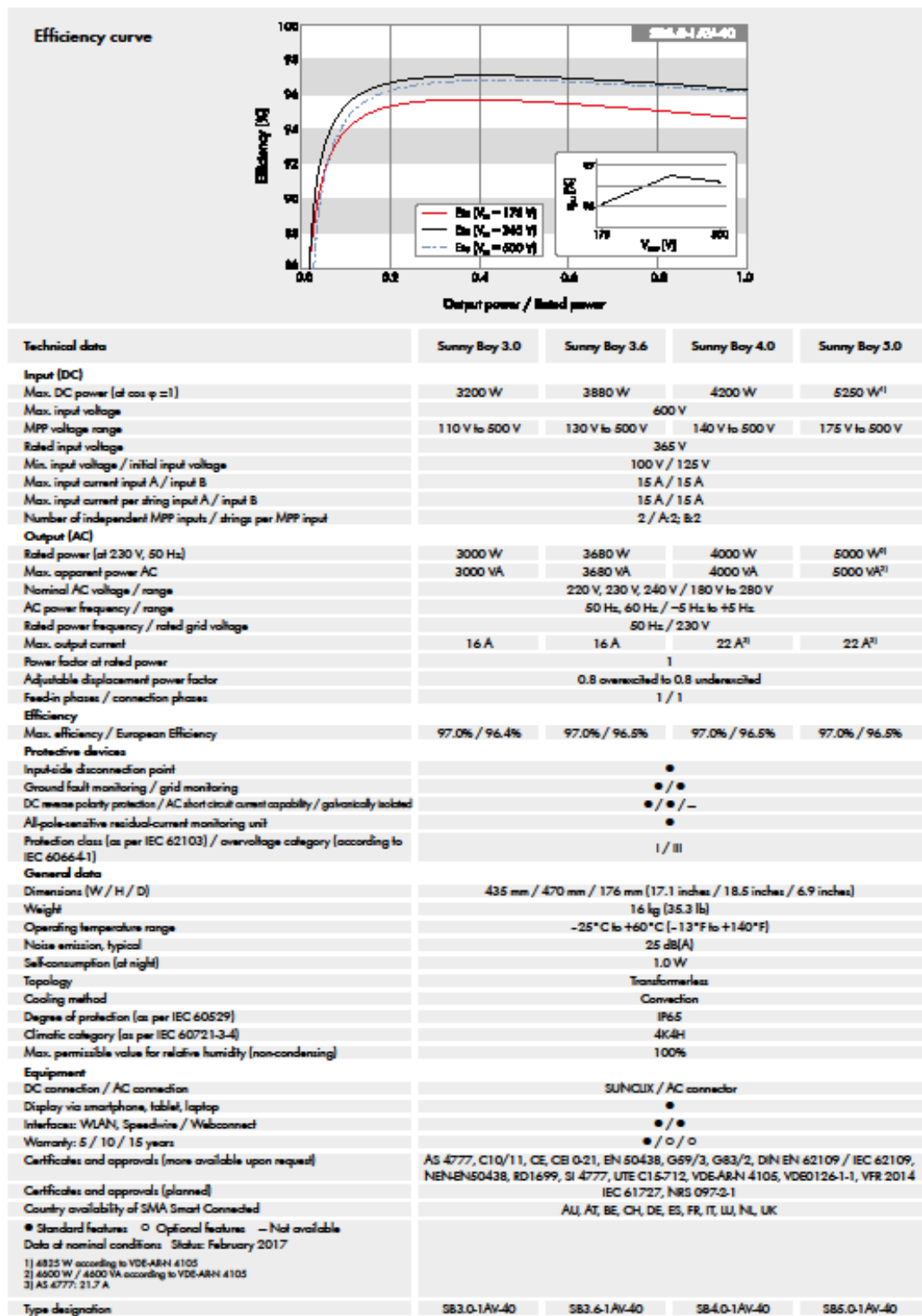
SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0

More than just an inverter. Smaller, simpler and more convenient with SMA Smart Connected

The new Sunny Boy 3.0 - 5.0 succeeds the globally successful Sunny Boy 3000 - 5000TL. It is more than just a PV inverter: with the integrated SMA Smart Connected service, it offers all-round comfort for PV system operators and installers alike. The automatic inverter monitoring by SMA analyzes operation, reports irregularities and thus minimizes downtime.

The Sunny Boy is ideally suited to solar power generation in private homes. Thanks to its extremely light design and location of the external connections, the device can be quickly installed and easily commissioned thanks to the intuitive webserver.

Current communication standards mean that intelligent energy management solutions as well as SMA storage solutions can be flexibly added to the inverter at any time.



Annex L



SUNNY BOY STORAGE 3.7 / 5.0 / 6.0



Suministro seguro

- Función integrada de corriente de emergencia
- Respaldo de la función de alimentación de repuesto completamente automática
- 10 años de garantía

Diseño flexible

- Ampliable en cualquier momento mediante la conexión de hasta 3 baterías
- Tamaños de plantas fotovoltaicas variables y gran selección de baterías
- Reequipamiento y nuevas instalaciones

Manejo sencillo

- Fácil instalación
- Rápida puesta en marcha con cualquier teléfono inteligente o tableta a través de WLAN gracias a la interfaz web.

