



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Departament de Projectes d'Enginyeria

ESEIAAT

Màster Universitari en Enginyeria Industrial  
Especialitat Organització Industrial

# Projecte de modificació de contenidors metàl·lics per ús de vivenda en un camp de refugiats

---

Memòria

Realitzat per: Marc Castelló Martí

Director: Josep Maria Domènech Mas

Convocatòria extraordinària setembre-octubre 2019



## Índex de continguts

Índex de taules .....	4
Índex de gràfics .....	6
Índex de figures .....	6
1. Resum del projecte .....	8
2. Abstract.....	9
3. Objecte de l'estudi.....	10
4. Justificació de l'estudi.....	10
5. Abast de l'estudi.....	10
6. Especificacions bàsiques de l'estudi .....	11
7. Cronograma de l'estudi .....	11
8. Antecedents .....	14
9. Estat de l'art .....	16
9.1. Habitatges amb contenidors marítims.....	16
10. Avaluació d'alternatives.....	18
10.1. Camps de refugiats.....	19
10.2. Construccions tradicionals .....	20
10.3. Taula comparativa i decisió .....	21
11. Descripció de la solució.....	22
12. Desenvolupament de la solució.....	24
12.1. Localització.....	28
12.2. Selecció de containers i transport.....	32
12.3. Planta de la construcció.....	33
12.4. Instal·lació de ventilació i climatització.....	36
12.4.1. Ventilació.....	36
12.4.2. Instal·lació de climatització .....	46
12.5. Instal·lació sanitària (ACS i AFS).....	56

12.5.1.	Aigua Freda Sanitària (AFS) .....	56
12.5.2.	Aigua Calenta Sanitària (ACS) .....	62
12.5.2.1.	Xarxa d'impulsió .....	62
12.5.2.2.	Xarxa de retorn i bomba de recirculació.....	66
12.5.2.3.	Producció de calor .....	67
12.6.	Instal·lació d'electricitat.....	73
12.6.1.	Plaques fotovoltaïques.....	76
12.7.	Temps d'execució.....	80
13.	Resum pressupost i viabilitat econòmica.....	82
14.	Anàlisi i valoració mediambiental.....	82
15.	Conclusions .....	84
16.	Planificació i programació del treball futur proposat .....	85
17.	Bibliografia i normativa aplicada.....	86

## Índex de taules

Taula 1.	Cronograma de l'estudi .....	12
Taula 2.	Diagrama Gantt del projecte .....	13
Taula 3.	Dimensions estandarditzades dels principals tipus de containers marítims.....	16
Taula 4.	Exportacions e importacions marítimes a Estats Units del 2008 al 2012 .....	17
Taula 5.	Ponderació dels paràmetres de decisió d'alternatives .....	21
Taula 6.	Avaluació qualitativa de les alternatives de construcció.....	21
Taula 7.	Avaluació d'alternatives .....	22
Taula 8.	Superfície útil en m <sup>2</sup> per nombre de persones del programa funcional .....	25
Taula 9.	Espais i superfícies necessaris en funció del nombre d'habitants.....	26
Taula 10.	Nombre de cambres higièniques segons el nombre d'habitacions.....	28
Taula 11.	Ponderació de les característiques dels solars.....	32
Taula 12.	Avaluació de les diferents alternatives de solars .....	32
Taula 13.	Taula de cambres amb la seva superfície .....	36
Taula 14.	Definició dels nivells d'aire segons la tipologia de construcció.....	36
Taula 15.	Caudals mínim per a la ventilació constant en locals habitables. ....	37
Taula 16.	Caudal a ventilar i tipus de local segons cambra.....	38

Taula 17. Càlcul del diàmetre per cada conducte de ventilació. ....	41
Taula 18. Cabal en m <sup>3</sup> /s per a cada cambra.....	42
Taula 19. Reixeta d'impulsió per a les habitacions.....	42
Taula 20. Reixeta d'extracció per a la cuina.....	42
Taula 21. Reixeta d'extracció per als banys.....	42
Taula 22. Reixeta d'impulsió per a les altres sales. ....	43
Taula 23. Taula de les pèrdues de pressió per als conductes d'extracció. ....	45
Taula 24. Taula de les pèrdues de pressió per als conductes d'impulsió.....	45
Taula 25. Pèrdua de pressió en elements singulars d'extracció e impulsió. ....	45
Taula 26. Taula de la tria de ventilador.....	46
Taula 27. Taula de temperatures mitjanes a Corbera de Llobregat. ....	46
Taula 28. Condicions interiors de disseny segons el RITE. ....	46
Taula 29. Transmissió tèrmica segons el tipus d'aïllament. ....	47
Taula 30. Correccions de les diferències equivalents de temperatura (factor a).....	49
Taula 31. Valor del paràmetre a segons el mes.....	50
Taula 32. Diferència equivalent de temperatura.....	50
Taula 33. Màximes aportacions solars a través de vidre senzill. ....	51
Taula 34. Valors del paràmetre Rm.....	52
Taula 35. Valors del paràmetre Rs.....	52
Taula 36. Valors de les càrregues de transmissió segons paret i època de l'any. ....	52
Taula 37. Guanys de calor deguts als ocupants. ....	54
Taula 38. Aportacions solars a través de vidre senzill. ....	55
Taula 39. Càlcul de la màxima càrrega de radiació.....	55
Taula 40. Càlcul de la màxima càrrega simultània.....	56
Taula 41. Taula amb els diferents elements i el seu cabal unitari. ....	57
Taula 42. Elements amb el seu cabal unitari d'AFS de la solució.....	57
Taula 43. Cabals simultanis d'AFS. ....	58
Taula 44. Diàmetres màxims i mínims segons el tram d'AFS. ....	59
Taula 45. Diàmetre comercial escollit d'AFS. ....	59
Taula 46. Valors de la constant C en funció del material. ....	60
Taula 47. Valors de la variable P de cada conducte d'AFS. ....	60
Taula 48. Càlcul de pressió inicial i final de cada un dels trams d'AFS.....	61
Taula 49. Cabals unitaris dels elements de la xarxa ACS.....	62
Taula 50. Cabals simultanis d'ACS. ....	63
Taula 51. Diàmetres màxims i mínims segons el tram d'ACS. ....	64
Taula 52. Diàmetre comercial escollit d'ACS. ....	64
Taula 53. Valors de la constant C en funció del material. ....	65

Taula 54. Valors de la variable P de cada conducte d'ACS. ....	65
Taula 55. Càlcul de pressió inicial i final de cada un dels trams (ACS).....	66
Taula 56. Relació entre diàmetre de conducte i caudal recirculat d'ACS. ....	66
Taula 57. Consum d'ACS per al disseny d'instal·lacions .....	68
Taula 58. Càlcul del cabal simultani segons tipologia d'edifici i cabals de l'edifici.....	68
Taula 59. Caudal instantani segons aparells per al càlcul de la potència calorífica. ....	69
Taula 60. Cabals unitaris i cabal total per al càlcul de la producció de calor. ....	69
Taula 61. Temperatures de l'aigua de xarxa per població i època de l'any.....	70
Taula 62. Localització dels elements elèctrics de la casa. ....	74
Taula 63. Circuits necessaris per a la vivenda.....	76
Taula 64. Consum anual elèctric.....	77
Taula 65. Coeficients climàtics segons zones climàtiques a Espanya .....	79
Taula 66. Durada de les activitats per al desenvolupament de la solució.....	81
Taula 67. Activitats amb les seves activitats següents i precedents.....	81
Taula 68. Ajuda econòmica per a l'execució del projecte.....	82

## Índex de gràfics

Gràfic 1. Persones refugiades des del 1951 al 2017. ....	14
Gràfic 2. Persones refugiades des del 1951 al 2017 a Espanya. ....	14

## Índex de figures

Figura 1. Piràmide de Maslow.....	15
Figura 2. Imatge de l'apilament dels contenidors marítims .....	17
Figures 3, 4 i 5. Aplicacions de contenidors marítims com a escola, piscina i centre comercial. ....	18
Figura 6. Parts principals dels contenidors marítims.....	18
Figura 7. Fotografia d'un camp de refugiats realitzat per UNHCR .....	19
Figura 8. Esquema de les obertures a un mòdul.....	23
Figura 9. Esquema d'una "presilla" .....	23
Figura 10. Esquema d'un fals envà.....	24
Figura 11. Esquema bàsic de la cimentació per als diferents contenidors .....	24
Figura 12. Mapa amb els solars que compleixen amb les especificacions. ....	29
Figura 13. Fotografia aèria del solar de Vacarisses.....	30
Figura 14. Fotografia aèria del solar de Bigues. ....	30
Figura 15. Fotografia aèria del solar de Corbera de Llobregat.....	31

Figura 16. Fotografia aèria del solar de Vilanova del Vallès. ....	31
Figura 17. Esquema bàsic de la ubicació dels contenidors amb les dimensions interiors. ....	34
Figura 18. Esquema bàsic de les cambres en planta de la nostra vivenda en les dimensions interiors.....	35
Figura 19. Esquema exemple de la impulsió i extracció per locals secs i humits respectivament .....	38
Figura 20. Exemplificació de conductes d'extracció e impulsió .....	39
Figura 21. Esquema bàsic dels conductes d'extracció e impulsió.....	40
Figura 22. Numeració dels conductes de ventilació .....	41
Figura 23. Pèrdua per fregament segons el caudal i la velocitat. ....	44
Figura 24. Esquema de les diferents cares i la seva orientació.....	51
Figura 25. Diagrama psicromètric de l'aire.....	53
Figura 26. Esquema bàsic del circuit d'AFS amb els seus elements.....	58
Figura 27. Valors de pèrdues de pressió en accessoris del conducte (AFS).....	61
Figura 28. Esquema de la xarxa ACS.....	63
Figura 29. Valors de pèrdues de pressió en accessoris del conductes (ACS).....	65
Figura 30. Esquema de la producció d'acumulació .....	73
Figura 31. Esquema per a subministraments individuals de potència inferior a 15 kW.....	73
Figura 32. Elements elèctrics sobre el plànol de la casa.....	74
Figura 33. Esquema unifilar amb electrificació bàsica. ....	75
Figura 34. Característiques elèctriques dels circuits.....	75
Figura 35. Zones solars a Espanya.....	78
Figura 36. Zones climàtiques a Espanya.....	78
Figura 37. Emissions de CO <sub>2</sub> en funció del quilometratge. ....	83

## 1. Resum del projecte

En aquest treball final de màster es buscarà una solució per a les persones que per causa d'un conflicte en el seu país de residència, han de desplaçar-se i moure's cap a un nou destí més estable, sense riscos. És a dir, es una ajuda a les persones refugiades. Així doncs, el que es pretén més específicament en aquest treball, es donar un lloc on poder viure a aquestes persones millorant en tot el que sigui possible la seva qualitat de vida.

A més, aquesta vivenda ha de ser temporal, ja que s'espera que els habitants d'aquestes vivendes puguin en algun moment tornar a la seva terra natal o bé integrar-se a la societat i no necessitar d'aquesta vivenda.

Per tant, veient que ha de ser una solució temporal, s'ha plantejat la solució en uns mòduls formats per contenidors metàl·lics, que serà l'element bàsic de la vivenda i proveint-lo de les instal·lacions i elements necessaris.

Finalment, s'analitzarà aquest tipus de contenidors, la seva distribució interior i exterior, la seva localització, els elements de ventilació i climatització per a un màxim confort de les persones que hi vagin a viure, tot i que es buscarà també una solució el més eficient possible.



## 2. Abstract

In this Master thesis, a solution will be sought for people who, due to a conflict in their country of residence, must move to a new, more stable destination, a place without risks. So, it is an aid to refugees. Therefore, what is sought more specifically in this work is to provide a place where these people can live, improving their quality of life as much as possible.

This place to live must be temporary, since it is expected that the inhabitants of these houses can go back to their natal country or begin a new life and be independent in the new country.

Therefore, considering that it must be a temporary solution, the solution has been considered in modules formed by metal containers, which will be the basic material of the home and providing it with the necessary facilities and elements.

To sum up, this type of containers with all its attributes (internal and external distribution, location...) will be analysed in order to reach the major comfort of the people who will have to live there, also the solution will seek the maximum efficiency possible.

### 3. Objecte de l'estudi

L'objecte d'aquest projecte és definir els usos necessaris per una vivenda, on es dissenyaran totes les modificacions sobre els mòduls, instal·lacions i acabats sobre l'element inicial per a la construcció d'aquestes cases, els contenidors metàl·lics. A més, aquestes cases han de servir per als refugiats, intentant millorar en tot el possible la seva qualitat de vida. Per tant, s'analitzarà com millorar la qualitat de vida d'aquestes persones i aplicar-ho per al projecte del treball. S'ha decidit que el treball es dirigirà cap a aquestes persones però els passos futurs podrien ser el desenvolupament d'aquestes vivendes per persones en altres situacions límit.

### 4. Justificació de l'estudi

Es pot veure que últimament la xifra de persones refugiades va en augment, ja que els seus països d'origen estan submergits en conflictes. Es pot veure també que aquestes persones molts cops són "emmagatzemades" en camps de refugiats on les instal·lacions són precàries i la qualitat de vida no és la que hauria de ser. Per això, amb el propòsit de millorar la seva qualitat de vida en el país de residència, s'ha decidit estudiar com es podria millorar la seva situació, i aquesta és la causa del desenvolupament d'aquest treball. En resum, la justificació d'aquest treball es poder ajudar a aquestes persones a viure una vida digne i no només a sobreviure.

### 5. Abast de l'estudi

Durant l'estudi es portaran a terme les següents tasques:

- S'analitzarà la situació actual de les persones refugiades i de la situació passada. Es farà un estudi de la evolució temporal.
- S'estudiarà les construccions amb els sistemes tradicionals com amb els més innovadors actualment.
- Es compararan les diferents tècniques de construcció actuals i es decidirà la solució triada.
- S'analitzarà tots els costos de la construcció amb contenidors metàl·lics, realitzant el pressupost de l'estudi.
- S'estudiarà quins elements ha d'incloure la vivenda per tal de millorar la vida dels refugiats, fent-ho quadrar amb el pressupost.

- Es desenvoluparà la solució completa, des de la localització de les vivendes, com el tipus de contenidors, instal·lacions, elements necessaris i la durada del projecte.
- Es desenvoluparà la solució seguint el codi tècnic de l'edificació.
- Es realitzarà un estudi mediambiental.

## 6. Especificacions bàsiques de l'estudi

Les especificacions de l'estudi són les següents:

- La càrrega de treball serà d'aproximadament 300 hores.
- El termini d'entrega de l'estudi és el 30 de setembre.
- El cost del projecte ha de ser el menor possible però sempre complint amb les necessitats dels residents de la vivenda.
- S'han de complir totes les normatives a les que estigui subjecte el projecte.
- La residència haurà d'estar adaptada per a que hi puguin viure dues famílies.
- El temps per a la construcció ha de ser menor a sis mesos.
- Ha de ser una solució temporal, que no es trigui més de dos mesos a desmantellar.
- El detall de la construcció no estarà dins el treball (no hi apareix l'enginyeria al detall).

## 7. Cronograma de l'estudi

Per tal de poder realitzar el cronograma de l'estudi, s'ha hagut de dividir l'estudi en paquets de treball independents, i dins cada paquet s'ha definit les activitats que s'han de portar a terme i el temps esperat de realització d'aquestes.

Paquets de treball	Activitats	Temps esperat
Descripció i introducció del projecte	Definició del resum i declaració d'honor	2 hores
	Definició dels objectius i justificació	3 hores
	Definició de l'abast i les especificacions	3 hores
	Definició dels requeriments	2 hores
	Descripció antecedents	4 hores
Desenvolupament del projecte	Antecedents i estat de l'art	12 hores
	Plantejament de les possibles solucions	15 hores

	Definició dels criteris per escollir la solució	5 hores
	Decisió sobre la solució adequada	5 hores
Desenvolupament solució	Descripció de la solució triada	12 hores
	Realització anàlisis	10 hores
	Decisió sobre la localització	9 hores
	Realització del disseny exterior	20 hores
	Realització del disseny interior	8 hores
	Desenvolupament de les instal·lacions	39 hores
	Desenvolupament dels plànols	8 hores
	Desenvolupament de la execució	8 hores
Resum de resultats	Descripció del resum del pressupost	6 hores
	Descripció de la viabilitat econòmica	8 hores
	Anàlisi de les implicacions ambientals	8 hores
	Planificació del treball futur	4 hores
	Descripció normativa aplicable	4 hores
	Definició referències bibliogràfiques	9 hores
Memòria	Realització del document "Memòria"	35 hores
	Realització dels annexos de la memòria	20 hores
Pressupost del treball	Realització del document "Pressupost del treball"	15 hores
Autoinforme de qualitat	Realització del document "Autoinforme de qualitat"	1 hores
Plànols	Realització del document "Plànols"	15 hores
Plec de condicions	Realització del document "Plec de condicions"	10 hores
<b>TOTAL</b>		<b>300 hores</b>

Taula 1. Cronograma de l'estudi

L'inici de l'estudi és el 20 de maig de 2019 i la data de finalització d'aquest és el 30 de setembre de 2019. A continuació es presenta el diagrama de Gantt de l'estudi.

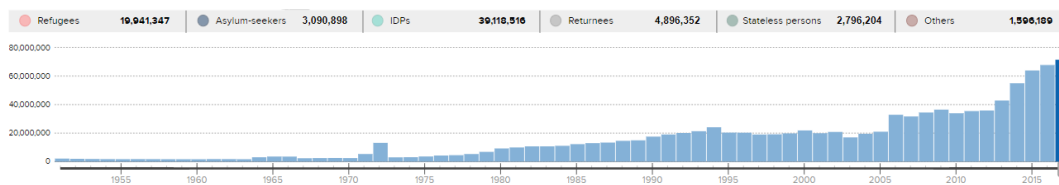
Paquet d'activitats	Total hores	Setmana																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Descripció i introducció del projecte	14	14																		
Desenvolupament del projecte	37	2	16	16	3															
Desenvolupament solució	114				13	16	16	16	16	16	16	5								
Resum de resultats	39											11	16	12						
Memòria	55													4	16	16	16	3		
Pressupost del treball	15																	13	2	
Autoinforme de qualitat	1																		1	
Plànols	15																		13	2
Plec de condicions	10																			10

Taula 2. Diagrama Gantt del projecte

## 8. Antecedents

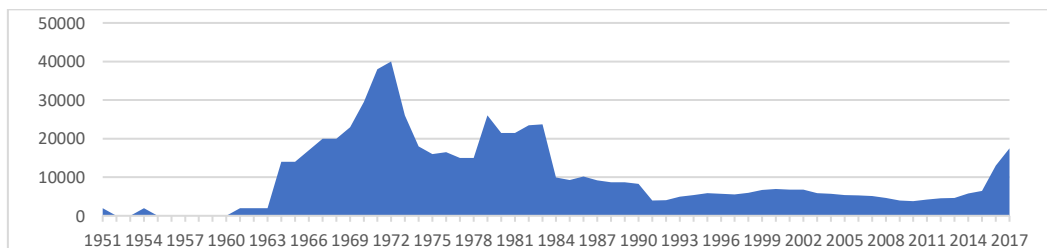
Aquest treball s'adreça a les persones refugiades, i com a tal s'analitzarà la situació d'aquestes persones actualment i en termes històrics.

La definició de refugiat és la següent: persona que, havent hagut d'abandonar la seva terra per motius polítics o a causa de catàstrofes naturals o d'una guerra, ha estat acollida en un país que no és el seu, sense poder gaudir dels mateixos drets que els autòctons [definició de refugiat per l'Institut d'Estudis Catalans, <https://mdlc.iec.cat/results.asp?txtEntrada=refugiat&operEntrada=0>]. Es pot veure que el número de persones en aquesta situació ha augmentat en els últims anys, tal i com veiem al gràfic següent:



Gràfic 1. Persones refugiades des del 1951 al 2017.

Veiem que el creixement de les persones refugiades, els sol·licitants d'asil, persones desplaçades internament, refugiats retornats als seus països d'origen, persones sense pàtria i d'altres persones relacionades no ha parat de pujar des del 2010 i amb una tendència a un creixement cada cop més elevat. El 2017 es van registrar 71,44 milions afectats. En el cas d'Espanya, l'any 2017 es van registrar un total de 17.526 persones en condició de refugiats [dades extretes de la base de dades de United Nations High Commissioner for Refugees [http://popstats.unhcr.org/en/time\\_series](http://popstats.unhcr.org/en/time_series)]



Gràfic 2. Persones refugiades des del 1951 al 2017 a Espanya.

