

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Instal·lació de recàrrega de vehicles elèctrics i de bateries per poder limitar la potència elèctrica contractada d'un bloc de pisos

Document: Memòria i Annexos

Alumne: Marc Valero i Cateura

Tutor: Jordi Comas Barón

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria de la Construcció

Convocatòria (mes/any): Juny / 2019

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA I ANNEXOS

· MEMÒRIA:

1.	INTRODUCCIÓ	3
1.1.	Antecedents.....	3
1.2.	Objecte	3
1.3.	Abast	3
2.	ÍNDIX DE TAULES I FIGURES	4
3.	DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI	5
4.	DETALLS DE LA INSTAL·LACIÓ	6
4.1.	Definició de les 2 hipòtesis	6
4.2.	Esquema d'instal·lació per a la recàrrega utilitzat	6
4.3.	Previsió de càrrega.....	8
4.4.	Subministrament.....	9
4.5.	CGP i LGA.....	9
4.6.	Centralització de comptadors (CC)	9
4.7.	Alimentació	10
4.8.	Línies d'enllaç.....	10
4.8.1.	Descripció de les canalitzacions i cables conductors	10
4.8.2.	Caiguda de tensió màxima	11
4.9.	ICP, IGA i ID.....	11
4.10.	Comptador secundari d'energia	12
	12
4.11.	Infraestructura de recàrrega.....	13
4.12.	Punt de connexió	13
5.	MESURES DE PROTECCIÓ	14
5.1.	Protecció contra contactes directes i indirectes	14

5.2. Protecció contra sobretensions	14
5.3. Protecció contra sobreintensitats.....	15
5.4. Protecció en funció de les influències externes	15
6. RESUM DEL PRESSUPOST	16
7. CONCLUSIONS	17
8. RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	18
9. BIBLIOGRAFIA / WEBGRAFIA	19
10. GLOSSARI.....	22

• ANNEXOS:

A. ÍNDEX DE TAULES I FIGURES	27
B. EL VEHICLE ELÈCTRIC	30
B.1. Introducció al VE.....	30
B.2. Tipus de VE	31
B.3. Parts d'un VE	32
B.4. Tipus de bateries elèctriques	33
C. RECÀRREGA DEL VEHICLE ELÈCTRIC	34
C.1. Tipus de connexions entre l'estació de càrrega i el VE	34
C.2. Esquemes d'instal·lació per a la recàrrega	36
C.3. Tipus de càrrega.....	44
C.4. Modes de càrrega.....	45
C.5. Tipus de connectors.....	47
C.6. Infraestructures de recàrrega.....	50
D. DETALLS DE LA INSTAL·LACIÓ	52
D.1. Previsió de càrrega.....	52
D.1.1. Edifici inicialment (sense instal·lació de recàrrega de VE):.....	52

D.1.2. Hipòtesis 1:	54
D.1.3. Hipòtesis 2:	60
D.1.4. Hipòtesis 3:	63
D.1.6. Hipòtesis 5:	69
D.2. Dimensionament de les canalitzacions	73
D.3. Càlcul de protecció contra sobreintensitats per curtcircuit.....	81
D.4. Càlcul de protecció contra contactes indirectes	81
D.5. Justificacions de la hipòtesis 4.....	83
D.5.1. Perfil de consum i potència màxima	83
D.5.2. Freqüència de recàrrega d'un VE	88
D.5.3. Previsió de consum (amb VE inclòs)	89
D.5.4. Sistema recàrrega intel·ligent CirBEON	91
D.5.5. Possibilitat de carregar el VE a la feina	91
D.5.6. Instal·lació bateria extra	91
E. ESTUDI ECONÒMIC DE LA INSTAL·LACIÓ	96
F. MIRADA AL FUTUR.....	99

I – MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

Davant l'actual auge del vehicle elèctric i tot el que en deriva, existeix la possibilitat que en un futur la majoria o la totalitat dels vehicles siguin elèctrics. És per això que seria un avantatge que cada persona pogués gaudir d'una estació de recàrrega particular a l'edifici o casa on viu quan tingués el seu vehicle estacionat a l'aparcament.

L'ús del VE és un objectiu de la Unió Europea a partir del 2020. Si bé és cert que en l'actualitat un percentatge molt petit dels vehicles són elèctrics, el nombre d'aquests i d'estacions de recàrrega públiques augmenten trimestralment a Catalunya.