- Integración directa en Sunny Portal/Sunny Places con ayuda de la función Webconnect

SUNNY BOY STORAGE 3.7 / 5.0 / 6.0

El primer inversor de batería multistring: un suministro siempre fiable

Gracias al inversor de batería multistring SUNNY BOY STORAGE ya es posible conectar, por primera vez, hasta tres baterías de alto voltaje diferentes a un mismo inversor de batería. Además, se pueden conectar en paralelo las tres entradas de CC para permitir la conexión de baterías de mayor tamaño. El Sunny Boy Storage cuenta con abastecimiento integrado de corriente de emergencia con conmutación manual. Asimismo, gracias al dispositivo opcional de conmutación de red completamente automática, puede asumir incluso el suministro de corriente completo de los tres conductores de fase. El acreditado acoplamiento de CA del Sunny Boy Storage lo convierte en la opción ideal para sistemas nuevos y reequipados. Por su parte, el servidor web integrado permite una puesta en marcha rápida y sencilla, incluso desde el teléfono inteligente o el portátil. Gracias a la conexión directa a Sunny Portal y Sunny Places, los flujos energéticos del hogar presentan máxima transparencia.

Datos técnicos (provisionales)	Sunny Boy Storage 3.7	Sunny Boy Storage 3.0	Sunny Boy Storage 6.0
Conexión de CA			
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3680 W	5000 W ¹⁾	6000 W ¹⁾
Capacidad de sobrecarga (a 25 °C hasta máx. 60 s) ²⁾	4600 W	6300 W	7500 W
Salida de corriente nominal de CA (a 230 V, 50 Hz)	16 A	21,7 A ³⁾	26 A
Tensión nominal de CA/intervalo de tensión de CA		230 V/de 172,5 V a 264,5 V	
Frecuencia de red de CA/rango		50 Hz, de 45 Hz a 65 Hz	
Factor de desfase ajustable		0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	
Fases de inyección/fases de conexión		1/1	
Entrada de CC de batería			
Tensión máx. de CC	600 V	600 V	600 V
Rango de tensión de CC/tensión asignada de CC	De 100 V a 550 V/360 V	De 100 V a 550 V/360 V	De 100 V a 550 V/360 V
Tensión de CC mín./tensión de inicio de CC	100 V/100 V	100 V/100 V	100 V/100 V
Corriente de CC máx. por entrada de CC/número de entradas de CC	10 A/3 x 10 A	10 A/3 x 10 A	10 A/3 x 10 A
Corriente de cortocircuito máx.	40 A	40 A	40 A
Tipos de batería	iones de litio ⁴⁾	iones de litio ⁴⁾	iones de litio ⁴⁾
Rendimiento			
Rendimiento máx.	97,5 %	97,5 %	97,5 %
Dispositivos de protección			
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA	● / ●	● / ●	● / ●
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red	● / ●	● / ●	● / ●
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●	●	●
Clase de protección/categoría de sobretensión	I / IV	I / IV	I / IV
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	535 mm/730 mm/198 mm (21,1 pulg./28,5 pulg./7,8 pulg.)		
Medidas incluido el embalaje (ancho/alto/fondo)	600 mm/800 mm/300 mm (23,6 pulg./31,5 pulg./11,8 pulg.)		
Peso/peso incluido el embalaje	26 kg (57 lb)/30 kg (66 lb)		
Rango de temperatura de funcionamiento con la batería en funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)		
Altitud máx. de operación sobre el nivel del mar	3000 m		
Emisión de ruidos, típica (a 1 m de distancia)	39 dB (A)		
Autoconsumo en modo de espera/autoconsumo sin carga	< 5 W/< 10 W (sin alimentación para baterías y dispositivo de conmutación de red)		
Topología	Sin transformador		
Sistema de refrigeración	Convección		
Tipo de protección	IP65		
Clase climática	4C4H		
Valor máximo permitido para la humedad relativa	100 %		
Equipamiento/función			
Función de corriente de emergencia Secure Power Supply	● (máx. 16 A, activada manualmente)		
Interfaces			
Comunicación/protocolos	Ethernet/WLAN/CAN/RS-485		
Comunicación de la batería	Modbus (SMA/Sunspec)/Webconnect/Modbus RTU (RS-485) Bus CAN		
Pantalla/interfaz de usuario web	Servidor web integrado/via teléfono inteligente, tablet o portátil		
Monitorización remota	Sunny Portal a través de Webconnect		
Garantía	5 años/10 años al registrarse en Sunny Portal/Sunny Places www.SMA-Solar.com		
Certificados, autorizaciones y declaraciones de los fabricantes			
Accesorios			
Dispositivo automático de conmutación de red para sistema eléctrico de repuesto	Disponible a través de proveedores externos		
Sunny Home Manager/Home Manager 2.0	Compatible		
SMA Energy Meter	Compatible		
<p>● De serie ○ Opcional – No disponible</p> <p>Todos los datos son provisionales - Actualizado: diciembre de 2017</p> <p>1) VDE AR-N 4105; IAC, r 4600 W; Smax 4600 VA</p> <p>2) Solo en el funcionamiento de la corriente de repuesto con un equipo de conmutación; la capacidad de sobrecarga depende de la batería empleada</p> <p>3) AS4777; IAC máx.: 21,7 A</p> <p>4) Baterías aprobadas por SMA, como LG Chem, BYD, etc. (consulte www.SMA-Solar.com)</p>			
Modelo comercial	SBS3.7-10	SBS5.0-10	SBS6.0-10

Annex M

UZS1400-2

2V 1400AH
OPzS

UZS1400-2



Physical Specification

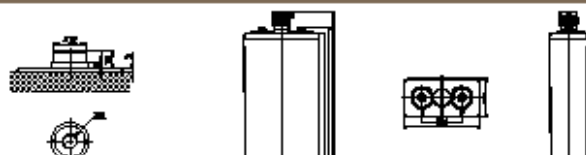
Part Number	UZS1400-2
Length	233 ± 2 mm
Width	210 ± 2 mm
Container Height	646 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	701 ± 2 mm
Approx Weight without / with Electrolyte	57.0kg / 77.0kg