De cara al futur es parla cada vegada més dels desplaçats sota el context del canvi climàtic: persones obligades a fugir per conseqüències del canvi climàtic com la desertificació o la desaparició de certs territoris amb la pujada del nivell del mar. El

nombre de refugiats i desplaçats, si es compleixen les previsions, podria multiplicar-se per quatre. Totes aquestes persones, que viuen una situació extremadament complicada i difícil i que a més són prou valentes per a abandonar-ho tot forçades per algun perill, viuen molts d'ells en condicions molt desfavorables.

Viuen en camps de refugiats, la última opció que els hi queda. No és el millor lloc per a viure-hi però estan a refugi dels perills dels quals fugien. Pel que fa a la qualitat de vida, en molts camps de refugiats s'hi està vivint de una manera inhumana, amb sobrepoblació en el camp, on en alguns llocs s'ha donat refugi a sis cops més persones per a les que s'havia pensat (aquest és el cas del camp de refugiats de Samos, on s'havia dissenyat per a 648 persones, i en viuen unes 3.966).

En aquests camps hi troben aquesta seguretat, aliments, aigua i els serveis bàsics. Però aquest treball no busca simplement això, en aquest projecte s'intentarà guiar aquestes persones cap a una vida digna en el nou país.

De vegades, la seva situació es soluciona en un termini breu, però d'altres han de quedar-se allí durant anys. Per exemple, els refugiats de Kosovo a Albània van estar en el camp tan sol tres mesos, però els de Somàlia viuen als camps de Kenya des de 1991. Amb això veiem que ha d'ésser una solució temporal, per si la situació es soluciona ràpidament, però també es necessària una mínima qualitat de vida per si la situació s'allarga en el temps.

El que es vol es poder-les guiar pels 4 nivells de la piràmide de Maslow, ajudant pas a pas amb cada necessitat. Primer les necessitats fisiològiques, després aportant seguretat (les dues necessitats ja cobertes amb els camps de refugiats); més endavant ajudant en les necessitats socials i en que se sentin estimats i reconeguts i finalment arribin a l'autorealització; aquestes necessitats són més complicades ja que no serveix simplement coses materials (com si la seguretat i les necessitats fisiològiques) però s'intentarà cobrir-les igualment.



Figura 1. Piràmide de Maslow

Està clar que el primer que s'ha de fer en aquesta situació es donar les necessitats bàsiques, és a dir, menjar, beure i un lloc on dormir. Si aquest treball busqués simplement donar resposta aquestes necessitats, no faria falta tant esforç i es realitzaria un camp de refugiats on cobrir el primer esglaó de la piràmide. També és cert que arribar a passar per a tots els esglaons no depèn simplement de la vivenda però sí que hi pren part.

## 9. Estat de l'art

### 9.1. Habitatges amb contenidors marítims

En aquets apartat es definirà les principals característiques dels habitatges fabricats a base de contenidors metàl·lics, ja siguin contenidors reutilitzats o de nous. Ja es veu que el cos de la construcció seran aquests contenidors, construïts normalment en acer corrugat, alumini o fusta contraxapada (reforçada amb fibra de vidre).

Les dimensions d'aquests contenidors són dimensions estàndard, amb una llargada d'entre 6 i 12,20 metres, una amplada de 2,40 metres y una altura d'entre 2,50 a 2,89 metres. Tot seguit, es troba una taula amb els les dimensions dels contenidors:

	Dimensions externes			Dimensions internes		
	Longitud	Altura	Amplada	Longitud	Altura	Amplada
<b>20ft Shipping Container</b>	6.09m	2.59m	2.44m	6.01m	2.39m	2.34m
<b>40ft Shipping Container</b>	12.18m	2.59m	2.44m	12.11m	2.39m	2.34m
<b>20ft HC Shipping Container</b>	6.09m	2.90m	2.44m	6.01m	2.69m	2.34m
<b>40ft HC Shipping Container</b>	12.18m	2.90m	2.44m	12.11m	2.69m	2.34m

Taula 3. Dimensions estandarditzades dels principals tipus de containers marítims.

Aquest tipus de contenidors van sorgir cap als anys 1950 de la mà de Malcom McLean, per a tal de tindre una mesura estàndard per a poder ser transportats per via marítima, aèria i terrestre sense haver de canviar la mercaderia de contenidor. El que es pretenia era que els temps de canvi entre un transport i altre es reduïssin i per tant, abaratir costos. A més, també s'estalviava diners ja que eren fàcilment apilables i això feia que poguessin carregar més mercaderia.

Un cop instaurats aquests contenidors, en el cas d'Estats Units, hi havia més exportació que importació. I els països que enviaven mercaderies cap a Estats Units, no volien els



contenidors de tornada ja que els hi era més barat fabricar-los ells mateixos. Això va fer que Estats Units tingués un excés d'aquestes construccions. Aquesta tendència se seguí fins a l'actualitat. A la taula següent s'observa la diferència entre exportacions e importacions des del 2008 fins el 2012, la quantitat està expressada en TEUs (unitat que representa 1 contenidor Standard de 20 peus):

Year	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Total Export (TEUs)</b>	11,332,821	10,362,483	11,240,344	11,952,135	11,935,906
<b>Total Import (TEUs)</b>	17,120,767	14,541,415	16,626,033	17,077,443	17,541,120
<b>Net Difference</b>	5,787,946	4,178,932	5,385,690	5,125,308	5,605,214

Taula 4. Exportacions e importacions marítimes a Estats Units del 2008 al 2012

Phillip Clark, al adonar-se d'això, decidí convertir un d'aquests contenidors en la seva pròpia casa, i registrà una patent anomenada "Method for converting one or more steel shipping containers into a habitable building", mètode per a convertir un o més contenidors marítimes d'acer en una construcció habitable.

Una altre gran avantatge per a l'ús de contenidors com a vivendes, és que es tracta d'estructures autoportants, és a dir que pot suportar el pes de varis contenidors a sobre.



Figura 2. Imatge de l'apilament dels contenidors marítimes

A part de la pròpia aplicació d'aquests contenidors com a habitatges, també s'utilitzen per a altres aplicacions: escoles, piscines, bars, centres comercials. Podem veure unes imatges d'aquestes aplicacions:



Figures 3, 4 i 5. Aplicacions de contenidors marítims com a escola, piscina i centre comercial.

A continuació hi ha una imatge de les principals parts dels contenidors:

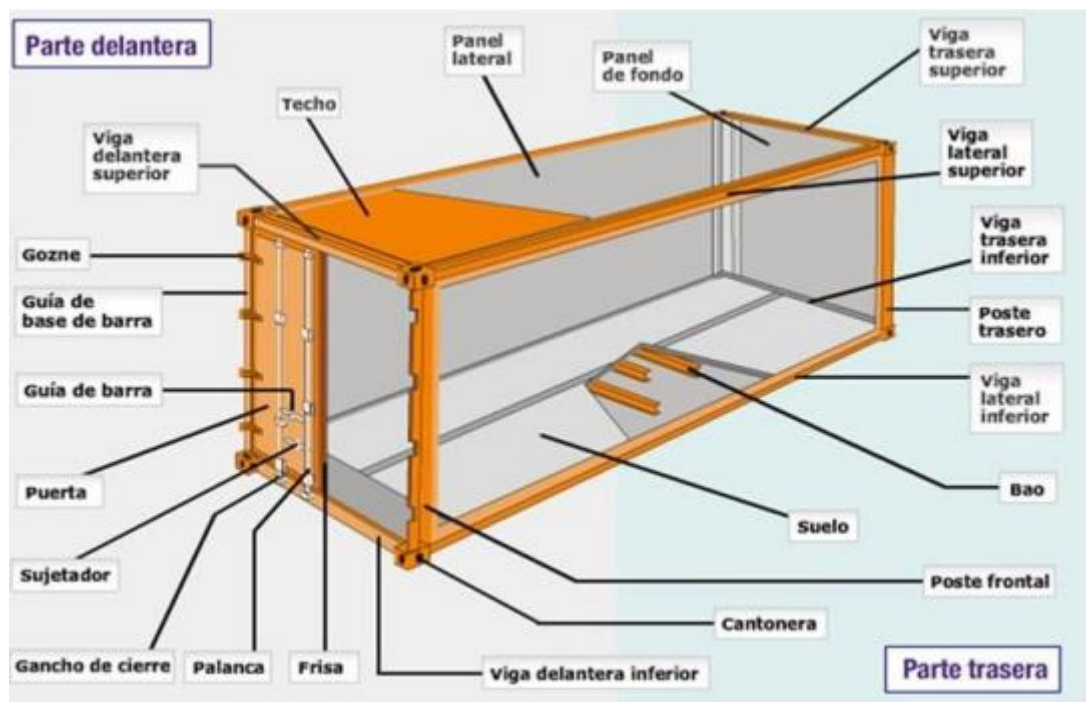


Figura 6. Parts principals dels contenidors marítims

## 10. Avaluació d'alternatives

Per a veure les alternatives que es tenen, el que es busca es una construcció que es basi en els principis següents, si més no, que en compleixi la majoria:

- Temporal
- Sostenible

- De qualitat
- Econòmica
- Ràpida

S'analitzaran els principis següents en el cas de les alternatives, que seran els camps de refugiats tal i com els coneixem avui en dia i les construccions tradicionals.

### 10.1. Camps de refugiats

Els camps de refugiats són campaments temporals construïts per els governs o organitzacions no governamentals per a rebre refugiats. El que es vol aconseguir amb aquestes construccions temporals es el següent, segons publica el Consell de refugiats noruec (Norwegian Refugee Council, <https://www.nrc.no/>):

- Garantir i mantenir unes mínimes condicions higièniques i sanitàries mínimes per tal d'evitar l'aparició de brots epidèmics (p. ex.: presència d'equips i personals mèdics i gestió adequada dels residus i femtes generades per la població).
- Garantir l'arribada i accés d'aliments a la població refugiada.
- Garantir de seguretat dels refugiats per part d'agressions d'altres interns o persones alienes al camp.

Aquests camps de refugiats, com veiem a la imatge inferior, són de construcció molt ràpida però precària:



Figura 7. Fotografia d'un camp de refugiats realitzat per UNHCR

En el temps de setmanes es creen grans camps de refugiats, el procés ràpid amb el que s'estableixen aquests camps fa que sigui la manera més usada per a rebre els refugiats.

Aquesta solució, a més a més, és una solució que fàcilment pot créixer i també desmantellar-se.

En el tema de la sostenibilitat, són sostenibles no per el fet d'estar dissenyats per a ser-ho sinó per que les despeses energètiques han de ser el més eficients possibles. Alguns exemples de la sostenibilitat en els camps són:

- Ús de làmpades i faroles d'energia solar per il·luminar.
- Emmagatzematge de l'aigua de la pluja per a les cuines i les latrines.
- Programa d'horticultura, en el qual s'aprofiten els excrements dels animals.
- Ús de energies alternatives (combustible a base de closca d'arròs, ús de biogàs, ...).

A part, la construcció dels camps no usa grans maquinaries amb lo qual energèticament la construcció també és sostenible.

Pel que fa a la qualitat de vida en el camp de refugiats, és una situació complexa ja que al ser unes construccions tan ràpides tenen falta d'elements bàsics per a la millora de la qualitat. Molts cops no tenen elements com rentadores, gas, cuina ni provisions. Depenen totalment del menjar que es porti des de fora el camp. A més al ser construïts amb tendes de campanya fa que en climes extrems, la salut dels habitants estigui en perill.

En resum, són vivendes de ràpida construcció però precàries. Que serveixen en casos extrems i curts, però si els refugiats hi ha de viure molt temps s'haurien de millorar les condicions que hi tenen.

## 10.2. Construccions tradicionals

Les construccions tradicionals que coneixem avui en dia, són les construccions fetes in situ fetes generalment de formigó. Aquest tipus de construcció és segura, però és lenta de construir.

L'habitatge en aquestes cases, ha de ser per a un període llarg de temps, ja que es triga a la construcció i també al desmantellament. Amb lo qual per a aprofitar el cost de temps, es construeixen per a llargs períodes de temps i en gairebé tots els casos no es desmantellen mai. És a dir, són construccions per a tota la vida.

Pel que fa a l'apartat de la qualitat, aquestes construccions són molt millor que els camps de refugiats ja que protegeixen molt millor contra el clima que les tendes de campanya que hi ha en els camps de refugiats. A part, conté tots els elements de ventilació i climatització per a que els habitants es trobin en unes condicions òptimes tant a l'estiu com a l'hivern.

Per a la construcció d'aquest tipus de vivenda per als refugiats no aportaria gaire a la sostenibilitat ja que es transporten grans quantitats de material (amb el consegüent gasto energètic en transport) i en el lloc de la construcció s'usen maquinaries pesades. Tot i això, un cop ja construïda, la vivenda pot ser eficient energèticament amb l'ús d'energia fotovoltaica i energia solar i eòlica per tal de no malgastar energia.

En l'apartat econòmic, aquestes construccions són costoses ja que es necessita gran número de mà d'obra qualificada i el cost en material i temps es gran. Així doncs, aquesta construcció és molt més cara que un camp de refugiats.

### 10.3. Taula comparativa i decisió

Per a poder comparar les diferents solucions, s'ha determinat un valor qualitatiu (comprès entre 0 i 10) de les variables que s'han comparat en els diferents mètodes, també s'ha determinat el pes de cada una de les variables

Paràmetre	Pes
Temporalitat	2
Sostenibilitat	1
Qualitat	3
Econòmica	2
Rapidesa	2
Total	10

Taula 5. Ponderació dels paràmetres de decisió d'alternatives

Els valors sense ponderar son:

Paràmetre	Camp de refugiats	Construcció tradicional	Contenedor marítim
Temporalitat	8	3	7
Sostenibilitat	6	3	3
Qualitat	1	10	10
Econòmica	9	4	6
Rapidesa	8	2	7

Taula 6. Avaluació qualitativa de les alternatives de construcció

En el cas de valors ponderats obtenim:

Paràmetre	Camp de refugiats	Construcció tradicional	Contenedor marítim
Temporalitat	16	6	14
Sostenibilitat	6	3	3
Qualitat	3	30	30
Econòmica	18	8	12
Rapidesa	16	4	14
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>73</b>

Taula 7. Avaluació d'alternatives

Per això s'ha decidit que la solució més adient és la construcció amb mòduls de contenidor marítim. La puntuació que ha tret és de 73, molt superior als 59 punts del camp de refugiats i als 51 de la construcció tradicional.

## 11. Descripció de la solució

Com ja hem vist, tot s'englobarà dins els elements base que seran els contenidors. En aquest punt s'explicaran més a fons la solució triada. Per començar analitzarem els materials amb els quals estan construïts els contenidors.

- a) Armadura d'acer corrugat, usat per a la seva gran resistència estructural.
- b) Terres de fusta amb base d'acer (tauler marí).
- c) Materials especials anti-humitat, usat per a que el mar no afecti a l'interior del contenidor.

Un cop vists els materials, s'explicaran les modificacions que es faran en el contenidor:

1. Un cop ajuntats els contenidors, es procedeix a formar les diferents obertures de la vivenda (portes, finestres, forats per a la ventilació, ...). Un cop fets aquests forats, s'ha de reforçar la zona amb premarcs metàl·lics per tal de que no es perdi resistència estructural.

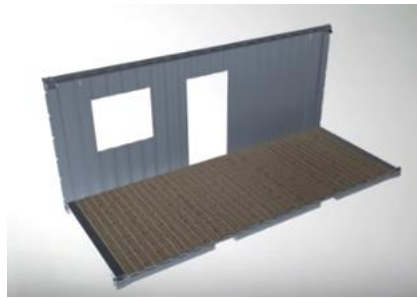


Figura 8. Esquema de les obertures a un mòdul

2. Higienització del contenidor, mitjançant un raig abrasiu per preparar i netejar l'acer
3. Unió dels contenidors mitjançant "presillas" en les parts inferior i superior, amb l'ús de xapes soldades s'impedeix el pas de l'aire i l'aigua tant per l'exterior com per l'interior.

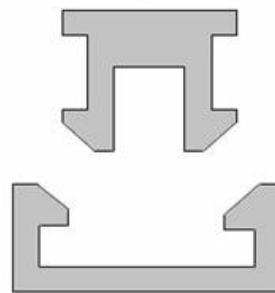


Figura 9. Esquema d'una "presilla"

4. Preparació del sòl: es col·loca l'aïllament, després una làmina impermeabilitzant i per últim l'acabat.
5. Instal·lació de la perfil·laria de les parets interiors del contenidor i col·locació de les connexions elèctriques, canalitzacions i conductes necessaris. Tot seguit es col·loca l'aïllament interior de parets i al sostre. Finalment, per acabar l'interior, es col·loquen les plaques d'acabat de les parets i sostre i la falsa envans.

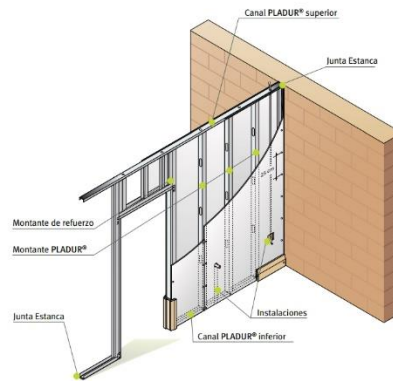


Figura 10. Esquema d'un fals envà

6. Després es procedeix a aplicar l'aïllament i el revestiment exteriors, després es col·loquen les finestres i portes.
7. L'últim pas es acabar la coberta (es pot col·locar una teulada o deixar plana per a utilitzar-la com a terrat) i instal·lar el cablejat i les caixes d'endolls.

L'últim pas que queda es definir la cimentació necessària, l'element que traspasarà la carga de l'edifici al terreny. Així doncs, es farà una cimentació superficial (no cal que sigui profunda ja que és un edifici amb una única altura) amb un suport a cada cantonada dels mòduls, a més, es recomanable construir un forjat sanitari amb el qual mantenir el contenidor aïllat del terreny.

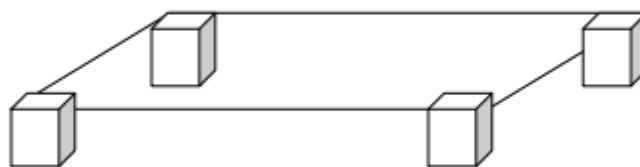


Figura 11. Esquema bàsic de la cimentació per als diferents contenidors

## 12. Desenvolupament de la solució

Un cop vista la descripció de la solució, analitzarem els elements necessaris que ens trobarem en l'habitatge a dissenyar. Mirarem la normativa que ha de seguir aquest projecte, i tot basant-nos en ella, explicarem els diferents apartats de l'habitatge. La normativa a seguir és la següent:



- Normativa urbanística de la zona metropolitana, document OME-T2-C1-S1 - Condicions d'habitabilitat
- Decret d'Habitabilitat: Decret 141/2012
- Código Técnico de la Edificación

Primer de tot, mirarem els metres quadrats habitables mínims necessaris segons Normativa urbanística de la zona metropolitana, document OME-T2-C1-S1 - Condicions d'habitabilitat:

Nombre de persones del programa funcional	2	3	4	5	6	7	8	n
Sup. útil en m <sup>2</sup>	36	46	56	66	76	86	96	16+10n

Taula 8. Superfície útil en m<sup>2</sup> per nombre de persones del programa funcional

Segons aquesta taula, haurem de buscar una residència que tingui com a mínim **96 m<sup>2</sup>** l'espai per a 8 persones. Ara mirarem els espais comuns necessaris per a la vivenda:

Espais agrupats per zones	Nombre de persones del programa funcional							
	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Espais d'ús en comú:</b>								
Estança	E	E	E	E	E	E	E	E
Menjador	C	C	C	C	C	C	C	C
Cuina	K	K	K	K	K	K	K	K
Sup. mínima de zona en m <sup>2</sup>	18	20	24	26	28	30	32	
<b>Espais d'ús privat:</b>								
Dormitori: doble conjugal	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>	D <sub>2c</sub>
Doble	D <sub>2</sub>	-	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *
Individual	D <sub>1</sub>	-	-	-	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *	D <sub>2</sub> *
(exclosos armaris per a roba encastats)	-	-	-	-	-	-	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> *
Bany	A	A	A	A	A	A	A	A
Lavabo addicional	A <sub>2</sub>	-	-	-	-	(A <sub>2</sub> )	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
Sup. mínima de zona en m <sup>2</sup>	15	21	25	31	[37]	43	47	
<b>Espais complementaris:</b>								
Vestíbul	V	V	V	V	V	V	V	V
Distribuïdor	D	(D)	D	D	D	D	D	D
Emmagatzemament general	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG
Armarí per a roba	R	R	R	R	R	R	R	R
Sup. mínima de zona en m <sup>2</sup>	[3]	[4,5]	6	7,5	9	10,5	12	
<b>Espais que encavalquen la seva funció o són exteriors:</b>								
Rentada i planxa	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
Estenedor	T	(T)	(T)	T	T	T	T	T
Terrasses	T <sub>s</sub>	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )	(T <sub>s</sub> )

( ) Opcional

[ ] Superfícies mínimes en el cas d'incloure-hi els espais opcionals

\* Pot substituir-se per dos D1

Taula 9. Espais i superfícies necessaris en funció del nombre d'habitants

Així doncs, d'aquesta taula extraurem les següents dades:

- El sumatori dels espais d'ús comú (la casa haurà de comptar amb estança, menjador i cuina) ha de ser de **32 m<sup>2</sup>** mínim.
- El sumatori dels espais d'ús privat (que seran dos dormitoris dobles conjugals i dos dormitoris dobles i banys) ha de ser de **47 m<sup>2</sup>** mínim.
- El sumatori dels espais complementaris (vestíbul, distribuïdor, emmagatzemament general i armari per a roba obligatoris) serà de **12 m<sup>2</sup>** mínim.
- Dels espais que enclaven la seva funció o son exteriors només és obligatori la rentadora i planxa i l'estenedor. Les terrasses són opcionals. No hi ha una superfície mínima per aquest cas.