La implantació del VE comporta un ventall d'avantatges en els que hi podem trobar, per exemple, la reducció d'emissions de CO₂ i altres contaminants, fet que provoca una millora en qualitat de l'aire. D'aquesta manera es promou una mobilitat sostenible i neix la possibilitat d'integrar les energies renovables en el món de l'automoció, un sector que depèn majoritàriament dels derivats del petroli.

1.2. Objecte

Redacció d'un projecte de la instal·lació de recàrrega de vehicles elèctrics per a un bloc ja existent de 12 pisos amb 12 places d'aparcament.

1.3. Abast

Es farà el projecte de la instal·lació elèctrica de recàrrega de vehicles elèctrics, per a cadascuna de les 12 places d'un bloc de pisos, d'acord amb la ITC- BT-52 del reglament de baixa tensió, Instal·lacions amb finalitats especials: Infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics.

A més, s'estudiarà la possibilitat d'instal·lar una bateria en cada punt de recàrrega del garatge que es carregarà quan no s'estigui carregant el vehicle. Aquesta instal·lació es complementarà amb un inversor. D'aquesta manera, s'intentarà evitar l'obligatorietat d'instal·lar un transformador a l'edifici d'acord amb el RD 1955/2000. S'inclourà l'estudi de viabilitat d'aquest emmagatzematge d'energia a la instal·lació interior de l'habitatge.

2. ÍNDEX DE TAULES I FIGURES

· Taules:

Taula 1 Previsió de potència de les 5 hipòtesis plantejades	8
Taula 2 Distàncies des de la CC fins als punts de recàrrega	11
Taula 3 Resum del pressupost	16

· Figures:

Figura 1 Emplaçament i situació del bloc de pisos.....	5
Figura 2 Esquema unifilar de la instal·lació (Esquema 2 de la ITC BT 52)	7
Figura 3 Punts de connexió en funció de l'alimentació i interruptor automàtic del punt de recàrrega	10
Figura 4 IGA amb ID de 16 A, marca CONEX model MEC950915 / Dispositiu de rearmament automàtic.....	12
Figura 5 Comptador secundari Hager 40 A, model ECP140D.....	12
Figura 6 Infraestructures de recàrrega (eHome / Sistema CirBEON)	13

3. DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI

L'edifici en el qual està basat el projecte és fictici. Aquest edifici, teòricament ja existent, està situat a la població de Fornells de la Selva, en el Carrer del Riu. El bloc de pisos en total té 12 habitatges repartits en 4 nivell, 3 habitatges per nivell. Hi ha tres tipus d'habitatges: el pis A (103 m²), el pis B (74 m²) i el pis C (124 m²). En cada nivell hi ha un habitatge de cada tipus. Es pot consultar els plànols de cada planta i de cada pis en l'apartat de PLÀNOLS.

Altres característiques a destacar de l'edifici són:

- A cada nivell hi ha 15 m² de zones comuns
- Les escales ocupen 7 m² per nivell
- El garatge té una superfície de 415 m² i té ventilació natural
- Els habitatges tipus A i C tenen un grau d'electrificació elevat (9200W) i els habitatges tipus B tenen un grau d'electrificació bàsic (5750 W)
- L'edifici no té cap transformador instal·lat. D'acord amb el RD 1955/2000, si la potència total de l'edifici sobrepassa els 100 kW és necessari la instal·lació d'un transformador. En aquest cas, quan es va fer la previsió de potència de l'edifici el valor obtingut va ser de 88,94 kW. Els càlculs per a arribar a aquest valor es poden veure a l'Annex D.1.1.
- La centralització de comptadors de tots els habitatges es troba a la planta baixa. Es pot veure la seva ubicació a l'apartat de PLANOLS