Specifications

	Nominal Voltage	2V
	Nominal Capacity (120HR)	1400AH
Terminal Type	Standard Terminal	-
	Optional Terminal	-
Container Material	Standard Option	SAN transparent container
Rated Capacity	(20 hr, 1.80V/cell, 20°C)	1230 AH
	(10 hr, 1.80V/cell, 20°C)	1071.0 AH
	(5 hr, 1.75V/cell, 20°C)	958.0 AH
	(3 hr, 1.75V/cell, 20°C)	809.1 AH
Max Discharge Current	8000A (5s)	
Internal Resistance	Approx 0.28mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15 ~ 50°C Charge: 0 ~ 40°C Storage: -15 ~ 40°C
	Type and number of poles	FB4
	Charging	Floating voltage: 2.23V~2.25V at 20°C Temp. Boost charge: 2.30V~2.40V at 20°C Temp. Charging current(max.): 0.1CA Temp.Coefficient -3mV/°C
	Capacity affected by Temperature	40°C 103% 25°C 100% 0°C 86%
Design Floating Life at 20°C	20 Years	
Self Discharge	Ultracell UZS batteries may be stored for up to 6 months at 25°C and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

Terminal



Reviewed: 12 Sep 2014
ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



UZS1400-2
2V 1400AH
OPzS

Ultracell®
Quality in Every Language

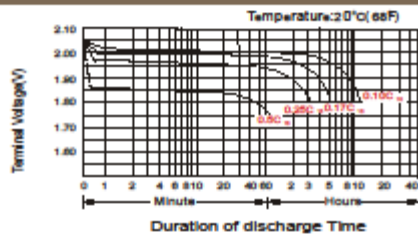
Constant Current Discharge (Amperes) at 20°C

F.V/Time	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.60V/cell	952.0	746.7	632.0	480.0	393.5	292.0	238.2	203.2	176.2	140.0	115.8	62.4
1.65V/cell	900.0	708.0	598.0	466.7	381.5	284.7	232.8	199.0	174.3	137.5	113.4	61.5
1.70V/cell	826.0	662.7	571.0	448.0	364.5	277.7	228.8	196.0	171.8	135.3	111.8	60.8
1.75V/cell	742.0	622.7	540.0	428.7	352.5	269.7	222.0	191.6	166.8	133.3	109.9	59.9
1.80V/cell	640.0	560.0	501.0	402.7	338.4	257.6	214.1	182.8	161.6	129.3	107.1	59.1
1.85V/cell	538.0	476.0	433.0	360.0	308.0	237.0	197.3	171.4	153.0	122.8	102.0	57.1

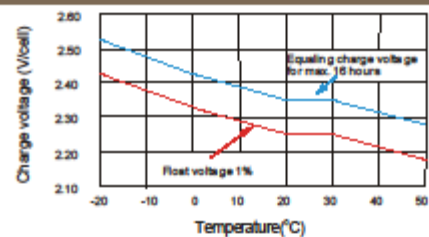
Constant Power Discharge (Watts) at 20°C

F.V/Time	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.60V/cell	1625.1	1306.7	1122.1	862.9	715.6	534.8	440.1	378.0	329.8	263.3	218.6	118.3
1.65V/cell	1569.7	1253.7	1070.6	843.1	697.2	524.0	432.2	372.1	327.9	259.9	215.2	117.2
1.70V/cell	1460.4	1185.7	1029.9	814.8	669.0	513.6	426.2	367.9	324.3	256.6	212.8	116.2
1.75V/cell	1333.9	1126.0	983.2	785.3	651.7	501.9	415.7	361.3	316.0	253.7	210.2	115.0
1.80V/cell	1166.2	1028.1	923.9	746.1	631.3	483.1	403.3	346.4	308.0	247.5	206.0	114.1
1.85V/cell	996.9	886.6	810.2	676.2	580.9	449.2	375.4	327.6	293.9	236.8	197.7	111.3

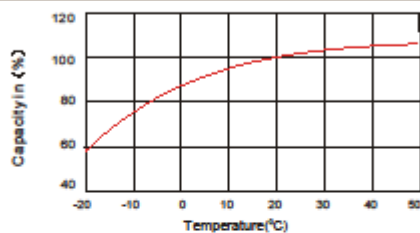
Discharge Characteristics



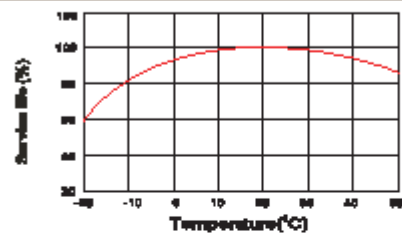
Charge voltage Vs ambient temperature curve



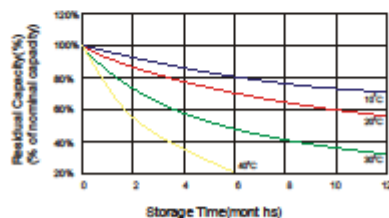
Discharge capacity Vs Ambient temperature curve (10A)



Relation curves of service life and ambient temperature



Self Discharge Characteristics



No supplementary charge required (Carry out supplementary charge before use if 100% capacity is required.)

Supplementary charge required before use. Optional charging way:
1.Charged for above 3 days at current 0.1C A and constant voltage 2.25V/cell. 2.Charged for above 20hours at current 0.1C A and constant voltage 2.45V/cell. 3.Charged for 8-10hours at limited current 0.05CA .

Supplementary charge may often fall to recover the capacity. The battery should never be left standing till this is reached.