També de la Normativa urbanística de la zona metropolitana, document OME-T2-C1-S1

- Condicions d'habitabilitat, extraïem els següents punts:

- L'amplària del vestíbul d'entrada serà de com a mínim **1,10 m**, i el passadís de connexió del vestíbul a l'estança menjador serà de com a mínim **1 m**. Els altres passadissos seran de com a mínim **0,90 m**.
- La superfície mínima d'un dormitori doble serà de **8 m<sup>2</sup>** i la d'un dormitori doble conjugal serà de **10 m<sup>2</sup>**.
- L'aïllament tèrmic mínim serà de  $1,1 \text{ kcal/m}^2 \times \text{h} \times ^\circ\text{C}$ , a més de tenir un aïllament sobre les humitats.
- L'aïllament acústic serà l'equivalent a una paret de 0,15 m de maó foradat, arrebossat per les dues cares.
- Sota el paviment hi haurà una base de formigó de 0,15 i un drenatge de grava de 0,15 m o es deixaria una cambra d'aire ventilada de 0,15 m d'altura.
- La il·luminació dels espais comuns i d'accés a l'habitatge serà de mínim 50 lux durant l'ús.

Haurem de complir els següents punts segons el Decret d'Habitabilitat:

- Alçada mínima de **2,50 m**, però en cambres higièniques, cuines i espais de circulació la mínima serà de **2,20 m**. En el cas de menjador, sala d'estar i habitacions s'admetrà alçada de **2,30 m** (per al pas tècnic d'instal·lacions) però que no afectin a més del **20%** de la superfície de la peça.
- El perímetre mínim de façana exigible als habitatges (L) es determina en funció de la seva superfície útil (S) i no podrà ser inferior a  $S/9$  mesurada en metres lineals.  **$L > S/9$**
- L'habitació mínima serà de **6 m<sup>2</sup>**. En una de les habitacions s'hi ha de poder inscriure un quadrat de **2,60 m**.
- La ventilació e il·luminació natural directa serà de mínim  $1/8$  de la superfície útil (S).  **$S_{\text{vent}} \geq S/8$**
- El nombre de cambres higièniques mínimes serà el següent: **2 vàters, 2 rentamans i 1 plat de dutxa/banyera** (ja que ens trobarem amb 4 habitacions)

Nre. d'habitacions	0, 1, 2 o 3	4 o més
Vàter	1	2
Rentamans	1	2
Plat de dutxa/banyera	1	1

Taula 10. Nombre de cambres higièniques segons el nombre d'habitacions

Haurà de comptar també amb sistemes de ventilació i climatització, a més de comptar amb sistemes d'aigua fred sanitària i aigua calenta sanitària (AFS i ACS). Per al sistema de climatització i d'aigua sanitària s'intentarà buscar la solució més eficient i si es possible no dependre de la connexió a xarxa. La instal·lació elèctrica s'usarà una plaques fotovoltaïques, a més a més d'estar connectat a xarxa.

Vistes les normatives, s'ha decidit comptar amb contenidors HC (amb una altura interior de 2,69 m). S'usaran 4 containers 40 ft HC Shipping Containers i 1 de 20 ft HC Shipping Container.

D'aquesta manera la superfície útil serà de 127 m<sup>2</sup> (28,33 m<sup>2</sup> de cada 40 ft HC i 14,06 m<sup>2</sup> del 20 ft HC).

### 12.1. Localització

Un cop sabem la superfície útil que usarem, hem de buscar un solar que s'adapti a les nostres característiques. Per això, buscarem un solar amb les característiques següents:

- Proper a algun port marítim, per a que els costos de transport siguin el menor possible.
- Amb una superfície habitable prou gran per a que hi càpiguen els containers.
- En un lloc fàcil d'accedir, on els camions que transportin els container no trobin grans dificultats.
- Es buscarà un solar on el preu no sigui molt elevat.
- Es buscarà un solar pla per tal de no haver de modificar el terreny.

Basat en les característiques següents, s'han buscat solars a través del portal Servihabitat, i s'ha filtrat per els següents paràmetres:

Superfície mínima de 150 m<sup>2</sup>, preu com a molt de 60.000€, distància al Port de Barcelona de 50 km com a màxim i que sigui un terreny urbà, és a dir, que es pugui edificar el nostre habitatge.

Amb aquests paràmetres, trobem el mapa següent:

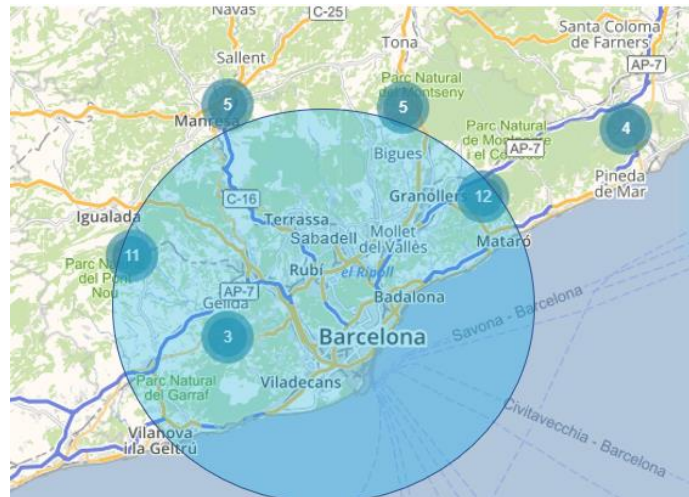


Figura 12. Mapa amb els solars que compleixen amb les especificacions.

Així doncs, trobem 26 solucions possibles. Repassant aquests solars, trobem quatre solars que s'adapten als paràmetres d'accessibilitat i solar pla i les compararem entre elles:

- Solar a Vacarisses:
  - Preu: 48.500 €
  - Distància al port: 50 km
  - Superfície: 420 m<sup>2</sup>



Figura 13. Fotografia aèria del solar de Vacarisses.

- Solar a Bigues:
  - Preu: 49.300 €
  - Distància al port: 46,7 km
  - Superfície: 420 m<sup>2</sup>

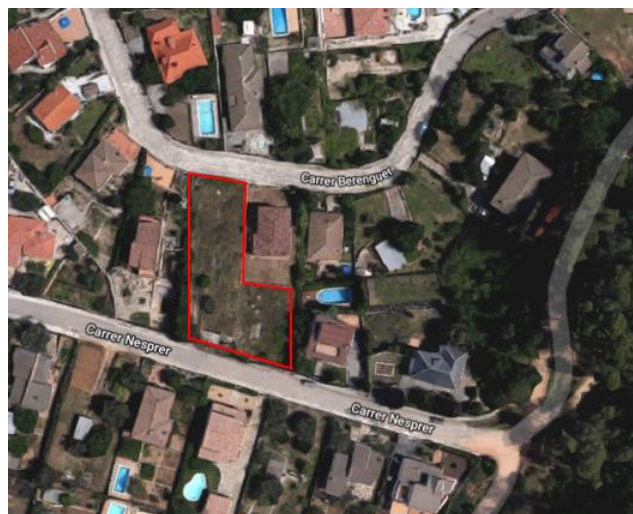


Figura 14. Fotografia aèria del solar de Bigues.

- Solar a Corbera de Llobregat:
  - Preu: 44.500 €
  - Distància al port: 32,5 km
  - Superfície: 511 m<sup>2</sup>



Figura 15. Fotografia aèria del solar de Corbera de Llobregat.

- Solar a Vilanova del Vallés:
  - Preu: 48.510€
  - Distància al port: 34,8 km
  - Superfície: 800 m<sup>2</sup>

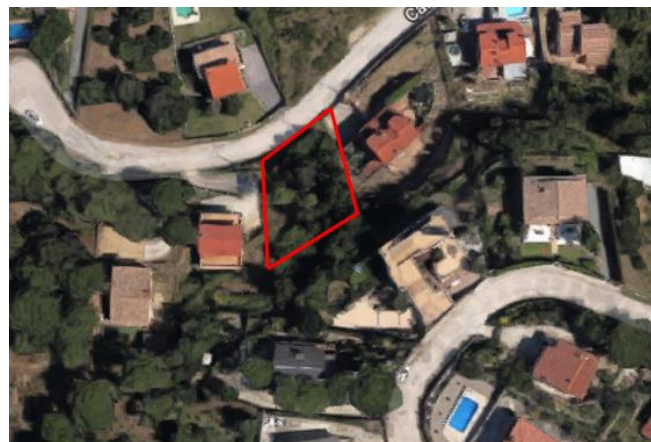


Figura 16. Fotografia aèria del solar de Vilanova del Vallés.

Pel que fa al preu, tots 4 tenen un valor més o menys proper, i tots superen amb garanties els 150 m<sup>2</sup>. Només els solars a Corbera i Vilanova estan per sota dels 35 km de llunyania del port. Es farà una comparació qualitativa i una de quantitativa i segons aquestes dues comparacions es decidirà la localització:

Comparació quantitativa:

Es valoraran dues variables que com més altes pitjor (distància i preu), i una que com més alta millor (superfície). Per això, es proposa la següent taula de ponderacions, ja que preu i distància són molt importants però la superfície no tant:

	Ponderació
Preu	-1
Distància	-1
Superfície	0,5

Taula 11. Ponderació de les característiques dels solars

Amb aquestes ponderacions obtenim els valors següents:

	Vacarisses	Bigues	Corbera	Vilanova
Preu	-48500	-49300	-44500	-48510
Distància	-50	-46,7	-32,5	-34,8
Superfície	1210	210	255,5	400
<b>Total</b>	<b>-47340</b>	<b>-49136,7</b>	<b>-44277</b>	<b>-48144,8</b>

Taula 12. Avaluació de les diferents alternatives de solars

Com veiem, el valor més alt (en aquest cas, més proper a 0) és el de Corbera, per això aquest solar serà el triat.

## 12.2. Selecció de containers i transport

Un cop vists els documents de la normativa, es procedeix a seleccionar la quantitat de containers a usar. Un cop els sapiguem procedirem a buscar els contenidors de segona ma, intentant buscar-los amb la màxima relació preu-qualitat.

Així doncs, com a mínim necessitem 96 m<sup>2</sup>, i sabent que els containers a usar són els següents amb les respectives àrees:

- Container 20' HC: àrea de 14,063 m<sup>2</sup> (6,01 m x 2,34 m).
- Container 40' HC: àrea de 28,337 m<sup>2</sup> (12,11 m x 2,34 m).

Si agaféssim 3 Containers de 40' i un de 20' tindríem en total 99,074 m<sup>2</sup>, amb el qual comptaríem amb una superfície superior als 96 m<sup>2</sup> necessaris. Així doncs procedirem a la cerca d'aquests containers:

Els contenidors de primera ma tenen un preu d'entre 4.000€ (el de 40 polsades) i 2.500€ (el de 20). Així doncs, s'ha trobat uns containers de 40' per un preu mitjà de 2.650€ i un de 20' per un preu de 1.695€. Aquests contenidors provenen del proveïdor Zarca S.L.





Un cop veiem els preus dels contenidors hem de veure el cost del transport i de la ubicació dels contenidors. S'ha buscat dues pàgines webs de empreses de logística: Logística Gens i Ibercondor per a poder comparar. El preu de les dues empreses es:

- Logística Gens: 200€ per al 20 ft inclòs la ubicació al terreny i 350 € per al 40 ft. En total serien uns 1250 €.
- Ibercondor: 100€ no inclòs la ubicació al terreny per al de 20 polsades i 300€ per al de 40. La ubicació seria d'uns 100€ a part per a cada contenidor. 1.400 € en total.

Per això, s'ha decidit fer ús del servei de l'empresa Logística Gens, i el pressupost per al transport seria de 1250 €.

### 12.3. Planta de la construcció

Un cop seleccionats els contenidors i sabent el cost del transport, procedirem a desenvolupar la planta fent servir aquests contenidors. S'ha decidit unir de la millor manera per a que sigui una solució compacta. D'aquesta manera, s'ha dissenyat la planta de la següent manera:

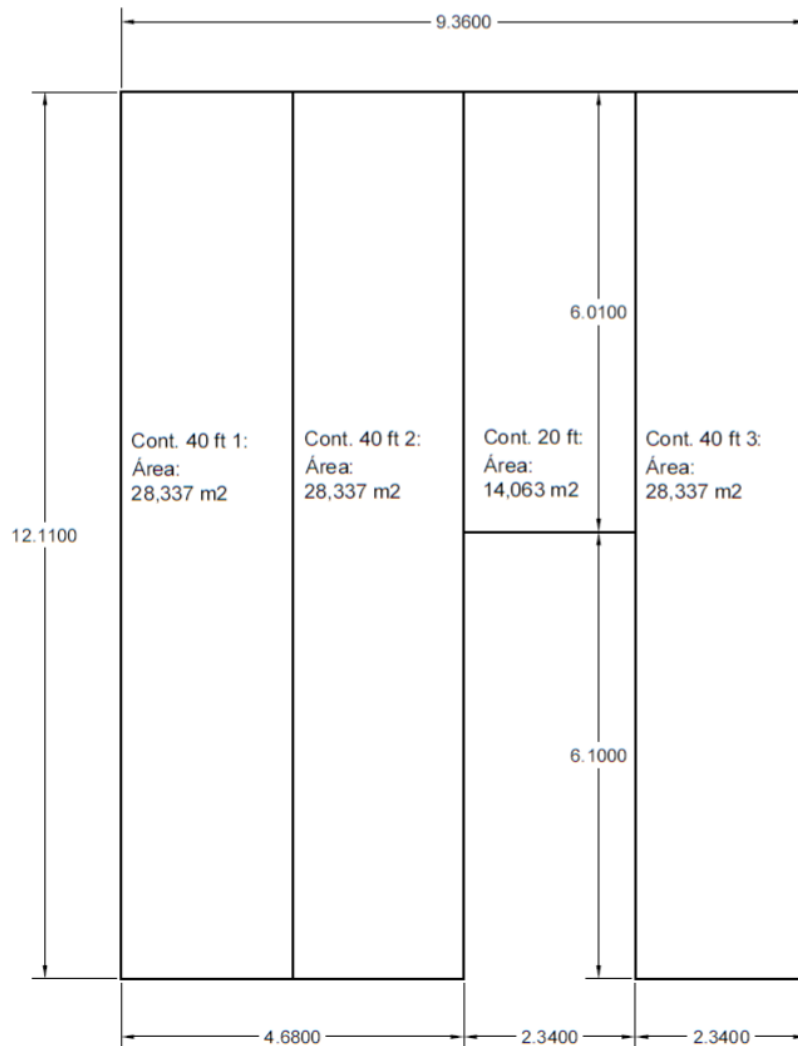


Figura 17. Esquema bàsic de la ubicació dels contenidors amb les dimensions interiors.

En aquesta planta, es dissenyen les següents cambres, tenint en compte la normativa:

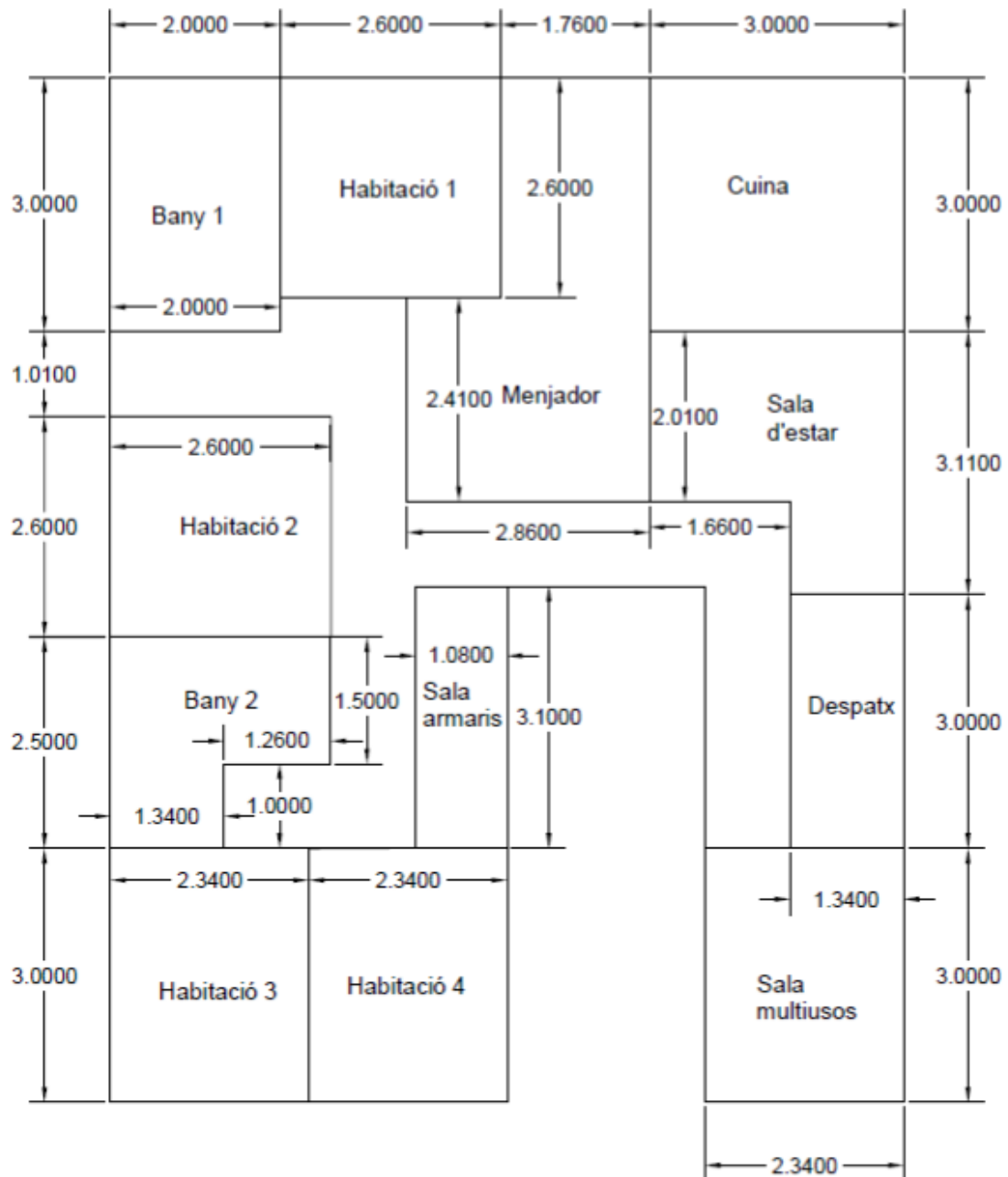


Figura 18. Esquema bàsic de les cambres en planta de la nostra vivenda en les dimensions interiors

Seguidament veiem les àrees de cada estança:

Estança	Superfície (m <sup>2</sup> )
Bany 1	6
Bany 2	3,23
Habitació 1	6,76
Habitació 2	6,76
Habitació 3	7,02

Habitació 4	7,02
Sala armaris / Rebost	3,348
Menjador	11,4686
Cuina	9
Sala d'estar	7,504
Despatx / Sala lectura	4,02
Sala multiusos	7,02

Taula 13. Taula de cambres amb la seva superfície

## 12.4. Instal·lació de ventilació i climatització

### 12.4.1. Ventilació

Un cop sabem la distribució de totes les sales, procedim a calcular la ventilació necessària. El primer que veiem és quin tipus de ventilació necessitem en funció de la qualitat de l'aire interior:

IDA 1	<b>Aire de òptima qualitat:</b> hospitals, clíniques, laboratoris y guarderías.
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar.