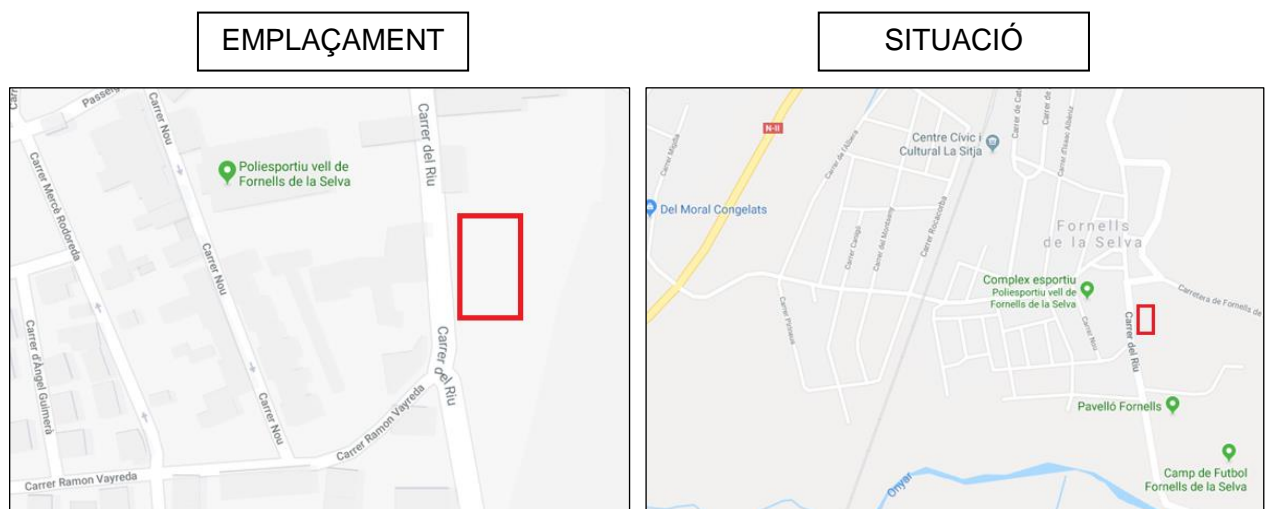


Figura 1 Emplaçament i situació del bloc de pisos

4. DETALLS DE LA INSTAL·LACIÓ

4.1. Definició de les 2 hipòtesis

S'han estudiat cinc hipòtesis, exposades a continuació:

- HIPÒTESIS 1: Cada un dels 12 blocs de pisos tindrà un grau d'electrificació elevat (9.200 W)
- HIPÒTESIS 2: Els pisos A i B de cada planta tindran un grau d'electrificació elevat (9.200 W), i el pis C de cada planta tindrà un grau d'electrificació bàsic (5.750 W)
- HIPOTESIS 3: Cada un dels blocs de pisos tindrà un grau d'electrificació bàsic (5.750 W)
- HIPOTESIS 4: Cada un dels blocs de pisos tindrà un grau d'electrificació bàsic (7.360 W)
- HIPOTESIS 5: Els pisos A i B de cada planta tindran un grau d'electrificació bàsic (7.360 W), i el pis C de cada planta tindrà un grau d'electrificació bàsic (5.750 W)