2

Revised: 12 Sep 2014
ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



Annex N

UZS600-6
6V 600AH

Ultracell®
Quality In Every Language®

UZS600-6



Physical Specification

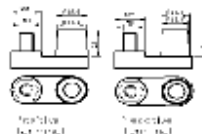
Part Number	UZS600-6
Length	295 ± 2 mm
Width	178 ± 2 mm
Container Height	405 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	408 ± 2 mm
Without Electrolyte	34.5 kg
With Electrolyte	52.0 kg

Specifications

	Nominal Voltage	6V	
	Nominal Capacity (120HR)	600AH	
Terminal Type	Standard Terminal	F22	
Container Material	Standard Option	ABS	
Rated Capacity	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A	
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A	
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A	
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A	
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A	
Max Discharge Current	1300A (5s)		
Internal Resistance	Approx 2.5m Ω		
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F) Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F) Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C	
	Float Charging Voltage (25°C)	6.60 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C	
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C	102%
		25°C	100%
		0°C	85%
-15°C		65%	
Design Floating Life at 20°C	20 Years		
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		

Dimensions

F22 Terminal



ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



UZS600-6
6V 600AH

Ultracell®
Quality in Every Language

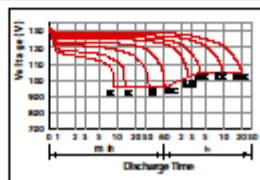
Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	24h	48h	100h	120h
1.60V	328	202	128	94.7	79.1	66.6	56.6	43.3	36.6	19.8	17.2	9.12	5.64	5.11
1.65V	321	199	127	94.1	78.7	66.2	56.2	43.0	36.6	19.8	17.2	9.10	5.61	5.10
1.70V	311	194	126	92.8	77.6	65.3	55.5	42.4	36.5	19.7	17.1	9.06	5.60	5.07
1.75V	304	190	124	92.2	77.0	64.8	55.1	42.1	36.3	19.6	17.0	9.03	5.56	5.04
1.80V	293	184	121	89.4	74.7	62.9	53.4	40.9	36.0	19.4	16.9	8.86	5.50	5.00

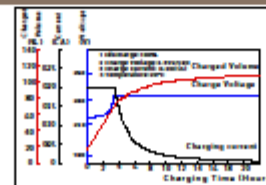
Constant Power Discharge (Watts) at 25°C

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	24h	48h	100h	120h
1.60V	647	404	247	186	155	131	111	85.7	72.9	39.6	247	18.4	11.6	10.5
1.65V	634	398	245	184	154	130	111	85.2	72.8	39.5	245	18.4	11.5	10.5
1.70V	614	388	243	182	152	129	109	84.0	72.6	39.4	243	18.3	11.5	10.4
1.75V	599	380	240	181	151	128	109	83.4	72.1	39.2	240	18.2	11.4	10.3
1.80V	577	369	233	175	146	124	105	80.9	71.6	38.9	233	17.8	11.1	10.0

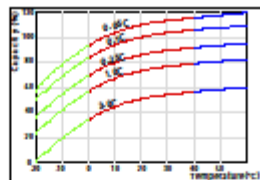
Discharge Characteristics



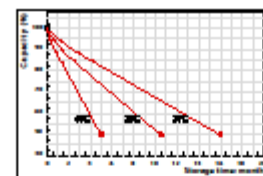
Float Charging Characteristics



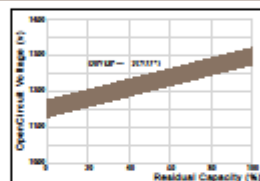
Effect of Temperature on Capacity



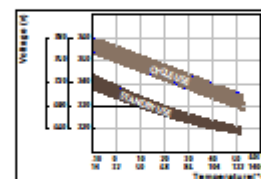
Self Discharge Characteristics



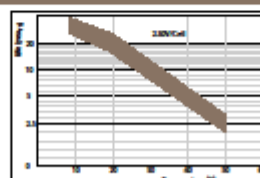
Relationship for Open Circuit Voltage & Residual Capacity



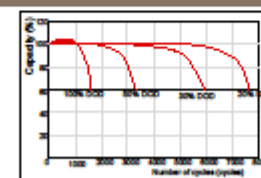
Relationship for Charging Voltage & Temperature



Floating Life on Temperature



Cycle Life on D.O.D



ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



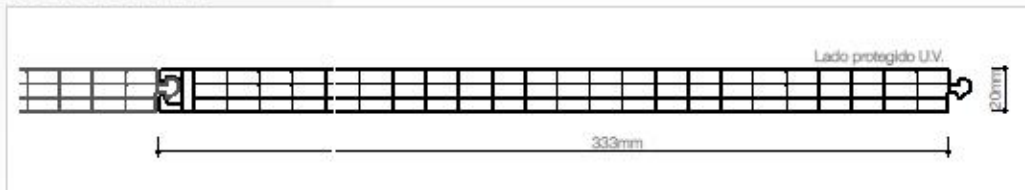
Annex O

2.1 SISTEMA MODULAR DE ENCASTRE

arcoPlus[®]
324



DISEÑO DE PERFIL



Sistema modular de policarbonato celular con protección U.V. para cerramientos y paramentos translúcidos

ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Espesor	20mm
Estructura	4 paredes
Ancho útil del módulo	333mm
Largo del panel	sin límites
Colores disponibles	ver página 11

CARACTERÍSTICAS

Aislamiento térmico	1,8 W/m ² K
Aislamiento acústico	16 dB
Dilatación lineal	0,065mm/m°C
Temperatura de uso	-40°C +120 °C
Protección contra los rayos U.V.	Coextrusión
Reacción al fuego EN 13501-1	EuroClase B-s1,d0

DESCRIPCIÓN

arcoPlus[®]324 es un sistema modular formado por paneles de policarbonato celular coextruido de 4 paredes de 20mm de espesor, perfiles de aluminio, accesorios y ventanas practicables, diseñados para un uso sencillo y versátil. arcoPlus[®]324 no es apropiado para el uso como elemento de cubierta.