Taula 14. Definició dels nivells d'aire segons la tipologia de construcció.

En el nostre cas, com estem dissenyant la ventilació per a un ús residencial, com a mínim haurem d'aplicar l'IDA 2 (establert en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, RITE), però també hem de complir amb el CTE HS 3 – Calidad del aire interior.

Segons el Código Técnico de la Edificación, tenim la següent taula de caudals mínims per ventilació

**Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables**

Tipo de vivienda	Caudal mínimo $q_v$ en l/s				
	Locales secos <sup>(1) (2)</sup>			Locales húmedos <sup>(2)</sup>	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores <sup>(3)</sup>	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.)

Taula 15. Caudals mínim per a la ventilació constant en locals habitables.

A més, també es poden extreure els diferents punts:

- L'aire ha de circular des dels locals secs (dormitoris, sala d'estar, menjador, ...) als locals humits (banys, cuina). Per això l'admissió d'aire es farà des dels locals secs i la extracció es farà per als locals humits.
- com obertures d'admissió, es disposaran obertures dotades d'airejadors o obertures fixes de la fusteria, com són els dispositius de microventilació amb una permeabilitat a l'aire segons UNE EN 12207: 2000 en la posició d'obertura de classe 1; no obstant això, quan les fusteries exteriors siguin de classe 1 de permeabilitat a l'aire segons UNE EN 12207: 2000 poden considerar-se com obertures d'admissió les juntes d'obertura;
- Els airejadors hauran d'estar disposats a una altura major que 1,80 m.
- Les obertures d'extracció s'han de connectar a conductes d'extracció i s'han de disposar a una distància del sostre menor que 200 mm.

Per a aconseguir aquesta ventilació, segons el Código Técnico de la Edificación, hi ha dos maneres de ventilar:

- Mecànica: és aquella ventilació que actua sempre per molt que hi pugui haver elements (gradients de temperatura i/o de pressió) que facin que aquesta la ventilació sigui superior a la necessària.
- Híbrida: és aquella que aprofita els elements extra (gradients de temperatura i/o pressió) per tal de que a ventilació sigui sempre constant e igual a la necessària.

Per al nostre cas, usarem una ventilació mecànica. Segons el codi tècnic, s'ha de dividir les estances segons local sec o humit. Es considera humit els lavabos i la cuina i sec tots els altres. Així doncs, veiem que en els locals humits s'ha d'extreure aire i en els secs es farà la impulsió, tal com diu el codi tècnic, i ho podem veure en el següent esquema:

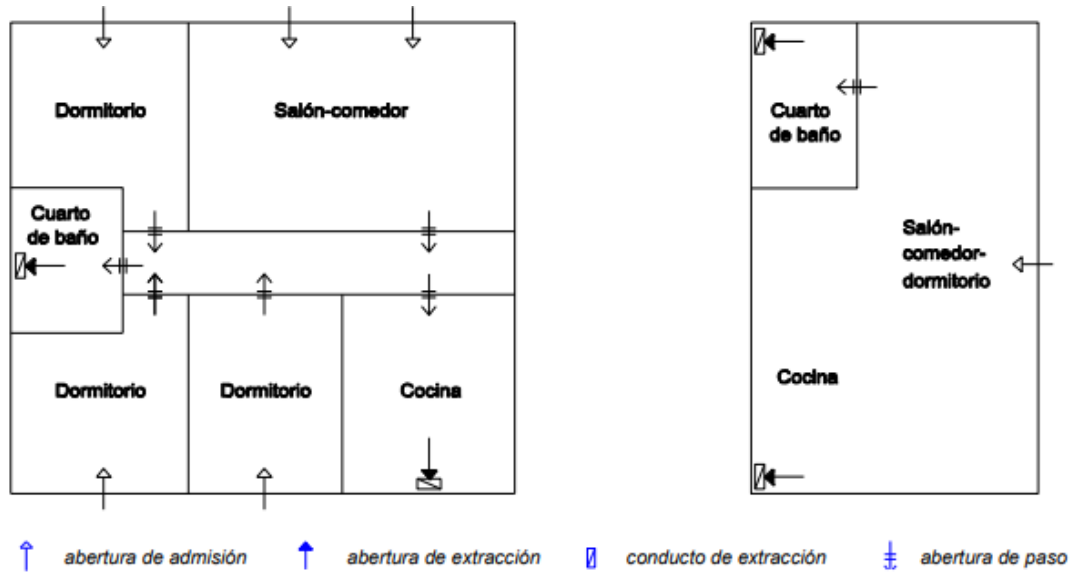


Figura 3.1 Ejemplos de ventilación en el interior de las viviendas

Figura 19. Esquema exemple de la impulsió i extracció per locals secs i humits respectivament

Segons els nostres diferents compartiments en l'habitatge, hem calculat els següents cabals de ventilació:

	Caudal a ventilar	Tipus local
Habitació 1	25 l/s	Sec
Habitació 2	25 l/s	Sec
Habitació 3	25 l/s	Sec
Habitació 4	25 l/s	Sec
Lavabo 1	15 l/s	Humit
Lavabo 2	15 l/s	Humit
Cuina	60 l/s	Humit
Menjador	10 l/s	Sec
Sala d'estar	10 l/s	Sec
Sala multiusos / religiosa	10 l/s	Sec
Sala d'estudi / Despatx	10 l/s	Sec
Extracció adicional cuina	50 l/s	Humit*

Taula 16. Caudal a ventilar i tipus de local segons cambra

\*L'extracció addicional de la cuina no compta per al total de cabal entrant i sortint ja que només s'usarà en el moment de cuinar; a més l'extracció addicional es produeix per un conducte independent dels demés.

Podem veure que la extracció és de 90 L/s i la impulsió de 140 L/s, amb lo qual s'hauria d'augmentar la extracció per a equilibrar el cabal entrant i sortint. D'aquesta manera, per a igualar s'augmenta fins a 30 L/s la extracció en lavabos i fins a 80 L/s a la cuina, d'aquesta manera el cabal entrant és igual que el sortint, 140 L/s.

Així doncs, tindrem extracció en el Bany 1, Bany 2 i Cuina, i impulsió en els altres compartiments. Tot això però estarà connectat per obertures de pas. Tot seguit veiem una figura de com la impulsió per als locals secs i la extracció per als locals humits



Figura 20. Exemplificació de conductes d'extracció e impulsió

Tot seguit veiem un esquema dels conductes en planta, tant de extracció com d'impulsió:

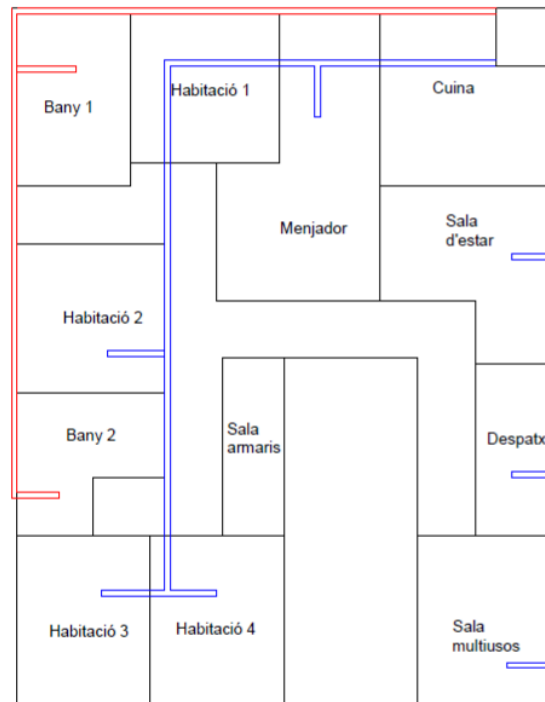


Figura 21. Esquema bàsic dels conductes d'extracció e impulsió

Tot seguit, calcularem les dimensions d'aquests conductes de ventilació, tot sabent que la velocitat d'impulsió/extracció dins els conductes serà de com a molt 6 m/s. Farem servir doncs, la fórmula següent:

$$Secció = \frac{Cabal}{Velocitat}$$

Amb aquesta fórmula, doncs, calcularem cada tram. Per això definim cada tram segons:



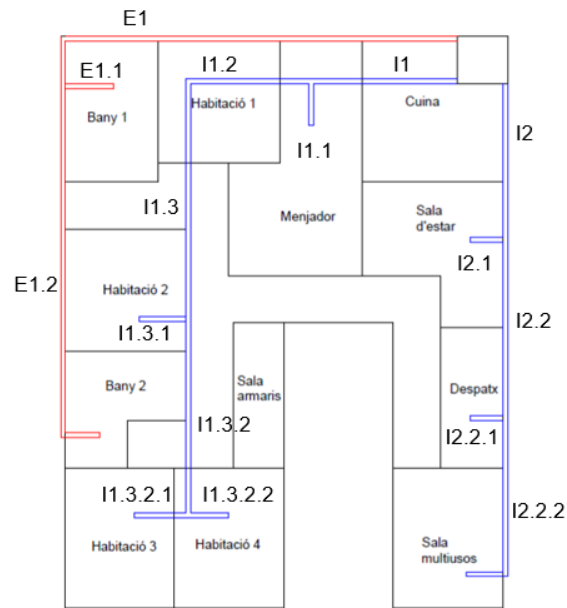


Figura 22. Numeració dels conductes de ventilació

Ara ja podem veure el cabal que passa per cada conducte, la velocitat màxima i per tant la mínima secció, després es calcula el diàmetre calculat i després es tria un diàmetre major en números enters, de manera que la velocitat serà una mica menor als 6 m/s:

Conducte	Cabal implicat	Cabal total (cm <sup>3</sup> /s)	Velocitat (cm/s)	Secció (cm <sup>2</sup> )	Diàmetre (cm)	Diàmetre (mm)
E1	B1+B2+C	140000	600	233,33	17,24	173
E1.1	B1	30000	600	50,00	7,98	80
E1.2	B2	30000	600	50,00	7,98	80
I1	M+H1+H2+H3+H4	110000	600	183,33	15,28	153
I1.1	M	10000	600	16,67	4,61	47
I1.2	H1+H2+H3+H4	100000	600	166,67	14,57	146
I1.3	H2+H3+H4	75000	600	125,00	12,62	127
I1.3.1	H2	25000	600	41,67	7,28	73
I1.3.2	H3+H4	50000	600	83,33	10,30	104
I1.3.2.1	H3	25000	600	41,67	7,28	73
I1.3.2.2	H4	25000	600	41,67	7,28	73
I2	SE+D+SM	30000	600	50,00	7,98	80
I2.1	SE	10000	600	16,67	4,61	47
I2.2	D+SM	20000	600	33,33	6,51	66
I2.2.1	D	10000	600	16,67	4,61	47
I2.2.2	SM	10000	600	16,67	4,61	47

Taula 17. Càlcul del diàmetre per cada conducte de ventilació.

Ara calcularem els difusor que hi haurà en cada sala, per això necessitem els cabals en m<sup>3</sup>/h de cada sala:

	Caudal (l/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Cabal (m <sup>3</sup> /s)
Habitació 1	25	90	0,025
Habitació 2	25	90	0,025
Habitació 3	25	90	0,025
Habitació 4	25	90	0,025
Lavabo 1	30	108	0,03
Lavabo 2	30	108	0,03
Cuina	80	288	0,08
Menjador	10	36	0,01
Sala d'estar	10	36	0,01
Sala multi usos	10	36	0,01
Sala d'estudi / Despatx	10	36	0,01

Taula 18. Cabal en m<sup>3</sup>/s per a cada cambra

Per als cabals de les habitacions es disposarà de reixetes d'impulsió compactes de la sèrie KG-Q de la marca Schako de 100m<sup>3</sup>/h, les característiques són:

Reixeta	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Dimensiones reixeta (mm x mm)	ΔP (Pa)
KG-Q 100	100	415 x 65	6

Taula 19. Reixeta d'impulsió per a les habitacions

Per al cabal de la cuina, es disposarà de reixetes compactes d'extracció de la sèrie KG-Q de la marca Schako de 300 m<sup>3</sup>/h, les característiques són:

Reixeta	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Dimensiones reixeta (mm x mm)	ΔP (Pa)
KG-Q 300	300	415 x 165	5

Taula 20. Reixeta d'extracció per a la cuina

Per als lavabos, es disposarà de reixetes compactes de la sèrie R / 400L d'extracció de la marca Airnamic de 145 m<sup>3</sup>/h, les característiques són:

Reixeta	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Dimensiones reixeta (diàmetre en mm)	ΔP (Pa)
R / 400L	145	400	6

Taula 21. Reixeta d'extracció per als banys.

Per al menjador, sala d'estar, despatx i sala multi-usos, es disposarà de reixetes d'impulsió de la marca KoolAir, amb característiques:

Reixeta	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Dimensiones reixeta (mm x mm)	ΔP (Pa)
---------	------------------------------	----------------------------------	------------

Sèrie 20.2	50	400 x 100	3,5
------------	----	-----------	-----

Taula 22. Reixeta d'impulsió per a les altres sales.

Un cop calculats dimensions dels conductes i els difusors amb la seva pèrdua de càrrega, podem calcular tot seguit els ventiladors de impulsió i extracció. Primer es calcula la pèrdua de unitària segons el cabal amb el gràfic següent, i després es calcula la pèrdua total (multiplicant la pèrdua unitària per la longitud equivalent, que és la longitud total més les irregularitats (colzes) del conducte).

GRÁFICO 7. PÉRDIDA POR ROZAMIENTO EN CONDUCTO REDONDO

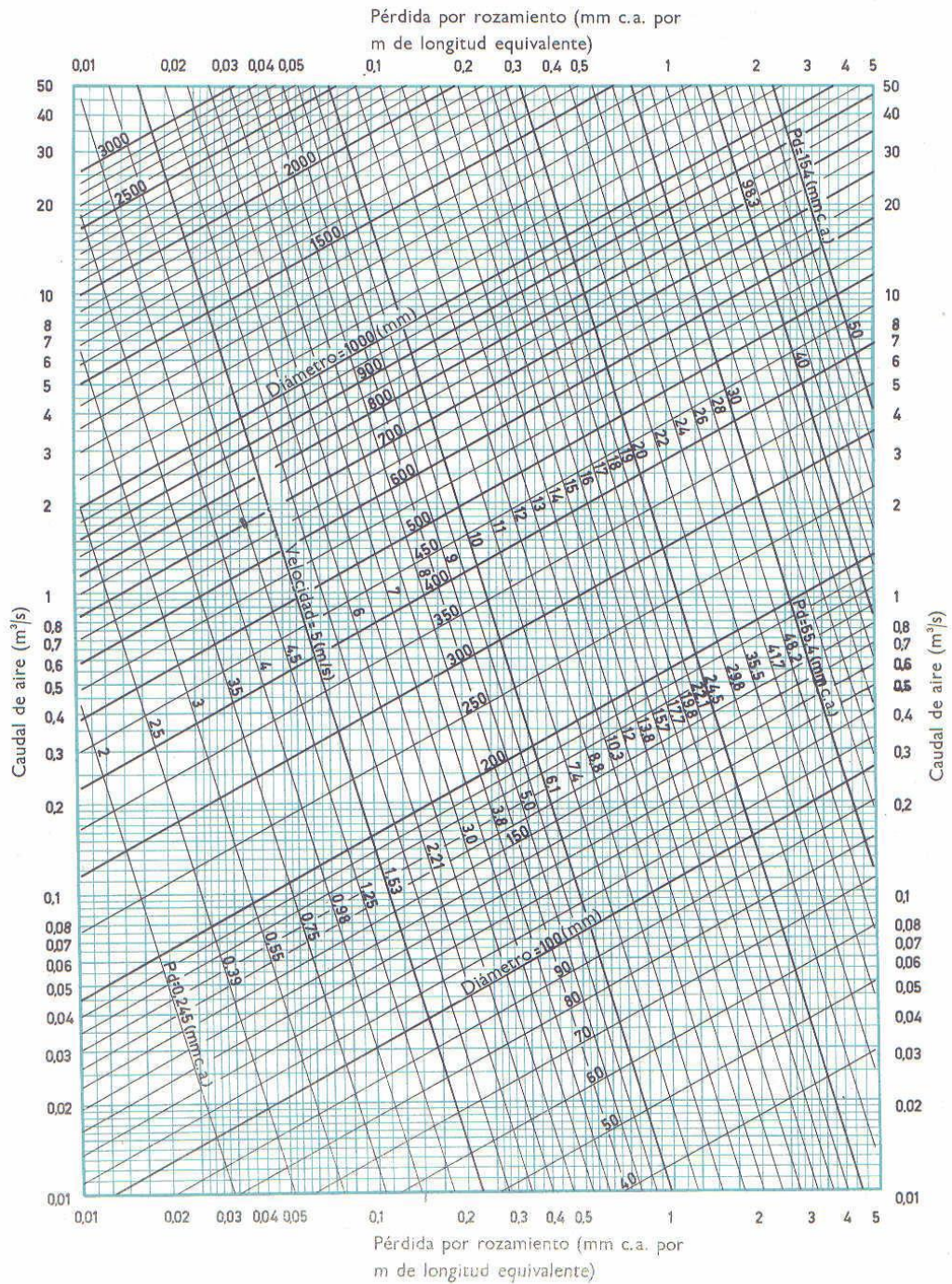


Figura 23. Pèrdua per fregament segons el caudal i la velocitat.

Ventilador d'extracció:

Conducte	Tram	Cabal (L/s)	Longitud (m)	Longitud eq. (m)	$\Delta P_c$ (mm.c.a./m)	$\Delta P_t$ (mm.c.a.)
E1	Corba	140	8,5	1,26	0,10	2,93

E1.1	Recte	30	1	0	0,12	0,11
E1.2	Corba	30	8,2	1,26	0,12	1,04
<i>Pèrdua total</i>						4,08

Taula 23. Taula de les pèrdues de pressió per als conductes d'extracció.

#### Ventilador d'impulsió 1:

Conducte	Tram	Cabal (L/s)	Longitud (m)	Longitud eq. (m)	$\Delta P_c$ (mm.c.a./m)	$\Delta P_t$ (mm.c.a.)
I1	Recta	110	3,1	0	0,11	0,34
I1.1	Recta	10	0,9	0	0,20	0,18
I1.2	Corba	100	2,5	1,26	0,11	0,41
I1.3	Recta	75	5,1	0	0,12	0,61
I1.3.1	Recta	25	1	0	0,15	0,15
I1.3.2	Recta	50	4,1	0	0,12	0,49
I1.3.2.1	Recta	25	1,1	0	0,15	0,17
I1.3.2.2	Recta	25	0,8	0	0,15	0,12
I2	Recta	30	3,3	0	0,12	0,40
I2.1	Recta	10	0,7	0	0,20	0,14
I2.2	Recta	20	3,7	0	0,16	0,59
I2.2.1	Recta	10	0,7	0	0,20	0,14
I2.2.2	Corba	10	3,9	1,26	0,20	1,03
<i>Pèrdua total</i>						4,77

Taula 24. Taula de les pèrdues de pressió per als conductes d'impulsió

Apart d'aquesta caiguda de pressió, els ventiladors han de superar també a la pèrdua en elements singulars (filtres, silenciadors, en els difusors i a la reixeta) a la sortida/entrada d'aire. Les pèrdues que tenim són les següents:

Element	nº de elements	$\Delta P_t$ (mm.c.a.)
Difusor	1	0,81
Filtre	1	5
Silenciador	0	0
<i>Total impulsió</i>		5,81
Reixeta	1	0,51
<i>Total expulsió</i>		0,51

Taula 25. Pèrdua de pressió en elements singulars d'extracció e impulsió.