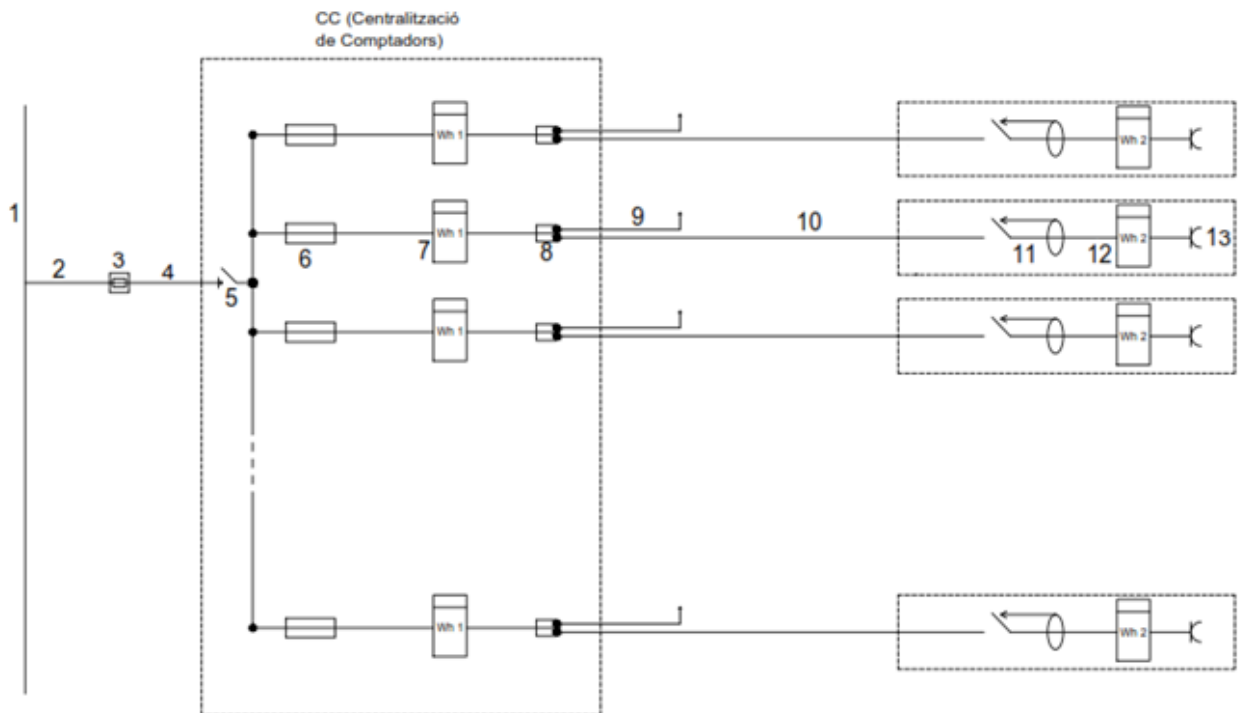
4.2. Esquema d'instal·lació per a la recàrrega utilitzat

L'esquema escollit és l'esquema 2: Instal·lació individual amb un comptador principal comú per a l'habitatge i per a l'estació de recàrrega.

S'ha escollit aquest esquema per dos motius:

1. La CC tenia prou espai lliure per fer-hi les modificacions necessàries per a aquest esquema.
2. El garatge està únicament destinat a la gent que viu al bloc de pisos (una plaça de garatge per a cada habitatge), i aquest esquema és el que et permet compartir un sol comptador entre l'habitatge i el VE, és a dir, el consum de tot l'habitatge (VE inclòs) es pot agrupar en un únic contracte.

L'esquema 2 té la següent forma:



LLEGENDA:

- | | |
|--|---|
| 1. Xarxa de distribució | 9. DI (Derivació Individual de l'habitatge) |
| 2. Escomesa | 10. Circuit de recàrrega individual |
| 3. CGP (Caixa General de Protecció) | 11. IGA (Interruptor General Automàtic) amb interruptor diferencial |
| 4. LGA (línia General d'Alimentació) | 12. Comptador secundari |
| 5. IGM (Interruptor General de Maniobra) | 13. Endoll dedicat |
| 6. Fusible de protecció | |
| 7. Comptador principal | |
| 8. Borns de sortida de la CC | |

Figura 2 Esquema unifilar de la instal·lació (Esquema 2 de la ITC BT 52)

4.3. Previsió de càrrega

El valor de la previsió de potència de l'edifici ve donat per la fórmula (Eq. 1):

$$P_{edifici} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (Eq. 1)$$

on:

P_1 : càrrega corresponent al conjunt d'habitatges (VE inclòs) obtinguda com el nombre d'habitatges multiplicat per el coeficient de simultaneïtat de la taula 1 de la ITC-BT-10

P_2 : càrrega corresponent als serveis generals

P_3 : càrrega corresponent als locals comercials i oficines

P_4 : càrrega corresponent al garatge

El valor de la previsió de potència de l'edifici un cop fet els càlculs per a cada una de les hipòtesis es pot veure a la Taula 1:

HIPÒTESIS 1		HIPÒTESIS 2		HIPÒTESIS 3	
P_1 (kW)	102,01	P_1 (kW)	90,62	P_1 (kW)	72,62
P_2 (kW)	5,09	P_2 (kW)	5,09	P_2 (kW)	5,09
P_3 (kW)	0	P_3 (kW)	0	P_3 (kW)	0
P_4 (kW)	4,15	P_4 (kW)	4,15	P_4 (kW)	4,15
TOTAL (kW)	111,25	TOTAL (kW)	99,86	TOTAL (kW)	81,86