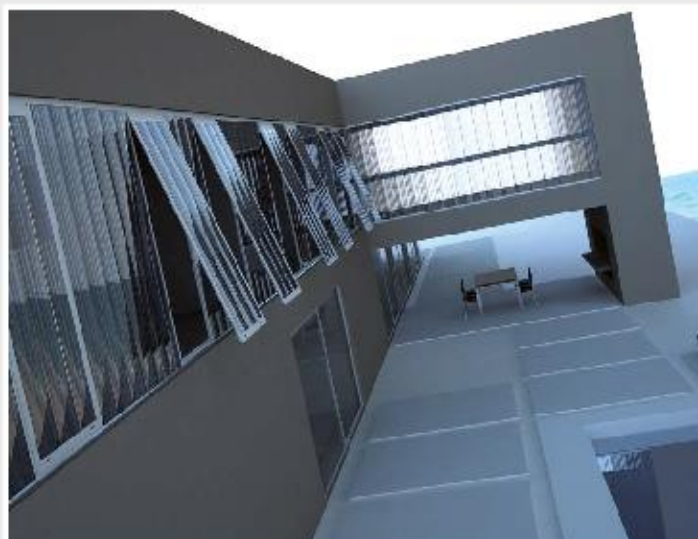
TRATAMIENTOS ESPECIALES

LOS PUNTOS PRINCIPALES

- ◆ Facilidad y economía de colocación
- ◆ Transmisión de la luz
- ◆ Resistencia a los rayos U.V. y al granizo
- ◆ Aislamiento térmico

APLICACIONES

- Paramentos verticales
- Cerramientos



Annex P

SGG PLANITHERM® 4S
Vidrio de control solar y aislamiento térmico
CONFORT Y AHORRO LAS CUATRO ESTACIONES DEL AÑO

BUILDING GLASS ESPAÑA

SAINT-GOBAIN

GAMA

seo PLANITHERM 4S y seo PLANITHERM 4S II están disponibles sobre vidrio incoloro seo PLANICLEAR en 4 y 6 mm, en PLF (800x3210mm) y en DLF (3210x2550mm). Para otros sustratos o dimensiones, consultar.

Gracias a la versatilidad de nuestro game seo CLIMALIT PLUS, usted puede añadir otras prestaciones al control solar y aislamiento térmico reforzado que aporta el vidrio seo PLANITHERM 4S. Elija la solución que más se adapte a sus necesidades.

Prestaciones	seo CLIMALIT PLUS		Prestaciones adicionales
	Vidrio Exterior	Vidrio Interior	
Control Solar	seo PLANITHERM 4S	seo DECORELASS seo MASTERGLASS seo SATINOVO	Diseño y privacidad
Aislamiento Térmico		seo STADIP seo STADIP PROTECT	Protección personal y objetos
Ahorro		seo STADIP SE-LENCE	Protección y Aislamiento acústico

*Prestaciones previstas de un doble acristalamiento seo CLIMALIT PLUS con seo PLANITHERM 4S en el vidrio exterior y seo PLANICLEAR en el vidrio interior.

Vidrio Interior	seo PLANITHERM 4S / seo PLANICLEAR				
Composición	mm	4 (D) 4	4 (D) 4	6 (D) 4	6 (D) 4
Posición de la capa		2	2	2	2
Factores lumínicos					
TL (Transmisión lumínica)	%	68	66	65	66
RL _e (Reflexión lumínica exterior)	%	27	27	27	27
RL _i (Reflexión lumínica interior)	%	24	24	24	24
Factores energéticos					
T (Transmisión energética)	%	41	41	40	40
RL _e (Reflexión energética exterior)	%	48	48	48	48
A _g (Absorción del vidrio exterior)	%	14	14	17	17
A _i (Absorción del vidrio interior)	%	2	2	2	2
Factor solar g _{Ext} (%)		0,48	0,48	0,48	0,48
Valor U					
Air	W/m ² ·K	1,1	1,1	1,1	1,1
Argón 80%	W/m ² ·K	1,2	1,0	1,1	1,0

seo PLANITHERM 4S cumple con los requisitos de claridad "Clase C" de la Normativa Europea EN60968. Dispone de Mercurio CC sobre todos los vidrios de Saint-Gobain Glass.

www.cajunlive.com

Glass Compass

Glass Facade

DB Station

El blog de Climalit
<http://climalit.es/blog/>

SAINT-GOBAIN

Building Glass Systems
c/ Príncipe de Vergara, 182
28002 Madrid
www.saint-gobain-building-glass.com
www.climalit.es

Todas las marcas que aparecen son marcas registradas por Saint-Gobain.

Saint-Gobain Building Glass se reserva el derecho a modificar esta catálogo sin previo aviso, en función de la disponibilidad y actualizaciones de game. Sujeto a modificaciones técnicas. Realización comunicación impresa, s.l. - Octubre 2018

Annex Q



1. Descripción

Viroc® Tablero de partículas de aglomerado con cemento

El Viroc es un panel compuesto, constituido por una mezcla de partículas de madera y cemento, denominado Cement Bonded Particle Board (CBPB). Combina la flexibilidad de la madera con la resistencia y durabilidad del cemento, permitiendo una amplia gama de aplicaciones tanto en interior como en exterior. La producción del panel Viroc cumple con las especificaciones de las normas EN 634 y EN 13986. El panel Viroc tiene un certificado de marcación CE.

El panel Viroc presenta un aspecto heterogéneo con diferentes tonalidades dispersas aleatoriamente, que resultan de los colores naturales de las materias primas utilizadas y de las reacciones químicas. Se pueden observar diferencias de tonalidad en la misma cara, entre las caras del mismo panel o entre diferentes producciones.

Los paneles cuando están expuestos en ambiente exterior sufren una ligera evolución de color, haciéndose más claros. Esta variación de tonalidad depende del color y es una característica natural del panel. Dos paneles que originalmente tenían tonos diferentes, después de la exposición solar tienden al mismo color con el paso del tiempo.