Finalment, tenim la taula següent amb el ventilador escollit (extret de la pàgina web de l'empresa Soler y Palau):

Tipus	Cabal (L/s)	$\Delta P$ conducte (mm.c.a.)	$\Delta P$ singulars (mm.c.a.)	$\Delta P$ total (mm.c.a.)	Ventilador escollit
Impulsió	140	4,77	5,81	10,58	CADT-N D 80 F7
Extracció	140	4,08	0,51	4,59	

Taula 26. Taula de la tria de ventilador.

Aquest ventilador compta amb un recuperador de calor de manera que s'aprofita l'extracció de l'aire per escalfar / refredar l'entrada de nou aire.

### 12.4.2. Instal·lació de climatització

Per a calcular la instal·lació de climatització, el que es vol es que sigui una instal·lació el més eficient possible. Per això primer de tot s'estudia el temps a la població de Corbera:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura mitjana (°C)	8.4	9.5	11.2	13.4	16.6	20.5	23.3	23.3	21	16.5	12.1	9.3
Temperatura min. (°C)	5.2	6.1	7.6	9.4	12.6	16.6	19.4	19.6	17.5	13.2	9	6.4
Temperatura máx. (°C)	11.7	12.9	14.8	17.4	20.7	24.5	27.3	27.1	24.5	19.8	15.3	12.2

Taula 27. Taula de temperatures mitjanes a Corbera de Llobregat.

Com veiem, la temperatura mitjana mai supera els 25°C, la màxima temperatura operativa a l'estiu (segons RITE), en comptes ens trobem per sota de la temperatura operativa de l'hivern tots els mesos de l'hivern (gener, febrer i març). Per això la càrrega de calefacció serà molt més important que la de refrigeració.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Taula 28. Condicions interiors de disseny segons el RITE.

Procedim a calcular les càrregues de calefacció i de refrigeració:

#### 1. Calefacció:

Només ens trobem en aquest cas amb les càrregues a les que hem de fer front sense tindre en compte les possibles ajudes (calor procedent de la il·luminació, dels rajos del sol, de les pròpies persones que viuen, d'altres aparells elèctrics, ...):

### 1.1. Transmissió de calor a través dels tancaments:

La fórmula per a calcular les càrregues de calefacció segons la transmissió és la següent:

$$W_t = S * k * \Delta T$$

On: S és la superfície de paret i coberta, k el coeficient de transmissió global de les parets i cobertes, i  $\Delta T$  la variació de temperatura entre l'interior de l'habitatge i l'exterior.

La Superfície per la qual hi ha aquest intercanvi és tota la coberta i les parets exteriors, en total són el 99 m<sup>2</sup> de coberta, més el perímetre de l'edifici per l'altura. El perímetre total és de 49,97 m i multiplicant per l'altura de 2,90 m, tenim una superfície de 144,91 m<sup>2</sup>. La superfície total és doncs de 243,91 m<sup>2</sup>

Per calcular la transmissió, hem de calcular l'aïllament que tenim. Si només tinguéssim la paret del propi contenidor, tindríem una transmissió molt gran, i per tant, una gran pèrdua d'energia. El que es vol és que aquesta transmissió sigui el menor possible, aportant aïllants a interior i/o exterior.

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL (Chapas de acero interior y exterior de 0.50mm/0.40mm de espesor nominal)								
Espesor del panel (mm):		30	40	50	60	80	100	120
Peso del panel (kg/m2):		9.30	9.70	10.10	10.50	11.30	12.10	12.80
Transmitancia térmica (U)	Kcal/m <sup>2</sup> h°C	0.56	0.43	0.35	0.29	0.22	0.18	0.15
	Watt/m <sup>2</sup> °C	0.65	0.50	0.41	0.34	0.26	0.21	0.17

Taula 29. Transmissió tèrmica segons el tipus d'aïllament.

Segons la imatge que veiem, el nostre cas tenim un espessor de 80 mm de aïllament, i per tant, la nostre transmissió és de 0,26 W/(m<sup>2</sup>.°K)

La diferència de temperatura la calculem com la temperatura que es vol interior menys la exterior. És a dir, calculem la màxima diferència d'aquests dos valors. La interior volem que sigui d'entre 21 a 23 °C i l'exterior agafarem la pitjor, és a dir, segons la taula 5,2°C. Per tant, la màxima diferència és de 23-5,2 = 17,8°C

Un cop sabem tots els valors, podem calcular la càrrega de transmissió com:

$$W_t = S * k * \Delta T = 243,91 * 0,26 * 17,8 = 1128,81 \text{ W}$$

## 1.2. Ventilació:

La fórmula per a calcular la càrrega de calefacció degut a la ventilació és:

$$W_v = m * C_e * \Delta T * (1 - \varepsilon)$$

On: m és el cabal màssic de l'aire, Ce és el calor específic de l'aire (1025 J/(kg·K)),  $\Delta T$  la variació de temperatura entre l'interior de l'habitatge i l'exterior i  $\varepsilon$  és l'eficiència del recuperador de calor.

La eficiència segons la fitxa tècnica del proveïdor del recuperador de calor ens diu que és d'un 80%. La diferència de temperatura és la mateixa, és a dir 17,78°C.

El cabal màssic d'aire és el cabal (en el nostre cas de 0,140 m<sup>3</sup>/s) multiplicat per la densitat de l'aire. En condicions normals, l'aire té una densitat de 1,205 kg/m<sup>3</sup>.

Per tant, la càrrega de ventilació serà de:

$$W_v = m * C_e * \Delta T * (1 - \varepsilon) = 0,140 * 1,205 * 1025 * 17,78 * (1 - 0,80) = 614,89 \text{ W}$$

Per tant la càrrega de calefacció és de 1128,81 + 614,89 = **1743,70 W**

## 2. Refrigeració:

Els càlculs que es tenen en compte per al càlcul de càrregues de refrigeració són transmissió de calor a través dels tancaments, de ventilació, càrregues internes (persones, enllumenat) i càrregues per radiació solar a través de superfícies vidriades. Els conceptes de transmissió i radiació són variables en funció del mes i per tant s'haurà de calcular la càrrega total en el punt màxim de cada un dels dos conceptes i escollir la càrrega major.

### 2.1. Transmissió de calor a través dels tancaments:

La fórmula per a calcular les càrregues de calefacció segons la transmissió és la següent:



$$W_t = S * k * \Delta T_e ; \Delta T_e = a + b * \frac{R_s}{R_m} * (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

On: S és la superfície de paret i coberta, k el coeficient de transmissió global de les parets i cobertes, i  $\Delta T_e$  la variació de temperatura entre l'interior de l'habitatge i l'exterior a l'estiu.

Els valors de S i K són els mateixos que per a la càrrega de calefacció, 243,91 m<sup>2</sup> i 0,26 W/(m<sup>2</sup>·°K) respectivament.

Procedirem doncs a calcular  $\Delta T_e$ :

Necessitem els valors dels paràmetres a, b,  $\Delta T_{es}$ ,  $\Delta T_{em}$ ,  $R_s$  i  $R_m$ .

Valor del paràmetre a:

TABLA 20 A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

Taula 30. Correccions de les diferències equivalents de temperatura (factor a).

La temperatura més alta als mesos d'estiu (temperatura màxima) segons la taula de temperatures de Corbera de Llobregat, és: Juny 24,5°C, Juliol 27,3°C, Agost 27,1°C i Setembre 24,5°C. Per això les diferències entre la temperatura exterior i la interior (en el cas més extrem serà de 23°C), Juny 1,5°C, Juliol 4,3°C, Agost 4,1°C i Setembre 1,5°C. La variació de temperatura en 24h és de la temperatura màxima menys la mínima a cada mes, és a dir, Juny i Juliol 7,9°C, Agost 7,5 °C i Setembre 7°C.

Així doncs el paràmetre a per mesos d'estiu és el següent:

Paràmetre	Juny	Juliol	Agost	Setembre
a	-4,7	-2,7	-2,7	-4,2

Taula 31. Valor del paràmetre a segons el mes.

Valor paràmetre b: coeficient que considera el color de la cara exterior de la paret.  
Els valors que pren són: 1 per a colors foscos, 0,78 per a colors mitjos i 0,55 colors  
clars. Com que l'exterior estarà pintat en color clar, el factor b valdrà 0,55.

Per a les variacions de temperatura farem servir la taula següent:

TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)  
Muros soleados o en sombra \*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación  
de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte \*\*

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																												
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5					
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1					
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5					
	700	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8	2,8					
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7					
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0					
	700	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3					
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1					
	700	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	4,4	3,9					
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5					
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5					
	700	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8					
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5					
	300	1,1	0,5	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7						
	700	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9					
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5					
	300	1,1	0,5	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1						
	700	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4					
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	-1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5					
	700	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8					
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1						
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5					
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5					
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		HORA SOLAR																												

Taula 32. Diferencia equivalent de temperatura

El valor de  $\Delta T_{es}$  és la diferència de temperatura equivalent a la hora considerada per a la paret a la ombra (orientació N) i el valor  $\Delta T_{em}$  és la diferència entre temperatura equivalent a la hora considerada amb la paret a assolada.

Necessitem saber també la orientació de cada paret, i per tant, de tota la casa. S'ha decidit que la orientació seria la següent:

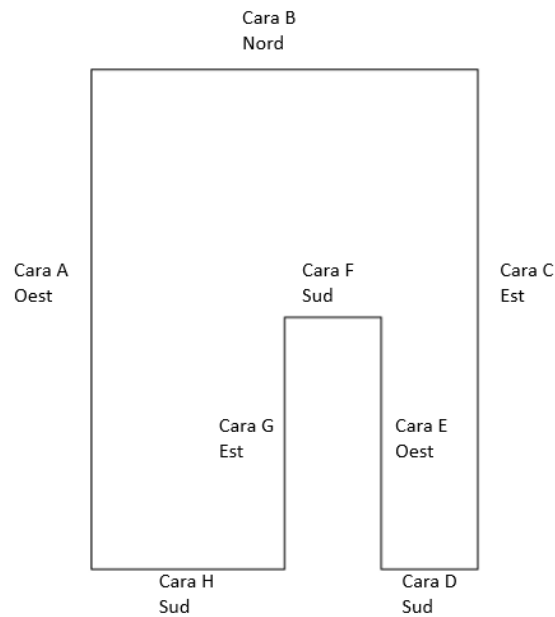


Figura 24. Esquema de les diferents cares i la seva orientació.

Per al càlcul de  $R_s$  i  $R_m$ , les insolacions, farem servir la taula següent:

TABLA 6. MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO \*

kcal/ (hora) (m<sup>2</sup>)

LATITUD NORTE	MES	ORIENTACIÓN (LATITUD NORTE)									MES	LATITUD SUR
		N <sup>o</sup>	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.		
40°	Junio	46	360	439	301	146	301	439	360	642	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	40°
	Julio y Mayo	40	344	444	339	187	339	444	344	631		
	Agosto y Abril	29	276	439	395	276	395	439	276	580		
	Sept. y Marzo	24	157	404	439	379	439	404	157	496		
	Oct. y Febrero	19	94	330	442	439	442	330	94	349		
	Nov. y Enero	13	32	271	423	450	423	271	32	279		
	Diciembre	13	27	233	401	447	401	233	27	230		
50°	Junio	43	341	444	366	252	366	444	341	596	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	50°
	Julio y Mayo	38	317	442	387	287	387	442	317	572		
	Agosto y Abril	29	254	428	425	374	425	428	254	501		
	Sept. y Marzo	21	157	374	442	428	442	374	157	401		
	Oct. y Febrero	13	78	284	425	452	425	284	78	254		
	Nov. y Enero	10	24	173	344	414	344	173	24	143		
	Diciembre	8	19	127	314	382	314	127	19	108		
		S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	Horiz.		
		ORIENTACIÓN (LATITUD SUR)										

Taula 33. Màximes aportacions solars a través de vidre senzill.

El valor de  $R_s$  és la màxima insolació, corresponent al mes i latitud considerada, a través d'una superfície vidriada vertical (per parets) per a la orientació considerada, o horitzontal (per sostres). És a dir, els màxims valors són:

El valor de  $R_m$  és la màxima insolació, el mes de Juliol, a  $40^\circ$  de latitud Nord, a través d'una superfície vidriada vertical (per parets) per a la orientació considerada, o horitzontal (per sostres).

Així doncs els valors de  $R_s$  depenen de la orientació i el valor de  $R_m$  de l'època de l'any:

Orientació	N	E	S	O	H
$R_m$	40	444	187	444	631

Taula 34. Valors del paràmetre  $R_m$ .

Paràmetre	Juny	Juliol	Agost	Setembre
$R_s$	642	631	580	496

Taula 35. Valors del paràmetre  $R_s$ .

Finalment, tenim la següent taula dels valors trobats:

	N	E	S	O	H	Total
Juny	47,81945	20,53618	28,13013	3,151602	8,662756	108,3001
Juliol	60,54666	46,40904	41,19469	29,32233	57,95923	235,432
Agost	54,11292	39,67658	36,32506	23,97088	47,65332	201,7388
Setembre	32,93002	8,094096	17,71833	-5,33698	-7,96059	45,44486

Taula 36. Valors de les càrregues de transmissió segons paret i època de l'any.

## 2.2. Ventilació:

En aquest cas, comptarem amb la calor sensible com amb la calor latent, ja que també afecta a la comoditat. Per això en aquest cas ens trobarem amb les dos fórmules següents:

$$W_{vs} = m * C_e * \Delta T * (1 - \varepsilon)$$

$$W_{vl} = m * C_v * \Delta g * (1 - \varepsilon)$$

On,  $C_v$  és el Calor latent de vaporització de l'aigua (0,54 kcal/g) i  $\Delta g$  és la diferència entre humitat específica de l'aire exterior i interior (g/kg).

La variació de temperatura també depèn del moment de l'any, i com hem vist abans és segons el mes: Juny  $1,5^\circ\text{C}$ , Juliol  $4,3^\circ\text{C}$ , Agost  $4,1^\circ\text{C}$  i Setembre  $1,5^\circ\text{C}$ .

El cabal màssic, l'eficiència del recuperador i la calor específica de l'aire la coneixem. Ara falta calcular la càrrega latent. Per això hem de calcular la variació entre les humitats. A l'interior el rang de humitat va des del 45% al 60%. Per a cel·lular la humitat en g/kg hem de fer servir la taula següent:

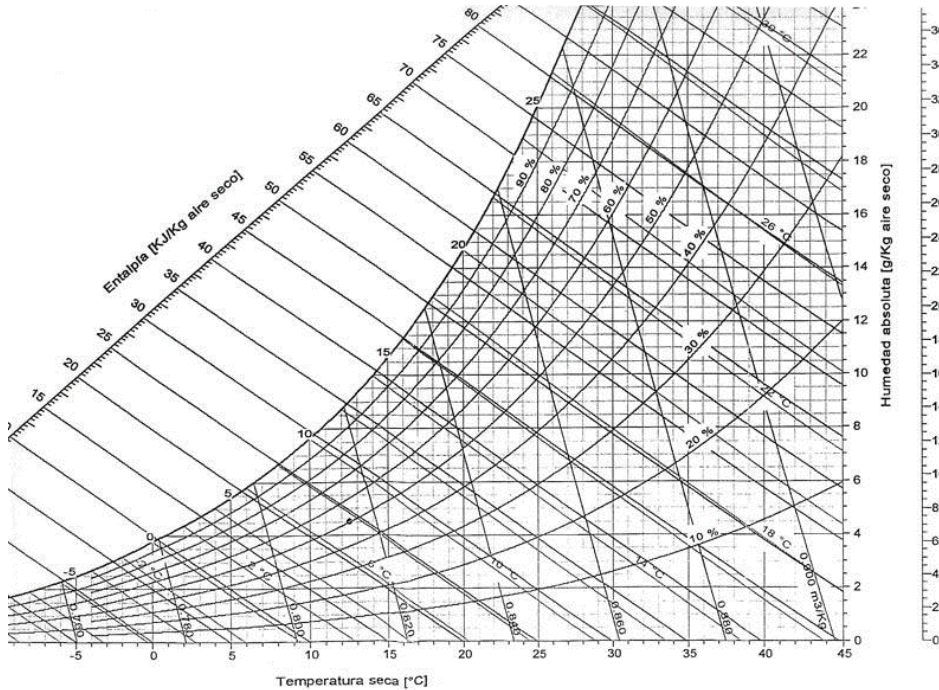


Figura 25. Diagrama psicomètric de l'aire.

Per tant, una humitat del 45% amb una temperatura seca de 23°C significa una humitat absoluta de 8 g/kg. Les condicions exteriors més desfavorables són 80% d'humitat amb una temperatura seca de 27°C, i per tant, una humitat absoluta de 18g/kg.

Finalment podem calcular les dos càrregues com:

$$W_{vs} = m * C_e * \Delta T * (1 - \epsilon) = 0,14 * 1,205 * 1025 * 4,3 * (1 - 0,80) = 52,04 \text{ W}$$

$$W_{vl} = m * C_v * \Delta g = 0,14 * 1,205 * 0,54 * (10) * (1 - 0,80) = 0,182 \frac{\text{kcal}}{\text{s}} = 762,67 \text{ W}$$

La càrrega total de ventilació és de 814,71 W.

### 2.3. Càrregues internes:

Les persones aporten també una càrrega latent i sensible, en el nostre cas les persones a l'interior de casa estan assentades i/o en repòs i segons la taula següent:

TABLA 48. GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (kcal/h)	Metabolismo medio * (kcal/h)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	139											
Sentado, de pie	Farmacia	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
De pie, marcha lenta	Banco	139											
Sentado	Restaurante **	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58

Taula 37. Guany de calor deguts als ocupants.

Tenim un guany de Calor Sensible de 58 W i de Calor Latent de 30 W per persona. Al haver-hi 8 persones vivint, el total de calor és de 704 W.

A part de les persones, l'enllumenat i les màquines també s'han de tenir en compte ja que produeixen calor, en el nostre cas no tenim grans màquines i per tant no es tindran en compte. L'enllumenat tampoc es tindrà en compte ja que totes les sales tenen llum natural a l'estiu i no cal encendre els llums.

#### 2.4. Càrregues per radiació solar:

Les càrregues següents depenen bastant de diferents paràmetres com poden ser el tipus de vidre, si hi ha persianes o cortines, l'altura i latitud de l'edifici, l'orientació, l'època de l'any i l'hora solar.

Farem servir la taula següent:

capítulo 3. TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)  
kcal/h × (m<sup>2</sup> de abertura)

40° 40°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	22 Diciembre	S			
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE			
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E			
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16		NE			
	S	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N			
22 Julio y 21 Mayo	SO	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	NO				
	O	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	O				
	Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	SO				
	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	Horizontal				
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	S				
21 Enero y 21 Noviembre	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	SE				
	SE	146	260	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	N				
	S	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	NO				
	SO	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	O				
	O	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	SO				
21 Mayo	Horizontal	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	Horizontal				
	N	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65					

Taula 38. Aportacions solars a través de vidre senzill.

Segons la taula vista anteriorment, l'hora i mes de major radiació solar segons la orientació són:

Orientació	Mes	Hora	Aportació (Kcal/h·m <sup>2</sup> )	Superfície finestra	Càrrega (Kcal/h)	Càrrega (W)
NE	Juny	7h	360	5,25	1890	2198,07
E	Juliol	8h	444	6	2664	3098,23
SE	Octubre	10h	444	5,25	2331	2710,95
S	Novembre	12h	450	4,5	2025	2355,08
SO	Octubre	14h	442	6	2652	3084,28
O	Juliol	16h	444	7,5	3330	3872,79
NO	Juny	17h	360	6	2160	2512,08
Horizontal	Juny	12h	642	0	0	0
N	Juny	7h	87	4,5	391,5	455,315

Taula 39. Càlcul de la màxima càrrega de radiació

Així doncs la màxima càrrega per radiació es dona al Juliol a les 16h, amb una càrrega total de 3872,79 W

## 2.5. Càrrega màxima simultània de refrigeració

Calculem doncs, la càrrega màxima comparant els dos punts màxims de radiació i transmissió i trobem que el valor de la màxima transmissió i màxima radiació coincideixen:

Punt	Mes i hora	Transmissió	Ventilació	Càrregues internes	Radiació solar	Total (W)
Max. Rad. i Trans.	Juliol 16h	235,43	814,71	704	3872,79	5626,93

Taula 40. Càlcul de la màxima càrrega simultània.