HIPÒTESIS 4		HIPÒTESIS 5	
P_1 (kW)	83,79	P_1 (kW)	78,48
P_2 (kW)	5,09	P_2 (kW)	5,09
P_3 (kW)	0	P_3 (kW)	0
P_4 (kW)	4,15	P_4 (kW)	4,15
TOTAL (kW)	93,04	TOTAL (kW)	87,72

Taula 1 Previsió de potència de les 5 hipòtesis plantejades

Finalment s'ha escollit la hipòtesis 4. D'acord amb el RD 1955/2000, si la potència total de l'edifici sobrepassa els 100 kW és necessari la instal·lació d'un transformador. Teòricament, seguint la hipòtesis 4 no caldria la instal·lació d'aquest. A l'apartat d'annexos estan exposades una sèrie de justificacions per les quals seria possible que cada pis tingués electrificació bàsica de 7,36 kW enlloc d'elevada.

4.4. Subministrament

El subministrament de l'edifici va a càrrec de l'empresa ENDESA i se subministra amb una tensió de 230/400 V. L'edifici disposarà de subministrament elèctric amb una tensió d'alimentació de 230V en el cas de tensió monofàsica i 400V en cas de tensió trifàsica. Cada pis del bloc tindrà un grau d'electrificació bàsic i rebrà una potència de 7360 W.

Aquesta tensió d'alimentació s'adapta a la normativa vigent, al Reglament Elèctric de Baixa Tensió (REBT) i a les seves instruccions complementàries, garantint en tot moment un correcte funcionament i subministrament i la seguretat de les persones.

4.5. CGP i LGA

La CGP té l'objectiu de protegir la o les LGA. Hi ha d'haver una CGP per a cada LGA. D'acord amb la ITC BT 13, si la potència total de l'edifici no sobrepassa els 150 kW n'hi ha prou amb una única LGA. Per tant, com que la potència prevista de tot l'edifici no sobrepassa aquest valor no és necessari la instal·lació d'un altre LGA i la seva CGP.

La CGP existent està situada a la façana exterior de la planta baixa, a 1 metre del terra i a 2 metres a la dreta de la porta d'entrada de l'edifici.

4.6. Centralització de comptadors (CC)

La CC està situada davant de la porta d'entrada de l'edifici a la planta baixa. A l'apartat de plànols (Plànol nº 6) es pot veure la ubicació d'aquesta. La CC està formada per:

- IGM, protecció de 250 A
- Embarrat general i fusible de protecció de 63 A
- Comptadors
- Embarrat de protecció, borns de sortida i posada a terra. La presa de terra de la instal·lació utilitza un esquema TT

4.7. Alimentació

La instal·lació elèctrica per a la recàrrega del VE s'alimentarà de la xarxa de distribució amb una tensió nominal de 230/400 V en corrent altern, ja que el mode de càrrega és el mode 3.

L'alimentació del punt de recàrrega serà monofàsica i l'interruptor automàtic de protecció serà de 16 A. Això significa que la potència instal·lada del punt de recàrrega serà de 3680 W.

Alimentación del punto de carga	Base de toma de corriente según	Interruptor automático de protección del punto de carga
Monofásica	UNE 20315-1-2 Figura C2a.	10 A
	UNE 20315-2-11 Figura C7a.	10 A
	UNE-EN 62196-2	16 A
Trifásica	UNE-EN 62196-2	16 A

Figura 3 Punts de connexió en funció de l'alimentació i interruptor automàtic del punt de recàrrega

4.8. Línies d'enllaç

4.8.1. Descripció de les canalitzacions i cables conductors

La distribució dels circuits des de el comptador principal fins a la infraestructura de recàrrega es farà mitjançant safates no metàl·liques no perforades de U23X. A l'Annex D.2 es poden veure les característiques tècniques d'aquesta safata.

Els cables conductors del circuit seran de coure tipus RZ1-K(AS) 0,6/1 kV no propagador de flama, no propagador de l'incendi, baixa emissió de fums opacs, emissió reduïda de gasos tòxics, lliure d'halògens i nul·la d'emissió de gasos corrosius; tot d'acord amb les seves normes UNE corresponents. La secció dels cables és de 6 mm² i portaran un aïllament de policlorur de vinil (PVC). A l'Annex D.2 es pot veure també els càlculs per determinar la secció dels cables.