El panel Viroc se suministra en bruto, sin acabado. Sus superficies presentan algunas irregularidades e imperfecciones, como pequeñas incrustaciones, manchas, rallas y sales.

Una de las superficies es la cara vista, si el cliente lo necesita se puede realizar un pulido/limpieza en fábrica, quedando la superficie exenta de elementos sueltos de sales, polvo, arañazos y suciedad.

El panel Viroc dispone de dos caras distintas, una más lisa y otra más rugosa. La cara más lisa es la que está hacia arriba en el pallet. La contracara podrá presentar suciedad, rallas y agujeros.

2. Aplicaciones

El Panel Viroc ® puede ser utilizado en interiores y exteriores: fachadas, paredes, suelos, cubiertas, techos, mobiliario, decoración de interiores, mobiliario interior y exterior, encofrado perdido y otros.

3. Colores y Espesores

Colores y espesor (mm)	8	10	12	16	19	22	25	28	32	Dim. (mm)
CZ, Gris	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2600x1250 3000x1250
NG, Negro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BR, Blanco			•	•						2600x1250
AB, Amarillo			•							
VM, Rojo			•							
AC, Ocre			•							

Otros espesores bajo consulta.

Pedido mínimo de espesores no standard: 65 m³.



Ficha Técnica

Edici3n: 2020.1
Fecha: 31/3/2020
P3gina 4 of 6

11. Propiedades

Propiedades	Unidad	Valor	Norma				
Densidad	kg/m ³	1350 ± 100	EN 323				
Resistencia a la flexi3n	N/mm ²	9	EN 310				
M3dulo de Elasticidad en flexi3n Clase 1 Clase 2	N/mm ²	≥ 4500 4000 a 4500	EN 310				
Resistencia a la tracci3n	N/mm ²	0,5	EN 319				
Hinchaz3n 24h	%	1,5	EN 317				
Resistencia a la tracci3n, despu3s de la prueba c3clica	N/mm ²	0,3	EN 319 + EN 321				
Hinchaz3n, despu3s de la prueba c3clica	%	1,5	EN 317 + EN 321				
Contenido de humedad en f3brica	%	6 - 12	EN 322				
Alcalinidad superficial	PH	11 - 13	-				
Conductividad t3rmica (*)	W/m.K	0,22	EN 12664				
Poder calorifico superior, PCS (*)	MJ/kg	4 ± 0,5	EN ISO 1716				
Reacci3n al fuego		B-s1,d0	EN 13501				
Indice ponderado de reducci3n sonora	Espeor (mm) R _w (C ₂ C ₁) (dB)	8 31 (-1-3)	10 32 (-2-3)	12 33 (-1-3)	16 35 (-2-3)	18 35 (-1-2)	22 37 (-2-3)

(*) Pruebas realizadas sobre tableros de Viroc gris.

Formaldehido: Clase de formaldehido E1 (EN 13986-Anexo B); sin adici3n de formaldehido.

Pentaclorofenol: No contiene.

Amianto: No contiene.

Silice: Contiene restos de silice procedentes del cemento.

Nota: Solo los espesores de 12 y 16 mm pueden tener Certificaci3n Q&Avis Technique

12. Paletizaci3n

Espeor (mm)	N3mero de paneles por pallet								
	8	10	12	16	18	22	25	28	32
2600 x 1250 (mm)	60	48	40	30	25	24	21	18	16
3000 x 1250 (mm)	57	46	38	28	24	23	20	17	15

Viroc® Tablero de partculas de aglomerado con cemento

investwood.pl

Annex R



OSB 3 PUR

El tablero OSB universal

DESCRIPCIÓN

El OSB 3 es un panel estructural de alto rendimiento, altamente técnico, fabricado a partir de virutas de madera cortadas de troncos de pequeño diámetro y aglomerados con una resina resistente a la humedad, curada bajo acción de presión y calor, en un proceso continuo. Los tableros OSB están formados por tres capas con orientaciones a 90° de las virutas. Las virutas de las capas externas se orientan en el sentido longitudinal, mientras que las de la capa interna se alinean en el sentido transversal.

Está disponible en varios formatos con un perfil macho-hembra en los 4 lados o con topes planos, con superficie Contiface (tratada no lijada) o en una versión con la superficie lijada.

El OSB 3 presenta resultados excelentes en el sector de la construcción, pudiendo ser utilizado como panel multiuso para fines estructurales y para soporte de carga en cubiertas, paredes y pavimentos. Puede usarse como capa hermética o barrera de vapor en una construcción permeable al vapor, por lo que no es necesario utilizar una membrana adicional.

- Panel aglomerado de virutas de madera tipo OSB/3 en conformidad con las normas EN 300 y EN 13986
- Panel OSB para usos estructurales en ambientes húmedos (clase de servicio 1 y 2)
- Resistencia y estabilidad elevadas
- Utilizado como capa hermética o barrera de vapor
- No perjudicial para la salud - estudios independientes demuestran que es seguro usar con alimentos
- Superficie Contiface resistente a la abrasión y repelente de suciedad y agua
- Producido con cola libre de formaldehído y resistente a la humedad
- Alta calidad confirmada por inspecciones externas regulares
- Materia prima exclusivamente procedente de bosques e industrias de madera gestionadas de forma responsable

PROPIEDADES



DURABILIDAD



VERSATILIDAD



HERMÓFUGO



REF Bajas Emisiones



ESTRUCTURAL

APLICACIONES

- Construcción de suelos
- Revestimiento de paredes
- Elementos de pared y paneles de techo estructurales
- Construcción de viviendas, construcciones industriales y de encofrados
- Embalajes de transporte