Per tant es calcula la càrrega de refrigeració de **5626,93 W**

### 3. Elecció elements de calefacció i refrigeració

S'ha escollit un aparell elèctric per a donar tant calefacció com refrigeració per els motius següents:

- És una font elèctrica el que vol dir que no depèn de tindre o no combustible.
- Mediambientalment parlant, no genera residus

Per això, s'ha decidit que la bomba de calor que es farà servir és la bomba de calor DAIKIN ALTHERMA BIBLOC SOBREPOTENCIADA (DISEÑO MURAL) que és capaç d'entregar-nos la potencia que necessitem tant per refrigeració com per calefacció (4kW que per produir refrigeració pot arribar a tindre una eficiència de 2kW per cada kW d'electricitat).

## 12.5. Instal·lació sanitària (ACS i AFS)

És important la instal·lació de l'Aigua Freda Sanitària (AFS) i l'Aigua Calenta Sanitària (ACS), ja que molts aparells no funcionarien sense aquesta instal·lació. No hi hauria ni dutxes, ni inodors, ni rentavaixelles. Per això s'haurà de dimensionar i de manera que arribi a tots els aparells.

El dimensionament de la instal·lació sanitària el que busca és garantir el cabal, la pressió, la temperatura i la qualitat de l'aigua en tots els aparells implicats. Procedirem ara a calcular la instal·lació d'aigua freda sanitària.

### 12.5.1. Aigua Freda Sanitària (AFS)

En el nostre cas, que farem un ús sanitari, hem de calcular el cabal simultani segons la fórmula i taula següent:

$$Q_s = \sum Q_u * k ; k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} > 0,2$$

On  $Q_s$  és el cabal simultani,  $Q_u$  el cabal unitari (que traurem de la taula),  $k$  és el factor de correcció i  $n$  el nombre d'aparells.



Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con sistema (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Taula 41. Taula amb els diferents elements i el seu cabal unitari.

En el nostre cas, els aparells que tenim son:

Element	Quantitat	Qu (AFS) [dm <sup>3</sup> /s]
Rentamans	2	0,05
Dutxa	2	0,2
Inodor amb cisterna	2	0,1
Pica de cuina	1	0,2
Rentadora domèstica	1	0,2
$\Sigma Q_u$		1,1

Taula 42. Elements amb el seu cabal unitari d'AFS de la solució.

El valor de la variable k serà segons els 8 elements que tenim de 0,38.

Per tant el valor del cabal simultani serà de 0,42 dm<sup>3</sup>/s per al conducte principal. Els diàmetres dels conductes estaran compreses entre 0,5 i 2 m/s per canonades metàl·liques i d'entre 0,5 i 3,5 per a canonades de plàstic.

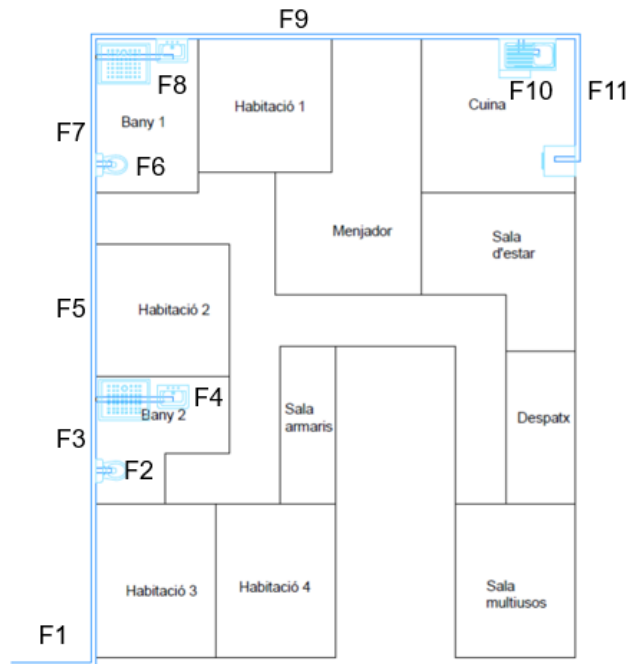


Figura 26. Esquema bàsic del circuit d'AFS amb els seus elements.

Els cabals simultanis de cada tram són:

Conducte	$Q_u$ ( $dm^3/s$ )
F1	0,42
F2	0,02
F3	0,41
F4	0,25
F5	0,37
F6	0,02
F7	0,37
F8	0,25
F9	0,37
F10	0,04
F11	0,04

Taula 43. Cabals simultanis d'AFS.

Amb la següent fórmula calcularem el diàmetre de cada tram:

$$Q = V * S ; D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Si posem tots el valor de Q en mm<sup>3</sup>/s i la velocitat en mm/s (en el cas de canonades de plàstic, de PVC), trobem el següent:

Conducte	Qu (mm <sup>3</sup> /s)	V min (mm/s)	V max (mm/s)	D max (mm)	D min (mm)
F1	420000	500	3500	32,70	12,36
F2	20000	500	3500	7,14	2,70
F3	410000	500	3500	32,31	12,21
F4	250000	500	3500	25,23	9,54
F5	370000	500	3500	30,70	11,60
F6	20000	500	3500	10,07	2,70
F7	370000	500	3500	30,70	11,60
F8	250000	500	3500	25,23	9,54
F9	370000	500	3500	30,70	11,60
F10	40000	500	3500	12,09	3,81
F11	40000	500	3500	12,09	3,81

Taula 44. Diàmetres màxims i mínims segons el tram d'AFS.

Conducte	D min (mm)	D max (mm)	D escollit (mm) PVC
F1	12,36	32,70	20
F2	2,70	7,14	5
F3	12,21	32,31	20
F4	9,54	25,23	15
F5	11,60	30,70	20
F6	2,70	10,07	10
F7	11,60	30,70	20
F8	9,54	25,23	15
F9	11,60	30,70	20
F10	3,81	12,09	10
F11	3,81	12,09	10

Taula 45. Diàmetre comercial escollit d'AFS.

Un cop calculats els diàmetres, s'ha de mirar que la pressió sigui superior a la mínima en el punt amb major pèrdua de pressió. La pressió mínima ha de ser de 100kPa, és a dir, 1 bar. També hi ha una pressió màxima que no es pot superar i és de 500kPa, 5 bars.

El càlcul de la pressió es farà segons la fórmula següent:

$$P_f = P_{in} - dP \pm H/10$$

On, P<sub>f</sub> és la pressió final, P<sub>in</sub> la pressió inicial, dP les pèrdues per fregament i H la altura que puja o baixa la canonada. En el nostre cas és tot una planta baixa i per tant el valor de l'altura serà sempre 0. La diferència de pressió la calcularem com:

$$dP = P * (L + L_{eq})$$

On el valor de P depèn del material, cabal, diàmetre, el valor de P (bars/m) és:

$$P = \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} * 6,05 * 10^5$$

On Q és el cabal expressat en l/min, D el diàmetre interior expressat en mm i el valor de la constant C la trobem amb la taula següent:

Material	Coefficient C
PVC	150
Acer/Coure	140
Plàstic corrugat	125
Polietilè	120

Taula 46. Valors de la constant C en funció del material.

Així doncs els diferents valors del paràmetre P són:

Conducte	Qu (dm3/s)	Qu (l/s)	C	D (mm)	P (bar/m)
F1	0,42	25,20	150	20	0,010293
F2	0,02	1,20	150	5	0,031513
F3	0,41	24,60	150	20	0,009845
F4	0,25	15,00	150	15	0,016003
F5	0,37	22,20	150	20	0,008142
F6	0,02	1,20	150	10	0,001078
F7	0,37	22,20	150	20	0,008142
F8	0,25	15,00	150	15	0,016003
F9	0,37	22,20	150	20	0,008142
F10	0,04	2,40	150	10	0,003885
F11	0,04	2,40	150	10	0,003885

Taula 47. Valors de la variable P de cada conducte d'AFS.

Calcularem el valor de la variable  $P_{in}$  per tal de que el punt més allunyat (la rentadora) tingui una Pressió de 150 kPa, és a dir, 1,5 bars. Els conductes que prendran part en aquest càlcul són: F1, F3, F5, F7, F9 i F11. Calcularem la pressió al inici i al final de cada conducte sabent que a la rentadora hi haurà la mínima pressió de 1,5 bars.

El càlcul de les longituds equivalents el farem segons la següent figura:

<u>Accesorio</u>	<u>L/D</u>
Codo a 90° .....	45
Codo a 45° .....	18
Curva a 180° .....	150
Curva a 90° .....	18
Curva a 45° .....	9
Te Paso directo.....	16
Te Derivación .....	40
Cruz.....	50

Figura 27. Valors de pèrdues de pressió en accessoris del conducte (AFS).

D'aquesta manera podem calcular el valor de la pressió inicial que necessitem a l'escomesa principal:

	<i>P</i> (bar/m)	<i>L</i> (m)	<i>D</i> (mm)	<i>Leq</i> (m)	<i>L tot</i> (m)	<i>dP</i> (bar)	<i>Pfin</i> (bar)	<i>Pin</i> (bar)
<i>F1</i>	0,0103	3,71	20	0,8	4,51	0,05	1,69	1,74
<i>F3</i>	0,0098	1,4	20	0,8	2,2	0,02	1,67	1,69
<i>F5</i>	0,0081	4,6	20	0,8	5,4	0,04	1,63	1,67
<i>F7</i>	0,0081	2,1	20	0,8	2,9	0,02	1,60	1,63
<i>F9</i>	0,0081	8,8	20	1,7	10,5	0,09	1,52	1,60
<i>F11</i>	0,0039	3,9	10	0,9	4,8	0,02	1,50	1,52

Taula 48. Càlcul de pressió inicial i final de cada un dels trams d'AFS

Com que la pressió a l'inici de l'escomesa és menor que la màxima, no fa falta calcular si en algun punt tenim una pressió superior a la pressió màxima.

La pressió a l'escomesa principal és de 1,74 bar, és a dir, 174 kPa.

Hem de veure ara si és necessària una bomba per a aportar més pressió inicial. Per això hem de mirar si la companyia d'aigües assegura un valor de pressió major que l'obtingut en aquests càlculs, si ens assegura un valor major, no serà necessària la instal·lació de grups de pressió per AFS. La companyia d'aigües responsable de la població de Corbera de Llobregat es Sorea, i s'ha vist que la pressió d'aquesta companyia és de, com a mínim, 200 kPa; per això no fa falta grups de pressió.

## 12.5.2. Aigua Calenta Sanitària (ACS)

### 12.5.2.1. Xarxa d'impulsió

Per al càlcul de l'aigua calenta sanitària, s'ha de calcular els temes de la pressió inicial i final, calculant que en el punt més desfavorable la pressió sigui superior a 100 kPa també. Seguint els mateixos procediments, tenim les següents taules:

Element	Quantitat	Qu (AFS) [dm <sup>3</sup> /s]
Rentamans	2	0,03
Dutxa	2	0,10
Inodor amb cisterna	2	0
Pica de cuina	1	0,10
Rentadora domèstica	1	0,15
$\Sigma Q_u$		0,51

Taula 49. Cabals unitaris dels elements de la xarxa ACS.

Farem servir la fórmula següent:

$$Q_s = \Sigma Q_u * k ; k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} > 0,2$$

El valor de la variable k depèn del nombre de elements, és a dir de 6 elements. I el valor de k és de 0,45.

I, si veiem els conductes ACS, podem calcular el cabal simultani de cada tram:

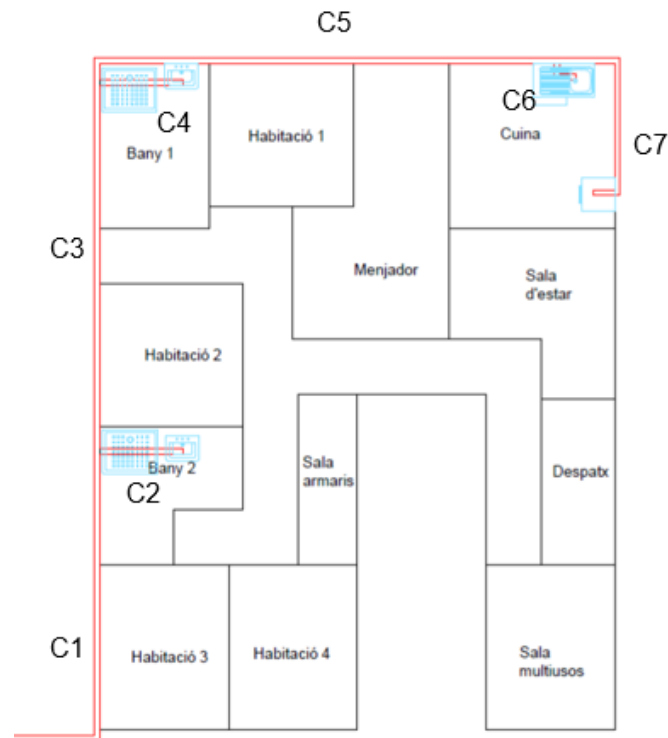


Figura 28. Esquema de la xarxa ACS.

Els cabals simultanis de cada tram són:

	$Q_u$ ( $dm^3/s$ )
C1	0,23
C2	0,13
C3	0,22
C4	0,13
C5	0,25
C6	0,1
C7	0,15

Taula 50. Cabals simultanis d'ACS.

Amb la següent fórmula calcularem el diàmetre de cada tram:

$$Q = V * S ; D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Si posem tots el valor de Q en  $mm^3/s$  i la velocitat en  $mm/s$  (en el cas de canonades de plàstic, de PVC), trobem el següent:

Conducte	Qu (mm <sup>3</sup> /s)	V min (mm/s)	V max (mm/s)	D max (mm)	D min (mm)
C1	230000	500	3500	24,20	9,15
C2	130000	500	3500	18,19	6,88
C3	220000	500	3500	23,67	8,95
C4	130000	500	3500	18,19	6,88
C5	250000	500	3500	25,23	9,54
C6	100000	500	3500	15,96	6,03
C7	150000	500	3500	19,54	7,39

Taula 51. Diàmetres màxims i mínims segons el tram d'ACS.

Conducte	D min (mm)	D max (mm)	D escollit (mm) PVC
C1	9,15	24,20	15
C2	6,88	18,19	15
C3	8,95	23,67	15
C4	6,88	18,19	10
C5	9,54	25,23	15
C6	6,03	15,96	10
C7	7,39	19,54	15

Taula 52. Diàmetre comercial escollit d'ACS.

Un cop calculats els diàmetres, s'ha de mirar que la pressió sigui superior a la mínima en el punt amb major pèrdua de pressió. La pressió mínima ha de ser de 100kPa, és a dir, 1 bar. També hi ha una pressió màxima que no es pot superar i és de 500kPa, 5 bars.

El càlcul de la pressió es farà segons la fórmula següent:

$$P_f = P_{in} - dP \pm H/10$$

On, P<sub>f</sub> és la pressió final, P<sub>in</sub> la pressió inicial, dP les pèrdues per fregament i H la altura que puja o baixa la canonada. En el nostre cas és tot una planta baixa i per tant el valor de l'altura serà sempre 0. La diferència de pressió la calcularem com:

$$dP = P * (L + L_{eq})$$

On el valor de P depèn del material, cabal, diàmetre, el valor de P (bars/m) és:

$$P = \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} * 6,05 * 10^5$$

On Q és el cabal expressat en l/min, D el diàmetre interior expressat en mm i el valor de la constant C la trobem amb la taula següent:



*Material Coeficient C*

PVC	150
Acer/Coure	140
Plàstic corrugat	125
Polietilè	120

Taula 53. Valors de la constant C en funció del material.

Així doncs els diferents valors del paràmetre P són:

Conducte	Qu (dm <sup>3</sup> /s)	Qu (l/s)	C	D (mm)	P (bar/m)
C1	0,23	13,80	150	15	0,013715
C2	0,13	7,80	150	15	0,004773
C3	0,22	13,20	150	15	0,012632
C4	0,13	7,80	150	10	0,034384
C5	0,25	15,00	150	15	0,016003
C6	0,1	6,00	150	10	0,021162
C7	0,15	9,00	150	15	0,00622

Taula 54. Valors de la variable P de cada conducte d'ACS.

Calcularem el valor de la variable  $P_m$  per tal de que el punt més allunyat (la rentadora) tingui una Pressió de 150 kPa, és a dir, 1,5 bars. Els conductes que prendran part en aquest càlcul són: C1, C3, C5, C7. Calcularem la pressió al inici i al final de cada conducte sabent que a la rentadora hi haurà la mínima pressió de 1,5 bars.

El càlcul de les longituds equivalents el farem segons la següent figura:

<u>Accesorio</u>	<u>L/D</u>
Codo a 90° .....	45
Codo a 45° .....	18
Curva a 180° .....	150
Curva a 90° .....	18
Curva a 45° .....	9
Te Paso directo.....	16
Te Derivación .....	40
Cruz.....	50

Figura 29. Valors de pèrdues de pressió en accessoris del conductes (ACS).

D'aquesta manera podem calcular el valor de la pressió inicial que necessitem a l'escomesa principal:

P	L	D	Leq	L tot	dP	Pfin	Pin
(bar/m)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(bar)	(bar)	(bar)

C1	0,013715	5,21	15	0,6	5,81	0,08	1,69	1,77
C3	0,0126	6,7	15	0,6	7,3	0,09	1,67	1,76
C5	0,0160	8,8	15	1,275	10,075	0,16	1,63	1,79
C7	0,0062	3,9	15	1,35	5,25	0,03	1,60	1,64

Taula 55. Càlcul de pressió inicial i final de cada un dels trams (ACS)

Com que la pressió a l'inici de l'escomesa és menor que la màxima, no fa falta calcular si en algun punt tenim una pressió superior a la pressió màxima.

La pressió a l'escomesa principal és de 1,77 bar, és a dir, 177 kPa.

### 12.5.2.2. Xarxa de retorn i bomba de recirculació

Un cop calcular la xarxa d'impulsió, es dimensionarà la xarxa de retorn i la bomba de recirculació de tal manera que la pèrdua de temperatura en el punt de consum més allunyat no sigui superior a 3°C respecte la temperatura de l'acumulador o el bescanviador. El cabal de retorn es pot estimar de la següent manera:

- Es recircularà com a mínim el 10% de l'aigua d'alimentació. El diàmetre mínim de la xarxa de recirculació serà de 16mm.
- Els diàmetres d'acord amb el cabal recirculat seran:

<b>Diámetro nominal de la tubería</b>	<b>Caudal recirculado (l/h)</b>
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

Taula 56. Relació entre diàmetre de conducte i caudal recirculat d'ACS.

El cabal d'alimentació serà de 0,25 dm<sup>3</sup>/s com hem vist anteriorment, de manera que el cabal recirculat serà de com a mínim 0,025 dm<sup>3</sup>/s, que són 90 l/h. Com a la taula el primer valor que tenim és de 140 l/h, farem servir aquest valor de la recirculació. Per tant el diàmetre de la recirculació és de ½ de diàmetre nominal, però el mínim és de 16 mm així que serà de 16mm el diàmetre de recirculació. La bomba de recirculació que usarem és la bomba mod.CAS de Salvador Escoda S.A.

### 12.5.2.3. Producció de calor

Per a la producció de calor es podria decidir un sistema de producció instantani o un sistema d'acumulació. Veurem ara les característiques i diferències dels dos sistemes:

- El sistema instantani ha de tenir una potència necessària per escalfar de manera instantània tot el cabal d'aigua que sigui procedent. Si hi hagués molts punts de consum es requeriria d'una gran potència. En el sistema per acumulació, l'escalfament d'aigua es realitza de forma més lenta (no s'escalfa de manera instantània), per la qual cosa es requereix una potència menor.
- Mitjançant el sistema instantani, el cabal de l'aigua calenta varia segons es vagin obrint punts de consum, mentre que en el sistema per acumulació aquesta variació no es nota mentre hi hagi aigua en el dipòsit d'acumulació.
- La producció instantània es una solució menys complexa i menys costosa.
- Els sistemes instantanis estalvien espai, ja que no han de portar dipòsit.
- Els dipòsits d'aigua calenta van perdent calor, encara que existeixen dispositius que van corregint aquesta pèrdua.

Veient les diferències dels dos sistemes, el que es farà es calcular la potència en els dos casos i més endavant es compararan les dues solucions i se'n triarà la millor segons criteris de preu, complexitat, estalvi energètic.