Les distàncies des de la CC fins a cada plaça del garatge es poden veure a la taula següent (Taula 2):

CC → Planta Baixa pis A	71,5 metres
CC → Planta Baixa pis B	20 metres
CC → Planta Baixa pis C	68 metres
CC → 1 ^a Planta pis A	64,5 metres
CC → 1 ^a Planta pis B	26,5 metres
CC → 1 ^a Planta pis C	61 metres
CC → 2 ^a Planta pis A	58 metres
CC → 2 ^a Planta pis B	33,5 metres
CC → 2 ^a Planta pis C	54,5 metres
CC → 3 ^a Planta pis A	51 metres
CC → 3 ^a Planta pis B	75 metres
CC → 3 ^a Planta pis C	47,5 metres

Taula 2 Distàncies des de la CC fins als punts de recàrrega

En total per a dur a terme la instal·lació es necessitarà un total de 631 metres de cable conductor de coure amb aïllament de PVC i un total de 60 metres de safata no metàl·lica no perforada de U23X.

4.8.2. Caiguda de tensió màxima

Segons la ITC BT 52, la caiguda de tensió màxima admissible en qualsevol circuit des del seu origen fins el punt de recàrrega no pot ser superior al 5%. En aquesta instal·lació, la caiguda de tensió de la CC fins el punt de recàrrega més allunyat (plaça corresponent al pis B de la 3^a planta) és del 3,73 %.

4.9. ICP, IGA I ID

Segons la ITC BT 52, per a l'esquema 2 no és necessària la instal·lació d'un ICP addicional al punt de recàrrega ja que el consum de l'habitatge i el de l'estació de recàrrega s'engloba en un mateix contracte i la potència de l'habitatge és inferior a 15 kW. La funció de control de potència la farà el comptador principal.

A l'estació de recàrrega s'instal·la un IGA amb ID de la marca CONEX, model de referència MEC950915. Es tracta d'un IGA de intensitat nominal de 1P+N de 16 A, de tall omnipolar de corba C i amb poder de tall de 10 kA. Aquest ID permet el rearmament automàtic quan salta l'ICP.

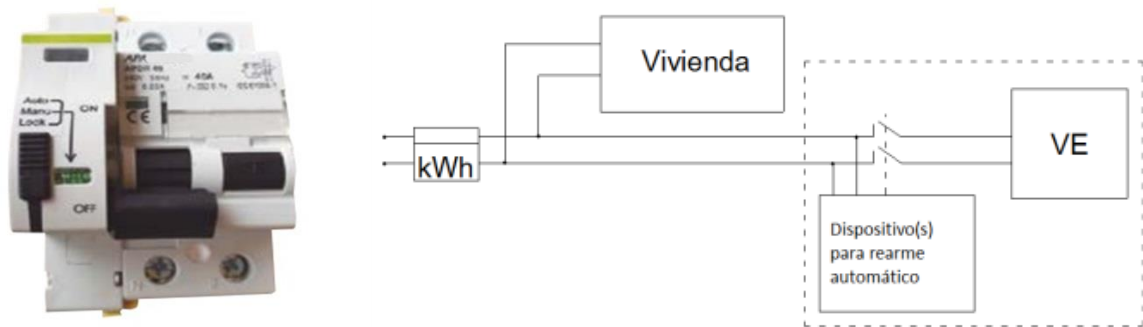


Figura 4 IGA amb ID de 16 A, marca CONEX model MEC950915 / Dispositiu de rearmament automàtic

4.10. Comptador secundari d'energia

La instal·lació d'un comptador secundari és opcional en aquest cas (esquema 2). Tant el consum de l'habitatge com el de l'estació de recàrrega es veuen reflectits en el comptador principal. La funció principal d'aquest comptador secundari és distingir el consum d'energia de l'habitatge amb el de la recàrrega del VE. S'instal·laran 12 comptadors (un per a cada plaça del garatge) monofàsics de 40 A de la marca Hager del model ECP140D.



Figura 5 Comptador secundari Hager 40 A, model ECP140D

4.11. Infraestructura de recàrrega

De totes les infraestructures de recàrrega del mercat s'ha optat pel model eHome de CIRCUTOR perquè és ideal per a entorns domèstics, pel seu ús pragmàtic i per la bona relació qualitat/preu. Permet carregar tots els VE del mercat en mode 3 amb un connector tipus 1 (SAE J1772) i tipus 2 ("Mennekes") en funció del VE.