SUELO



REVESTIMIENTO



CONSTRUCCIÓN

OSB 3 PUR

El tablero OSB universal

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

PROPIEDADES	UNIDAD	RANGO DE ESPESORES (mm)			
		6 - 10	> 10 - < 18	18 - 25	> 25 - 32
Densidad	Kg/m ³	≥ 500			
Coefficiente de conductividad térmica λ_a	W/(m*K)	0,13			
Emisión de formaldehído	Clase	E1 - resina libre de formaldehído (< 0,03 ppm)			
Reacción al fuego	Clase	D-s2, d0 ^{*1}			
Hinchamiento (24 horas)	%	15			
Variación en el largo por cada 1% de cambio de su contenido de humedad	%	0,03			
Resistencia a la flexión - eje principal	N/mm ²	22	20	18	16
Resistencia a la flexión - eje secundario	N/mm ²	11	10	9	8
Módulo de elasticidad - eje principal	N/mm ²	3500	3500	3500	3500
Módulo de elasticidad - eje secundario	N/mm ²	1400	1400	1400	1400
Resistencia a la tracción	N/mm ²	0,34	0,32	0,30	0,29
Resistencia a la tracción después de ensayo cíclico	N/mm ²	0,15	0,13	0,12	0,06

CARACTERÍSTICAS GENERALES*2

PROPIEDAD	UNIDAD	ESPESOR (mm)	FLEXIÓN f_m		TENSIÓN f_t		COMPRESIÓN f_c		CIZALLAMIENTO f_v	ESFUERZO CORTANTE f_r
			o 0	⊥ o 90	o 0	⊥ o 90	o 0	⊥ o 90		
Valores de Resistencia	N/mm ²	6 - 10	18,0	9,0	9,9	7,2	15,9	12,9	6,8	1,0
		> 10 - 18	16,4	8,2	9,4	7,0	15,4	12,7		
		> 18 - 25	14,8	7,4	9,0	6,8	14,8	12,4		
PROPIEDAD	UNIDAD	ESPESOR (mm)	FLEXIÓN E_m		TENSIÓN E_t		COMPRESIÓN E_c		CIZALLAMIENTO G_v	ESFUERZO CORTANTE G_r
			o 0	⊥ o 90	o 0	⊥ o 90	o 0	⊥ o 90		
Valores de Rigidez	N/mm ²	6 - 25	4930	1980	3800	3000	3800	3000	1080	50

*1 Para espesores iguales o superiores a 9 mm; para espesores de 6 a 9 mm: reacción al fuego (Clase E); *2 En conformidad con la norma EN 12369-1.

www.sonaearauco.com

SONAE
ARAUCO
Taking wood further

Annex S

FICHA TÉCNICA

GISCOLENE™ EPDM

1. Descripción

La membrana Gisolene™ es una lámina de caucho sintético EPDM vulcanizado para toda clase de impermeabilizaciones (cubiertas, estanques, canales, estructuras enterradas, fachadas...).

2. Propiedades

- Permanente elasticidad desde -45°C hasta 130°C.
- Excelente resistencia al ozono, a la radiación UV y a la temperatura.
- Excelente estabilidad térmica y dimensional.
- Facilidad y rapidez de instalación.

3. Aplicación

La colocación según el sistema de impermeabilización con láminas Gisolene EPDM debe ser realizada por personal experimentado e instaladores homologados de acuerdo con las instrucciones del Manual Técnico y empleando los accesorios del sistema.

La superficie a impermeabilizar tiene que estar seca, limpia y libre de elementos punzantes. En determinadas circunstancias podría ser necesaria una capa separadora (p.ej geotextil, panel de recubrimiento).

La membrana debe reposar unos 30 minutos antes de realizar las uniones y fijarla definitivamente.

Consulte con nuestro equipo técnico si desea información adicional.

4. Rendimiento

Las dimensiones de la membrana Gisolene EPDM se calcularán para cubrir toda la superficie a impermeabilizar, incluyendo los solapos de las juntas.

- Firestone Building Products Spain
Av. Diagonal 672 Bajos, 08034 Barcelona, Spain, EU
Tel. +34 93 363 42 50 - Fax. +34 93 419 07 10 - info@firestonebps.com

Firestone
Building Products

Annex T

THERMOCHIP

Panel sándwich con aislante de
FIBRA DE MADERA
TOO S/B BV WF

FICHA TÉCNICA



El primer panel sándwich ecológico con fibra de madera

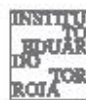
THERMOCHIP incorpora a su gama de productos el primer panel sándwich prefabricado con fibra de madera.

- + **Ecológico y sostenible**
Hecho exclusivamente de madera, libre de sustancias nocivas.
- + **Eficiencia energética**
Alta reducción del consumo energético de la edificación.
- + **Salubridad**
Lámina de barrera de vapor incorporada.
- + **Ahorro en costes**
Mayor rapidez en la instalación que los sistemas tradicionales.
- + **Certidumbre de comportamiento**
Garantiza cubiertas más estables y homogéneas.

COMPOSICIÓN Interior: tablero O.S.B.3 Núcleo: fibra de madera + barrera de vapor Exterior: tablero O.S.B.3

Cara interior	Espesor núcleo	Cara exterior	Dimensiones			Paneles / palet	m ² panel / palet	Peso panel / kg/m ²	Carga máxima / kN/m ²	Carga a L/200 ⁽¹⁾ / kN/m ²	Transmit. térmica / W/m ² °C
			Grosor	Largo	Ancho						
15	80	15	110	2500	550	20	27,500	28,400	1909	186	0,428
15	100	15	130	2500	550	18	24,750	31,300	1926	202	0,363
15	120	15	150	2500	550	14	19,250	34,200	1967	211	0,317

⁽¹⁾ Cálculos obtenidos sobre panel en tres apoyos.