#### 1. Producció instantània:

Es determina la demanda de calor necessària per dia, en funció del litres:

Criterio de consumo de ACS para diseño de instalaciones		
Tipo de edificio	Litros/día a 60 °C	Energía para T Red = 15 °C
Viviendas unifamiliares	30 por persona	573 kWh/año persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona	420 kWh/año persona
Hospitales y clínicas	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel 4*	70 por cama	1.337 kWh/año cama
Hotel 3*	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel/Hostal ≥*	40 por cama	764 kWh/año cama
Hostal/Pensión 1*	35 por cama	668 kWh/año cama
Camping	40 por emplazamiento	764 kWh/año emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio	286 kWh/año servicio
Escuela	3 por alumno	57 kWh/año alumno
Cuarteles	20 por persona	382 kWh/año persona
Fábricas y talleres	15 por persona	286 kWh/año persona
Administrativos	3 por persona	57 kWh/año persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario	477 kWh/año usuario
Lavanderías	3 a 5 por kg de ropa	95 kWh/año kg de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida	191 kWh/año comida
Cafeterías	1 por almuerzo	19 kWh/año almuerzo

**Tabla 3.1 (HE4)**

Taula 57. Consum d'ACS per al disseny d'instal·lacions

En el nostre cas al tractar-se d'una vivenda multi familiar, el litres al dia necessaris son 22 per persona a 60°C. També veiem que l'energia per a temperatura red de 15°C necessària és de 420 kWh/any per persona. És a dir, al tenir 8 persones habitants, el litres necessaris i l'energia són, 176 l/ dia (a 60°C) i 3360 kWh/any respectivament.

Per a escalfar l'aigua, tindrem un escalfador instantani per producció d'ACS. El cabal simultani de l'escalfador es calcula segons la següent taula:

Determinación del caudal de cálculo o caudal simultáneo según apartado 5 de la Norma UNE 149201:2017				
Tipo de edificación	$Q_t > 20 \text{ l/s}$	$Q_t \leq 20 \text{ l/s}$		
		$\text{Si todo } Q_{\min} < 0,5 \text{ l/s}$	$\text{Si algún } Q_{\min} \geq 0,5 \text{ l/s}$	
			$Q_t \leq 1 \text{ l/s}$	$Q_t > 1 \text{ l/s}$
Edificios de viviendas	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$	$Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$
Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos	$Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$			
Edificios de hoteles, discotecas, museos	$Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$	$Q_c = 0,692 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = (Q_t)^{0,366}$
Edificios de centros comerciales	$Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$			
Edificios de hospitales	$Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$			

Taula 58. Càlcul del cabal simultani segons tipologia d'edifici i cabals de l'edifici.

$Q_t$  es la suma dels cabals unitaris de la següent taula ( $\sum Q_u$ ):

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con sistema (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Taula 59. Caudal instantani segons aparells per al càlcul de la potència calorífica.

Així doncs, els diferents cabals i el cabal unitari total són:

Element	Quantitat	Qu (AFS) [dm <sup>3</sup> /s]
Rentamans	2	0,03
Dutxa	2	0,10
Inodor amb cisterna	2	0
Pica de cuina	1	0,10
Rentadora domèstica	1	0,15
$Q_T = \sum Q_u$		0,51

Taula 60. Cabals unitaris i cabal total per al càlcul de la producció de calor.

Com que estem dissenyant una vivenda, i el cabal total és menor a 20 l/s i ningú cabal unitari supera els 0,5 l/s, tenim la següent fórmula per calcular el cabal simultani:

$$Q_c = 0,682 * (Q_T)^{0,45} - 0,14$$

Per tant el valor del cabal simultani serà de:

$$Q_c = 0,682 * 0,51^{0,45} - 0,14 = 0,364 \text{ l/s}$$

Un cop sabem el cabal, haurem de calcular la potència de la caldera, que ha de ser capaç de donar servei en el moment de consum punta més desfavorable. Així doncs, es calcula de la següent manera:

$$P (W) = Q_c \left( \frac{l}{s} \right) * 3600 \left( \frac{s}{h} \right) * (T_{ACS} - T_{AFCH}) (^\circ C) * 1,16 \left( \frac{Wh}{l^\circ C} \right)$$

On:  $T_{ACS}$  és la temperatura de consum de l'aigua calenta (per legionel·la s'ha de considerar superior als  $50^{\circ}\text{C}$ ),  $T_{AFCH}$  és la temperatura d'entrada de l'aigua de xarxa, que extraiem de la següent taula:

	Temperatura del agua de la red ( $^{\circ}\text{C}$ )												Media
Mínimas	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	10
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7	13
Alicante	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12	15
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12	16
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9	14
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10	14
Bilbao	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10	13

Taula 61. Temperatures de l'aigua de xarxa per població i època de l'any.

Per tant,  $T_{ACS}$  serà  $50^{\circ}\text{C}$  i  $T_{AFCH}$  serà la més desfavorable a Barcelona, és a dir,  $9^{\circ}\text{C}$ . Per tant, la potència serà de:

$$P (W) = 0,364 * 3600 * (50 - 9) * 1,16 = 62,32 \text{ kW}$$

Aquesta potència es molt elevada tot i que seria simple, no es troben calderes amb tanta potència, hauria de comptar amb dues calderes, cosa que baixaria el rendiment.

## 2. Producció per acumulació:

La producció per acumulació, haurà de tenir en compte el següent (per el risc de legionel·la contemplat al Decret 352/2005, decret de legionel·la):

- L'aigua s'haurà d'acumular a una temperatura de com a mínim  $60^{\circ}\text{C}$
- S'ha de garantir que la temperatura de l'aigua arriba als  $50^{\circ}\text{C}$  al punt més allunyat de la instal·lació.
- La instal·lació ha de permetre que la temperatura arribi als  $70^{\circ}\text{C}$  (tractament de xoc tèrmic).

Podem tindre sistemes de semi-acumulació (que no acumulen el 100% de la demanda necessària i per tant, també tenen part de producció instantània) o d'acumulació. Per al càlcul dels dos sistemes, l'energia necessària que s'ha de cobrir en hora punta es:

$$E_{hp}(Wh) = Q_P(l) * (T_{ACS} - T_{AFCH})(^{\circ}C) * 1,16 \frac{Wh}{l^{\circ}C}$$

Per determinar el consum hora punta, s'adopta la següent hipòtesis, serà del 50% del consum diari total. Segons la taula vista a l'apartat de la producció per calor, son 22 litres al dia per persona, amb lo qual són 176 l/dia, i per tant, el cabal punta serà de 88 litres.

Vist anteriorment,  $T_{ACS}$  serà  $50^{\circ}C$  i  $T_{AFCH}$  serà la més desfavorable a Barcelona, és a dir,  $9^{\circ}C$ . Per tant, l'energia a cobrir és de:

$$E_{hp}(Wh) = Q_P(l) * (T_{ACS} - T_{AFCH})(^{\circ}C) * 1,16 \frac{Wh}{l^{\circ}C} = 88 * (50 - 9) * 1,16 = 4185Wh$$

Llavors, en aquest punt és on es determina si es un sistema completament d'acumulació o de semi acumulació. Per calcular les energies aportades per acumulació i per la producció de les calderes, usarem les fórmules següents:

$$E_{prod}(Wh) = P_{caldera} * 1h * \eta_{prodACS}$$

$$E_{acumul}(Wh) = V_{acumul}(l) * (T_{acumul} - T_{AFCH})(^{\circ}C) * 1,16 \frac{Wh}{l^{\circ}C} * F_{usacumul}$$

$$\text{On, } F_{usacumul} = 0,63 + 0,14 * \frac{\text{Altura dipòsit}}{\text{Diàmetre dipòsit}}$$

La suma d'aquestes dues energies ens dona el càlcul de l'energia necessària, per tant sabent  $E_{hp}(Wh) = E_{prod}(Wh) + E_{acumul}(Wh)$ , el càlcul de la potència de les calderes vindrà finalment definit com:

$$P_{caldera}(Wh) = \left[ (Q_P * (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acumul}(l) * (T_{acumul} - T_{AFCH}) * F_{usacumul} \right] * 1,16 / \eta_{prodACS}$$

La temperatura d'acumulació serà de  $60^{\circ}C$ . Com a molt es faran servir 176 l/dia, es proposa un dipòsit menor de 176 litres per a que no hi hagi aigua que estigui tot el dia sense fer-se servir, s'ha decidit que el volum d'acumulació serà de 60 litres. El dipòsit triat d'acumulació és el següent: BAXIROCA 60L, amb altura de 749 mm i diàmetre de 480 mm. Per tant el factor d'ús serà de:

$$F_{us_{acumul}} = 0,63 + 0,14 * \frac{\text{Altura dipòsit}}{\text{Diàmetre dipòsit}} = 0,848$$

Finalment, només ens falta el rendiment de la producció d'ACS, s'estima que les pèrdues totals són d'un 25% (la suma de pèrdues en bescanviador, acumulador, distribució i recirculació), per això el rendiment serà d'un 75%.

Amb totes les dades, calculem la potència de la caldera:

$$P_{caldera}(Wh) = [(Q_P * (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acumul}(l) * (T_{acumul} - T_{AFCH}) * F_{us_{acumul}}] * 1,16 / \eta_{prodACS}$$

$$P_{caldera}(Wh) = [(88 * (50 - 9) - 60 * (60 - 9) * 0,848] * \frac{1,16}{0,75} = 1567 Wh$$

Per tant, la caldera necessària serà de 1,567 kW, una potència assequible d'aconseguir.

### 3. Tria de la solució

Un cop vistos les potències, farem una valoració qualitativa dels factors preu, complexitat i estalvi energètic. Pel que fa a estalvi energètic, una producció amb acumulador pot usar plaques solars per tal de estalviar la potència de generació i per tant en aquest apartat es millor l'acumulació. Pel que fa a la complexitat, la producció instantània és més simple i per tant en aquest apartat és millor. Per últim, el preu serà més car en la producció instantània, ja que no disposaria d'una única caldera sinó de mínim dos fet, que faria augmentar molt el preu.

Per això s'ha decidit escollir la producció per acumulació.

### 4. Elements de la solució

Com hem vist la solució comptarà amb el dipòsit següent: BAXIROCA 60L.

A més del dipòsit, s'ha de comptar amb una caldera de 1,567 kWh com a mínim. S'ha escollit la caldera Caldera mural elèctrica MINI EUROPE + de 2 kW.

Com a esquema genèric dels nostres aparells i de la circulació de l'aigua tenim el següent:



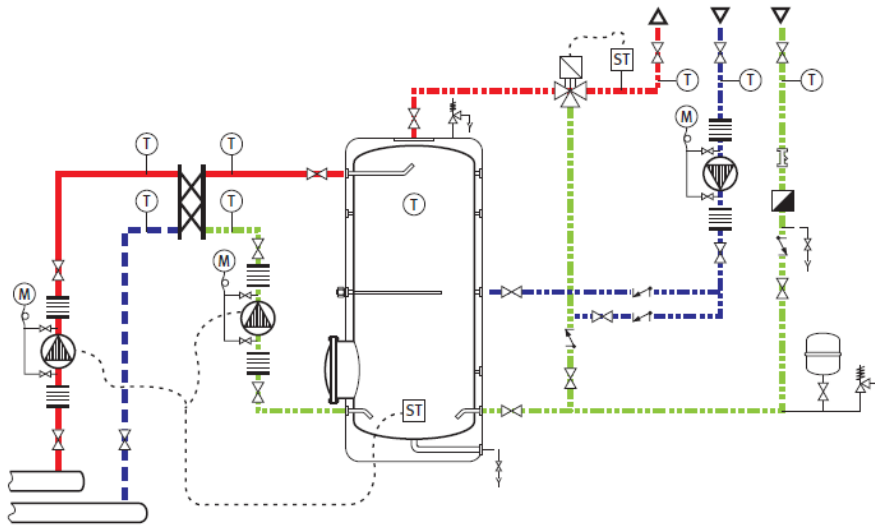


Figura 30. Esquema de la producció d'acumulació

## 12.6. Instal·lació d'electricitat

La instal·lació elèctrica comptarà amb plaques fotovoltaïques per a que el consum elèctric sigui el menor possible, però tot i que es vol que sigui independent estarà connectada a xarxa per si hi hagués algun problema.

Així doncs la connexió a xarxa està formada segons l'esquema que veiem a continuació:

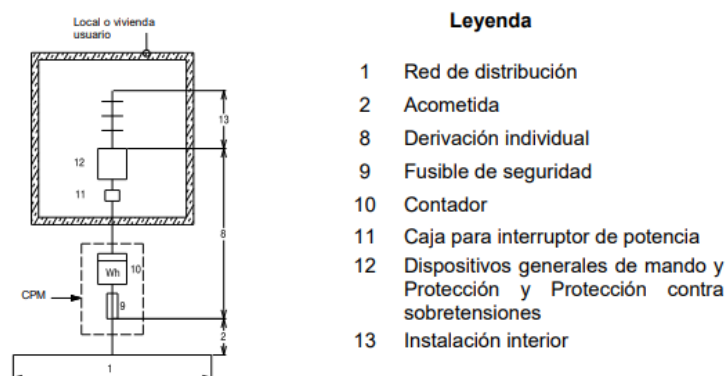


Figura 31. Esquema per a subministraments individuals de potència inferior a 15 kW

El que haurem de dissenyar són els conductes elèctrics dins de l'habitatge, per això hem de veure els elements elèctric i on son col·locats de la casa:

Potència elèctrica	Localització
Nevera	Cuina
Forn	Cuina
Ventilació	Cuina
Climatització i refrigeració	Cuina
Climatització ACS	Entrada d'aigua
Extracció cuina	Cuina
Rentadora	Cuina
Vitroceràmica	Cuina
Il·luminació passadís	Passadís
Il·luminació quartos	Quartos
Televisió	Sala d'estar

Taula 62. Localització dels elements elèctrics de la casa.

Tot seguit podem veure els elements sobre el plànol de la casa:

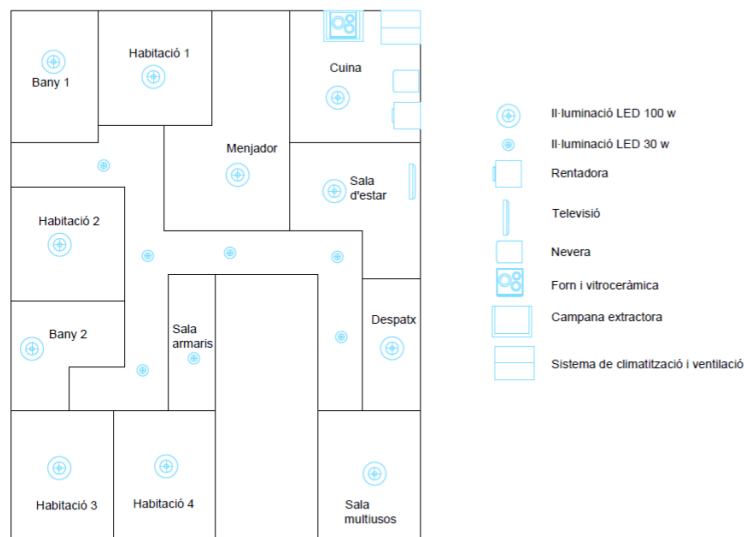


Figura 32. Elements elèctrics sobre el plànol de la casa.

L'esquema unifilar per a una vivenda és el següent:

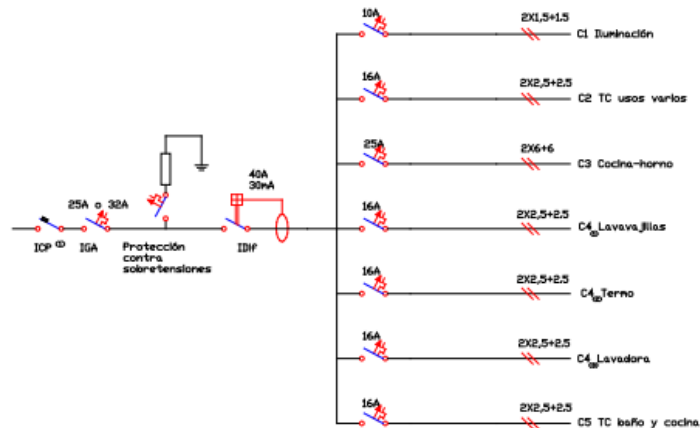


Figura 33. Esquema unifilar amb electrificació bàsica.

Per al dimensionament, s'hauran de tindre en compte els següents factors:

- Nombre de punts d'utilització de cada circuit.
- Factors de simultaneïtat i utilització.
- Potència prevista per cada presa.
- Intensitat admissible dels conductors.
- Caiguda de tensió.

Els factors de simultaneïtat i utilització i la potència prevista els veiem en la següent taula:

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma (7)	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm <sup>2</sup> (8)	Tubo o conducto Diámetro mm (3)
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(1)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(9)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>6</sub> Calefacción	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatización	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	10	---	1,5	16

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.  
(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W  
(3) Diámetros externos según ITC-BT 19  
(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W  
(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación  
(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.  
(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.  
(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.  
(9) El punto de luz incluirá conductor de protección.

Figura 34. Característiques elèctriques dels circuits.

Així doncs, haurem de dimensionar els circuits següents:

- C1 – Il·luminació
- C2 – Per a usos generals
- C3 – Cuina i forn
- C4 – Rentadora
- C5 – Bany i quarto de cuina
- C8 i C9 – Calefacció i refrigeració

I segons la taula anterior extraïem el següent:

Circuit	Secció mínima conductor (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre conducte	Tipus de presa	Interrupctor automàtic (A)
C1 – Il·luminació	1,5	16	Punt de llum	10
C2 – Per a usos generals	2,5	20	Base 16A 2p + T	16
C3 – Cuina i forn	6	25	Base 25A 2p + T	25
C4 – Rentadora	4	20	Base 16A 2p + T Amb fusibles	20
C5 – Bany i quarto de cuina	2,5	20	Base 16A 2p + T	16
C8 i C9 – Calefacció i refrigeració	6	25	-	25

Taula 63. Circuits necessaris per a la vivenda.

### 12.6.1. Plaques fotovoltaïques

Per al càlcul de les plaques fotovoltaïques també necessitem saber el consum elèctric.

Per això, es farà servir la fórmula següent:

Es farà la simple conversió de Watts a KWatts anuals, per això es calcularà com:

$$\text{Consum anual} \left( \frac{\text{kW}}{\text{any}} \right) = \text{Potència (W)} * \text{Ús diari} \left( \frac{\text{hores}}{\text{dia}} \right) * \text{Ús anual} \left( \frac{\text{dies}}{\text{any}} \right)$$

Es calcularà per a cada aparell el consum i la suma de tots serà el consum anual de la casa:

Element	Potencia (kW)	Hores/dia	Dies/any	Consum elèctric anual (kWh/any)
Il·luminació	0,47	6	365	956,3
Endolls	0,2	1	365	219
Rentadora	1,5	1	200	300
Vitroceràmica	1,2	1,5	300	540
Forn	2	1	200	400
Nevera / Congelador	0,25	12	365	1095
Bomba de calor (ACS)	2	1	200	400
Refrigeració	2	6	30	360
Calefacció	1,5	6	70	630
Ventilació	0,25	6	365	547,5
<b>Total</b>				<b>5447,8</b>

Taula 64. Consum anual elèctric

El que veiem que l'ús anual és de 5447,8 kWh l'any però aquest ús es diferent segons l'època de l'any. El que es farà es calcular un consum diari de més o menys 10000 Wh al dia. Així doncs, segons aquests càlculs, podem procedir a calcular el camp fotovoltaic:

Les fórmules per al càlcul del número de panells és la següent:

$$N_{\text{panells}} = \frac{\left( \frac{E_{\text{ponderada}}}{P_{\text{panell}}} \right) * 1,23}{\text{HPS} / \text{CoefZona}}$$

On  $E_{\text{ponderada}}$  és l'energia ponderada segons les pèrdues que podem tenir en la nostre instal·lació;  $P_{\text{panell}}$  és la potencia en watts del tipus de panell escollit, i el 1,23 és un factor correctiu per a corregir les pèrdues per calentament i/o sombrejat. HPS són les hores solars pico, i es la quantitat d'energia solar ( $1000\text{Wh}/\text{m}^2$ ) que rep un metre quadrat de superfície al dia, és a dir, si tenim  $\text{HSP}=5$ , rebrem durant el dia  $5000\text{Wh}/\text{m}^2$ . Per últim, hi ha un coeficient segons a la zona que ens trobem. Tot seguit veurem un parell de figures que ens mostren les HSP i Zona solar de Barcelona i rodalies.