A més, s'incorporarà el sistema CirBEON també de CIRCUTOR. Es tracta d'un sensor de recàrrega intel·ligent per controlar la potència consumida. S'instal·la sota l'IGA, detecta la potència que s'està consumint a l'habitatge i en funció d'això subministra més o menys potència al VE.

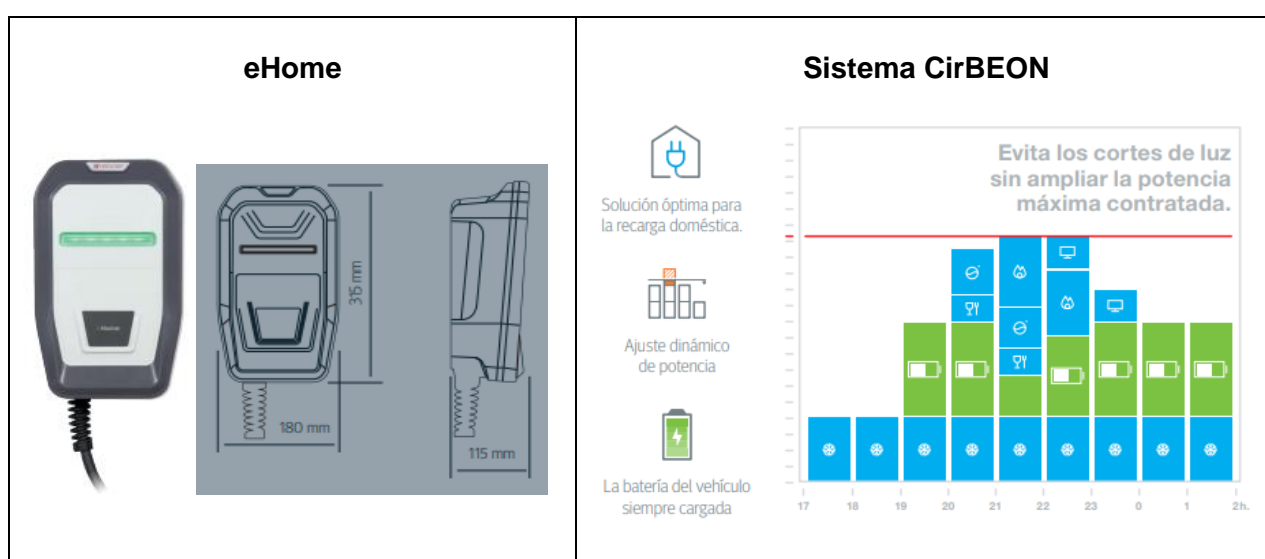


Figura 6 Infraestructures de recàrrega (eHome / Sistema CirBEON)

4.12. Punt de connexió

Segons la ITC BT 52, el punt de connexió ha d'estar a la plaça del garatge on es produirà la càrrega instal·lat de forma fixa. L'aparell eHome (en aquest cas) ha d'estar a una altura mínima de 0,6 metres respecte al terra i una màxima de 1,2 metres. Per recomanacions, l'aparell eHome estarà situat a una altura d'1 metres ja que totes les places del garatge estaran adaptades a persones amb mobilitat reduïda.

5. MESURES DE PROTECCIÓ

5.1. Protecció contra contactes directes i indirectes

La instal·lació projectada compleix el que estableix la ITC BT 24 per assegurar la protecció de les persones i animals domèstics contra els xocs elèctrics deguts a contactes directes i indirectes.

Contra contactes directes:

- Protecció per aïllament de les parts actives. Aquestes estaran recobertes per un aïllament que només podrà ser eliminat destruint-lo.
- Protecció per mitjà de barreres o envoltants. Aquests tenen un grau de protecció mínim IP4X o IPXXD segons UNE 20.324.

Contra contactes indirectes:

- Protecció per tall automàtic de l'alimentació. Cada punt d'alimentació està protegit per un diferencial de tipus A amb un corrent diferencial-residual de 30 mA.

5.2. Protecció contra sobretensions

La instal·lació projectada compleix el que estableix la ITC BT 23 per assegurar la protecció dels circuits contra sobretensions temporals i transitòries.