THERMOCHIP, S.L.U.
La Medusa, s/n, 32330 Sobradelo de Valdeorras, Ourense [España]
☎ +34 900 351 713 ✉ info@thermochip.com
www.thermochip.com

THERMOCHIP WF



Annex U

TECHNICAL DATA SHEET

TEBOPIN III



All applications where the natural aesthetic of the wood is not important.
Industrial packing, sheathing, roofing, upholstery.



Groupe THEBAULT
47, rue des Fontenelles - 79 460 MAGNE - France
Tél : +33 (0)5 49 35 70 20 - Fax : +33 (0)5 49 35 21 10
info@groupe-thebault.com

www.groupe-thebault.com



DESCRIPTION

Base board: Maritime Pine throughout Plywood
Average density (IAW EN 323): 580 kg/m³ (+/- 10%)
Faces (IAW EN 635-3): III / III



Finishing: unsanded 2 sides
Bonding (IAW EN 314-2): class 3
Service (IAW EN 636): class 3 exterior conditions
Formaldehyde release classification (IAW EN 13986): E1
Content of Pentachlorophenol (IAW EN 13986): PCP = 0 ppm

SIZES, NUMBER OF PLYS & PACKAGING

Thicknesses (mm)	Number of plies	Sizes (mm)	Packing	
7	(3)	2500 x 1250	65	
9	(3)		50	
10	(5)		45	
12	(5)		37	
15	(5)		30	
18	(7)		25	
21	(7)		22	
24	(9)		18	
25	(9)		2850 x 1250 (9/12/15/18/21/24 mm)	18
27	(9)			15
30	(11)	15		
35	(13)	13		
40	(15)	11		
45	(17)	10		

Other sizes & thicknesses: on request

OPTIONS

Preservative treatments, fungicide & insecticide, antitermite: optional on request
Cutting & TG processing: optional on request

STORAGE

Flat, on intermediate bearers, in an enclosed dry and ventilated building, clear of the ground. As far as storage on site is concerned, provision should be made to cover the panels with an opaque waterproof sheeting with the underside of the stacks clear of the ground.

FURTHER PROCESSING & INSTALLATION

Compliance with standard practice, with regulations and with health and safety rules should be maintained at all times.
Cutting and machining in the workshop possible except laser technology.

PRODUCTION SITES

Production on Thébault's sites in France



TEBOPIN III

TECHNICAL PROPERTIES



Characteristic values (MPa) IAW EN 789 - 1088 for structural calculations IAW Eurocodes

		7	9	10	12	15	18	21	24	25	27	30	35	40
Modulus of elasticity (E _c)	//	11497	11989	9860	8864	9860	9802	8857	8298	7241	8283	7790	7354	7059
	⊥	953	461	2590	1535	2590	2648	3593	4152	4152	4167	4660	5096	5391
Bending strength (f _c)	//	31	32,4	23,8	26,4	26,4	24,8	23,9	17,7	17,2	20,3	16,3	14,1	15,0
	⊥	6,1	3,7	14,6	8,2	11,6	10,6	9,7	11,9	14,0	13,6	12,2	12,5	12,4
Others characteristic values	Available on DOP Strength in: Tension (f _t), Compression (f _c), Panel shear (f _v) and Planar shear(f _v) Modulus of elasticity in: Tension (E_t), Compression (E_c), Panel shear (G_v) and planar shear (G_v)													

Uses

Use in structural applications (IAW EN 13986, EN 636-3, EN 636-2, EN 636-1)	Suitable for use as structural element in exterior conditions (service class 3), humid conditions (service class 2) and interior conditions (service class 1)
--	---

Bending radius (r_{min})

Thickness	10	12	15	18
//	2500	3000	3750	4750
⊥	2000	2400	3000	3800

Nail and screw holding (F = 15 mm)

Nail	Face and edge: 30 daN	
Screw	Face	Edge
	180 daN	140 daN

Sound absorption coefficient

IAW EN 13986 Table N°10	Frequency range	
	250 Hz to 500 Hz	1000 Hz to 2000 Hz
	0,10	0,30

Thermal conductivity

IAW EN 13986	λ = 0,13
--------------	----------

Characteristic density

IAW EN 789	540 kg/m ³
------------	-----------------------

Vapour permeability

IAW EN 13986 Table 9	Wet cup	Dry cup
	44 μ	187 μ

Reaction to fire

End use condition in reference to table 8 of EN 13986 - 2004+A1:2015	Minimum thickness	Class excluding floorings	Class floorings
Without an air gap behind the panel	9 mm	D-s2,d0	Dfl-s1
With a closed or an open air gap not more than 22 mm behind the woodbased panel	9 mm	D-s2,d2	-
With a closed air gap behind the wood-based panel	15 mm	D-s2,d1	Dfl-s1
With an open air gap behind the wood-based panel	18 mm	D-s2,d0	Dfl-s1
Any	3 mm	E	fl

Airborne sound absorption

IAW EN 13986 Paragraph 5.10	The sound transmission loss R of a single wood-based panel, measured in dB, is related the mean surface mass m _A in kg/m ² according to the following equation which is only valid for the frequency range of 1 kHz to 3 kHz and at a surface mass > 5 kg/m²: R = 13 × lg (m_A) + 14
--------------------------------	--

TECHNICAL SUITABILITY & CERTIFICATION

CE Structure attestation of conformity 3*	0380 - DOP* - CPR - EN 13986 : 2004 + A1 : 2015 - EN 636-3 S E1 * DOP : Declaration of Performance available on www.groupe-thebault.com
---	---

Quality marks (country)	Ecocertification	CE Marking	Information on the emission level of volatile substances within the indoor air, showing a risk of toxicity in case of fire: Not based on a scale going from A+ (very low emissions) to C (high emissions). Substantial fireproofing/casing
NF Extérieur CTB-X (F)	PEFC™	CE S (Structural)	
	(equivalent) 		

Document non contractuel - Ordonné : info@groupe-thebault.com - Crédits photos : Groupe Thebault