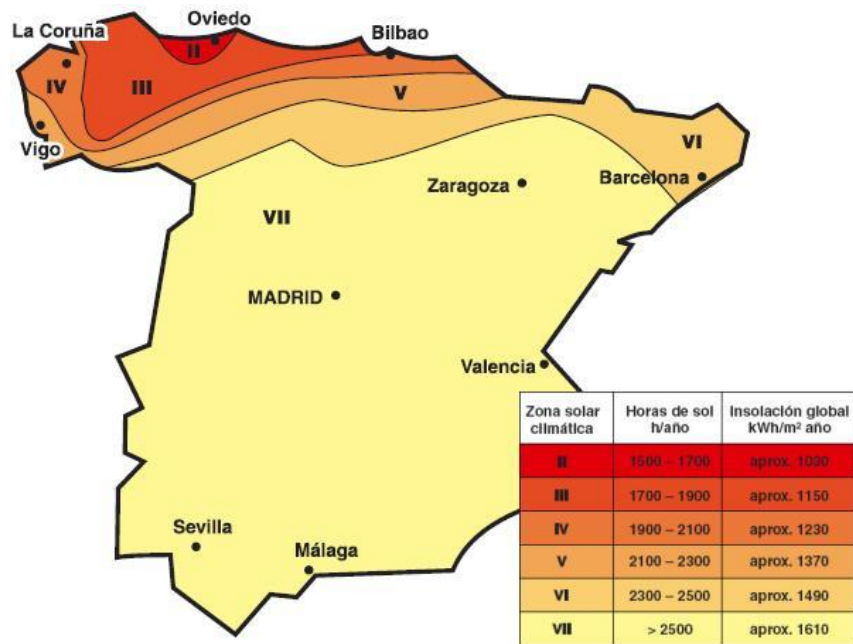


Figura 35. Zones solars a Espanya



Figura 36. Zones climàtiques a Espanya.

Així doncs, els valors que obtenim de HSP i Coeficient de zona climàtica són:

- HSP valor d'entre 6,3 i 6,8; agafarem un valor mig, és a dir, 6,5
- Zona climàtica II, al que li correspon un valor de coeficient 1,1

**Tabla 2.2 Coeficiente climático**

Zona climàtica	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

Taula 65. Coeficients climàtics segons zones climàtiques a Espanya

Així doncs, ara definim la potència de les plaques. Usarem les plaques Luxor ECO de 230 w. I l'energia ponderada serà de 10000 entre el coeficient de pèrdues. Les pèrdues que tindriem en la nostre instal·lació serien les pèrdues en acumulador, d'autodescàrrega i en el convertidor i considerem que seran d'un 20%. Per això l'energia ponderada és de  $10000/0,8 = 12500$  wh/dia.

Finalment, calculem el número de plaques solars:

$$N_{panells} = \frac{\left( \frac{E_{ponderada}}{P_{panell}} \right) * 1,23}{HPS / CoefZona} = \frac{\left( \frac{12500}{230} \right) * 1,23}{6,5 / 1,1} = 10,6 \approx 11$$

Així doncs, usarem 11 panells fotovoltaics.

També a la instal·lació fotovoltaica li faltaria un regulador, unes bateries i un inversor de corrent continua a corrent alterna.

## 12.7. Temps d'execució

El temps necessari d'execució es plantejarà en el punt actual. Aquí s'ha tingut en compte des de que es demana la llicència d'obra fins que l'habitatge és acabat. Primer de tot veurem els passos i es valorarà la durada fent servir l'ús de la fórmula següent:

$$Durada = \frac{(T \text{ òptim} + 3 * (T \text{ mitjà}) + T \text{ desfavorable})}{5}$$

Les activitats que s'hauran de dur a terme per a tal de la construcció són les següents (amb els seus temps òptims, temps mitjans i temps desfavorables, en dies), temps expressat en dies (i setmanes de 5 dies):

Projecte	Duració mínima	Duració mitja	Duració màxima	Duració
<b>Activitat 1: Llicència d'obres</b>				
1.1. Demanar llicència d'obres	0,5	0,5	0,5	0,5
1.2. Valoració i aprovació de la llicència	10	30	40	28
<b>Activitat 2: Compra de contenidors</b>				
2.1. Cerca de contenidors	1	1	2	1,2
2.2. Compra dels contenidors	1	1	1	1
<b>Activitat 3: Terreny</b>				
3.1. Neteja del terreny	3	3	4	3,2
3.2. Cimentació	6	7	10	7,4
<b>Activitat 4: Modificació contenidors</b>				
4.1. Realitzar obertures (finestres i portes)	3	4	6	4,2
4.2. Reforçament de l'estructura	1	2	2	1,8
4.3. Neteja dels contenidors	1	2	2	1,8
<b>Activitat 5: Transport</b>				
5.1. Transport dels contenidors fins al terreny	0,5	0,5	0,5	0,5
5.2. Descàrrega dels contenidors	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Activitat 6: Unió contenidors</b>				
6.1. Enclavament a la cimentació	2	4	5	3,8
6.2. Unió dels contenidors	5	6	9	6,4
<b>Activitat 7: Preparació del sòl</b>				
7.1. Col·locació aïllant, impremeabilitzant i acabat	9	10	13	10,4
<b>Activitat 8: Perfil·leria</b>				
8.1. Eliminació de parets interiors no necessàries.	9	10	12	10,2
8.2. Instal·lació de la perfil·leria interior.	9	10	11	10
<b>Activitat 9: Instal·lacions</b>				
9.1. Instal·lació higiènica (ACS i AFS)	10	13	15	12,8
9.2. Instal·lació de ventilació i clima	14	16	20	16,4
9.3. Instal·lació elèctrica	15	18	25	18,8



<b>Activitat 10: Aïllament de les parets</b>				
10.1. Apliació d'aïllament i revestiment exteriors	1	3	4	2,8
<b>Activitat 11: Acabats</b>				
11.1. Acabats del sostre	1	2	3	2
11.2. Acabats de pintura exterior	2	4	5	3,8

Taula 66. Durada de les activitats per al desenvolupament de la solució

Un cop sabem la durada de cada activitat, veurem la procedència i la seqüència de les activitats:

<b>Projecte</b>	<b>Activitat precedents</b>	<b>Activitats següents</b>
<b>Activitat 1: Llicència d'obres</b>		
1.1. Demanar llicència d'obres	INICI	1.2.
1.2. Valoració i aprovació de la llicència	1.1.	3.1. ; 3.2. ; 5.1.
<b>Activitat 2: Compra de contenidors</b>		
2.1. Cerca de contenidors	INICI	2.2.
2.2. Compra dels contenidors	2.1.	4.1. ; 5.1.
<b>Activitat 3: Terreny</b>		
3.1. Neteja del terreny	1.2.	3.2.
3.2. Cimentació	1.2. ; 3.1.	5.2.
<b>Activitat 4: Modificació contenidors</b>		
4.1. Realitzar obertures (finestres i portes)	2.2.	4.2.
4.2. Reforçament de l'estructura	4.1.	4.3.
4.3. Neteja dels contenidors	4.2.	5.2. ; 7.1. ; 8.1. ; 8.2.
<b>Activitat 5: Transport</b>		
5.1. Transport dels contenidors fins al terreny	1.2. ; 2.2.	5.2.
5.2. Descàrrega dels contenidors	5.1. ; 3.2. ; 4.3.	6.1. ; 8.1. ; 8.2.
<b>Activitat 6: Unió contenidors</b>		
6.1. Enclavament a la cimentació	5.2.	6.1.
6.2. Unió dels contenidors	6.1.	8.1. ; 8.2.
<b>Activitat 7: Preparació del sòl</b>		
7.1. Col·locació aïllant, impremeabilitzant i acabat	4.3.	9.1. ; 9.2. ; 9.4.
<b>Activitat 8: Perfil·leria</b>		
8.1. Eliminació de parets interiors no necessàries.	4.3. ; 5.2. ; 6.2.	9.1. ; 9.2. ; 9.4.
8.2. Instal·lació de la perfil·leria interior.	4.3. ; 5.2. ; 6.2.	9.1. ; 9.2. ; 9.4.
<b>Activitat 9: Instal·lacions</b>		
9.1. Instal·lació higiènica (ACS i AFS)	7.1. ; 8.2. ; 8.1	10.1.
9.2. Instal·lació de ventilació i clima	7.1. ; 8.2. ; 8.1.	9.3. ; 10.1.
9.3. Instal·lació elèctrica	7.1. ; 8.2. ; 8.1.	10.1.
<b>Activitat 10: Aïllament de les parets</b>		
10.1. Apliació d'aïllament i revestiment exteriors	9.1. ; 9.2. ; 9.3. ; 9.4.	11.1 ; 11.2.
<b>Activitat 11: Acabats</b>		
11.1. Acabats del sostre	10.1.	FI
11.2. Acabats de pintura exterior	10.1.	FI

Taula 67. Activitats amb les seves activitats següents i precedents.

Finalment, podem calcular els temps de inici i final de cada activitat, així doncs calculem que la durada esperada del projecte és de **75 dies**. Aquests dies es podrien escorçar si d'alguna manera s'aconsegueix la llicència d'obres una mica abans.

### 13. Resum pressupost i viabilitat econòmica

Com es pot veure al document Pressupost, el cost total de la construcció de la casa és de 99.808,95 € (noranta-nou mil vuit-cents vuit amb noranta-cinc euros). El pressupost és de 55.308,95 € (cinquanta-cinc mil tres-cents vuit amb noranta-cinc euros) si el terreny de compra no el tenim en compte. La viabilitat econòmica d'aquest projecte passa per a rebre ajudes de organitzacions no governamentals, governs, empreses i qualsevol persona amb ganes d'ajudar.

S'ha pensat que la distribució de les ajudes per part de cada col·lectiu podria ser un 40 % per a les organitzacions no governamentals, un 30% per governs i el 30% restant per a empreses i donatius de persones, així doncs ens quedariem amb el següent:

Entitat	Ajuda econòmica
ONG	39.923,58 €
Governos	29.942,69 €
Empreses i donatius	29.942,69 €

Taula 68. Ajuda econòmica per a l'execució del projecte.

A part d'això, podem considerar que aquest projecte podria aportar algun benefici econòmic en el cas del no ús de tota la electricitat generada per les plaques fotovoltaïques. Tot els diners generats, per petits que fossin, per a aquestes plaques anirà destinat a ajudar altres persones refugiades.

### 14. Anàlisi i valoració mediambiental

Per a procedir a l'anàlisi mediambiental i la seva valoració, s'ha de separar en el procés de construcció, el procés d'ús i el desmantellament. Per això es tindrà en compte en aquestes tres etapes:

#### a) Procés de construcció:

En el procés de construcció es compararà el cost ambiental de la construcció amb contenidors marítims i la construcció tradicional:

Primer de tot, parlarem del tema del transport. En el cas de la construcció tradicional, s'ha d'anar transportant tots els materials en diferents viatges, mentre que en el nostre cas al fer quatre viatges ja estaria. El cost energètic de transport per km és el següent:

VEHÍCULO	TIPO	Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO <sub>2</sub> /km)			
		URBANO	RURAL	INTERURBANO	
Camión diésel	Rígido	<= 14t	539,70	394,98	490,73
		>14t	1103,49	717,04	663,01
	Articulado	<= 34 t	1011,06	646,96	579,96
		>34 t	1506,13	947,43	791,44
Ligero	Gasolina	Cualquiera	365,27	207,32	220,36
	Diésel	Cualquiera	287,14	194,74	282,47

Figura 37. Emissions de CO<sub>2</sub> en funció del quilometratge.

Per tant si posem que per a la construcció del projecte s'ha usat 4 vegades el transport articulat de menys de 34 tones, i s'han fet 32,5 km, tenim un cost energètic de 102,88 kg de CO<sub>2</sub>; en canvi si es fa una construcció tradicional, els viatges per a transportar material són molts més, estimem que són propers a 10 i per tant el cost energètic és de 257,22 kg de CO<sub>2</sub>.

S'ha de dir també que per a l'ús de material reciclat (els contenidors) s'aprofita molta energia ja que sinó quan aquests contenidors ja no són útils (per que n'hi ha masses i no surt a compte que tonrin), els que es fa amb ells és fonre'ls. D'aquesta manera, donant-li una altre utilitat s'estalvien molts costos energètics, ja que al fondre els contenidors es produeixen kg de CO<sub>2</sub> i a més es gasta energia.

#### b) Procés d'ús:

Amb l'ús de plaques fotovoltaïques s'afavoreix al medi ambient ja que la producció d'electricitat actualment prové majoritàriament de l'energia nuclear i l'energia provinent del carbó (22,2% i 21,8% respectivament) i aquestes energies tenen residus. Per tant, si no es fa servir energia elèctric de xarxa s'estalvia la producció per mètodes que generen residus d'aquella quantitat d'energia.

També es pot dir que l'ús de bombes de calor elèctriques afavoreix a la no generació de gasos d'efecte hivernacle, ja que si s'usessin bombes de calor amb combustibles fòssils s'enviarien aquests gasos a l'atmosfera. Això ho podem veure com:

Els kWh a l'any usats per a calefacció, no generen cap residu en forma de gasos i en canvi si es fessin servir combustibles fòssils, s'hauria de multiplicar la quantitat de gasos produïts per la conversió a kg de CO<sub>2</sub>. És a dir:

kWh a l'any per calefacció i calentament de l'aigua: 930 kWh a l'any. Si aquest consum el produïm amb electricitat no produïm gasos d'efecte hivernacle; en canvi si usem gas natural (per exemple), trobarem el següent:

$$930 \frac{kWh}{any} * \frac{1 m^3 GN}{10,65 kWh} = 87,3 m^3 GN$$

$$87,3 m^3 GN * \frac{2,15 kg CO_2}{1 m^3 GN} = 187,75 kg CO_2$$

Per tant ens estalviem 187,75 kg de CO<sub>2</sub> per a la producció de calor.

## 15. Conclusions

Després de repassar la actualitat de les persones refugiades, es pot veure que aquest número de persones augmenta cada dia per injustícies de les quals no en tenen cap culpa, simplement pel fet d'haver nascut on han nascut. Per la situació que viuen es veuen forçats a emprendre perillosos viatges cap a un nou país on no hi tenen res però qualsevol cosa es millor que quedar-se al seu lloc d'origen.

S'ha vist que aquestes persones han existit durant molt de temps, i ho seguiran fet fins que no desapareguin les grans diferències que tenim al món; per això s'ha d'intentar ajudar en el que es pugui a aquestes persones i no deixar-les de banda. Després de desenvolupar una solució apta per a l'habitatge a dos famílies refugiades, es pot dir que el preu a pagar per tal de poder ajudar-les a viure una vida digna es assumible, i més tenint en compte que no es una solució simplement per a dos famílies sinó que aquesta solució pretén ajudar-ne a moltes durant el temps.

Tot i que hi haurà persones en contra (per al fet de que els refugiats arriben sense res i per tant, no es podrien pagar una vivenda), la solució ofereix una millora després de la gran odissea que passen aquestes persones per arribar al seu destí i simplement necessiten un temps per adaptar-se a la nova cultura i amb el temps poder viure pel seu compte, sense necessitat d'ajuda. És a dir, que la situació seria temporal fins a que s'arreglés la situació al seu país d'origen o s'adaptessin a la nova societat/cultura.

El treball ensenya que, en el cas d'un número reduït de persones, es pot aplicar un model allunyat de la realitat dels camps de refugiats. Per a donar ajut a un nombre més elevat de persones, la solució dissenyada es podria escalar; a més és un model que es podria expandir a altres llocs.

També podem dir que es una solució que es podria usar per tal d'ajudar a tot tipus de persones tot i que al treball simplement es parli de refugiats. Els refugiats són persones normals com nosaltres, que no tenen cap culpa de la situació que viuen i que com humans que som tothom podria passar per aquesta situació; per això pel fet de que es una situació involuntària on podria passar a qualsevol se'ls ha d'ajudar. Com deia la campanya d'ACNUR del 2015: "Cuando te encuentres con un refugiado, imagínate cómo se debe sentir. Y en vez de darle la espalda, ofrécele una sonrisa. Tal vez no parezca gran cosa. Pero para un refugiado puede serlo todo". Els refugiats són persones no números i com a tals se les ha d'acollir, protegir, promoure i integrar.

## 16. Planificació i programació del treball futur proposat

Aquest projecte acaba amb la construcció de la vivenda però els següents passos a seguir podrien ser els següents:

- Realitzar la construcció de la vivenda.
- Integrar els habitants a la nova ciutat i que no se sentin exclosos de la societat.
- Ensenyar aquest projecte a altres ciutats/governos per a tal de que els refugiats millorin la seva qualitat de vida.
- Planificar de la millor manera la entrada i sortida de les famílies a la vivenda.
- Planificar activitats per a que aquestes persones creixin en el nostre país i puguin aprendre.
- Acollir no simplement refugiats, sinó altres persones en risc. Persones sense recursos que viuen al carrer.
- Buscar una feina digna a tots els habitants de la vivenda.
- Desenvolupar el projecte a grans dimensions com a una alternativa als grans camps de refugiats actuals.
- Estudi del projecte a gran escala per a poder acollir a més persones.

## 17. Bibliografia i normativa aplicada

Les referències bibliogràfiques són les següents:

- Stop Mare Mortum. (2017). Manifest. Recuperat de <http://www.stopmaremortum.org/manifest/>
- Cruz Roja (2008) Migraciones africanas hacia Europa. Estudio cuantitativo y comparativo. Extret de: [http://www.cruzroja.es/pls/portal30/docs/PAGE/CANCRE/COPY\\_OF\\_ACCIONI NTERNACION/DOCUMENTACINTERNAC/INFODOCUS/DOCUTEC/MIGRACIONES\\_FINAL.PDF](http://www.cruzroja.es/pls/portal30/docs/PAGE/CANCRE/COPY_OF_ACCIONI NTERNACION/DOCUMENTACINTERNAC/INFODOCUS/DOCUTEC/MIGRACIONES_FINAL.PDF)
- UNICEF (2018) El conflicto de Siria. Extret de: [https://www.unicef.es/causas/emergencias/conflicto-en-siria?ac=AC-1695&qclid=CjwKCAjw2dvWBRBvEiwADllhn4fcGrlvTh-zzBR0h7aF5xsoH3JAH\\_ER5nFiwvkLRgT19DWVDFp9RoCr8MQAvD\\_BwE&qclsrc=aw.ds](https://www.unicef.es/causas/emergencias/conflicto-en-siria?ac=AC-1695&qclid=CjwKCAjw2dvWBRBvEiwADllhn4fcGrlvTh-zzBR0h7aF5xsoH3JAH_ER5nFiwvkLRgT19DWVDFp9RoCr8MQAvD_BwE&qclsrc=aw.ds)
- Personas refugiadas des del 1951 al 2017. Extret de la pàgina web de United Nations High Commissioner for Refugees <https://www.unhcr.org/>
- Personas refugiadas des del 1951 al 2017 a Espanya, extret de la pàgina web de la United Nations High Commissioner for Refugees <https://www.unhcr.org/>
- ARQTAINER. Ventajas de construir con containers. (Disponible a: <http://www.arqtainer.es.tl/--%3E-Ecol%F3gicas.htm>)
- Cuchí Burgos, Albert: "Arquitectura i sostenibilitat", p. 82, TTS, Ediciones UPC, Barcelona, 2005.
- Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), extret de la pàgina web <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
- FRONTEX <https://frontex.europa.eu/>
- Documento Básico HE Ahorro de Energía [https://www.coit.es/system/files/link\\_group/he\\_5\\_contribucion\\_fotovoltaica\\_minima\\_de\\_energia\\_electrica\\_77f479a7.pdf](https://www.coit.es/system/files/link_group/he_5_contribucion_fotovoltaica_minima_de_energia_electrica_77f479a7.pdf)



Normativa aplicada:

- Normativa urbanística de la zona metropolitana, document OME-T2-C1-S1 -  
Condicions d'habitabilitat
- Decret d'Habitabilitat: Decret 141/2012
- Código Técnico de la Edificación.
- Documento Básico Ahorro de Energía.