Els dispositius de protecció contra sobretensions temporals estan instal·lats en el circuit de recàrrega al costat de l'estació i estan previstos per una sobretensió màxima entre fase i neutre de 440 V.

Ja hi ha instal·lat un dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries de tipus 1 integrat en el mòdul del IGM i protegit mitjançant fusibles. A part, com que la distància entre aquest dispositiu i les estacions de recàrrega és superior a 10 metres, s'instal·la un dispositiu de protecció addicional contra sobretensions transitòries de tipus 2 al costat de l'estació.

5.3. Protecció contra sobreintensitats

Per a la protecció contra sobreintensitats, seguint els requisits de la ITC BT 22, els circuits de recàrrega estaran protegits contra les sobrecàrregues i curtcircuits per un interruptor automàtic de tall omnipolar, de corba C.

Aquest interruptor automàtic garanteix la correcte protecció del circuit i evita al mateix temps que es dispari intempestivament la protecció durant el procés de recàrrega.

5.4. Protecció en funció de les influències externes

No es preveu mesures de protecció per la penetració de cossos sòlids estranys ni aigua, corrosió ni resistència als raigs ultravioleta degut a que es tracta d'una instal·lació interior. En canvi, si que es preveu mesures de protecció per dany mecànic.

Els envoltants que protegeixen contra contactes directes tenen un grau de protecció IK08 (equivalent a impacte de 5 J) contra impactes mecànics externs. Tot i que les canalitzacions no es troben ubicades en una zona de risc de dany mecànic, es preveu que els tubs tinguin una resistència a l'impacte de grau 4 i una resistència a la compressió de grau 5.

6. RESUM DEL PRESSUPOST

CONCEPTE	PREU
Total mà d'obra	1.919,95 €
Total materials	17.411,46 €
Total despeses auxiliars sobre la mà d'obra	29,71 €
Pressupost d'execució material	19.361,12 €
10% despeses generals	1.936,11 €
5% benefici industrial	968,06 €
SUMA TOTAL (sense IVA)	22.265,29 €
IVA: 21%	4.675,71 €
PRESSUPOST TOTAL	26.941,00 €

Taula 3 Resum del pressupost

El pressupost total d'execució material, que inclou la instal·lació del circuit i les infraestructures de recàrrega pel VE per a cada una de les places del garatge, ascendeix a DINOU MIL TRES-CENTS SEIXANTA-U euros amb DOTZE cèntims.

El pressupost total de la instal·lació, amb IVA inclòs, ascendeix a VINT-I-SIS MIL NOU-CENTS QUARANTA-U euros.

7. CONCLUSIONS

La primera conclusió que es pot treure és que la implementació del VE i de infraestructures de recàrrega (públiques o privades) en els pròxims anys serà una realitat. El que avui és una opció, d'aquí no gaires anys serà una obligació.

En quant a la instal·lació, no hi ha molta experiència encara en aquest sector però cada vegada n'hi haurà més. Hi ha diverses maneres de dur-la a terme en funció de si es tracta d'un habitatge unifamiliar o un bloc de pisos, de si el garatge està destinat a ús públic o privat, de l'espai disponible a la CC, de si es tracta d'un habitatge d'obra nova o és una reforma d'un habitatge ja existent, del tipus de VE que es tingui, del tipus de càrrega que es desitgi, etc.

En aquest projecte s'ha buscat que la instal·lació sigui:

- Econòmica
- Adequada per a un bloc amb 12 habitatges i 12 places de pàrquing (Esquema 2)
- El més general possible (En el sentit que el màxim de persones possible independentment del VE que tinguin la puguin usar. En aquest sentit, les úniques persones que quedarien excloses de la instal·lació serien aquells que tinguessin un VE de marca TESLA)
- Senzilla i que garanteixi la seguretat

Sobre l'elecció de la hipòtesi, com es demostra en els annexos, una electrificació bàsica de 7,36 kW és suficient per a satisfer les necessitats d'un habitatge d'entre 75 i 125 m² amb un punt de recàrrega pel VE. És innecessari tenir més potència contractada de la necessària. Enlloc d'augmentar la potència contractada, en aquest cas degut a la instal·lació del punt de recàrrega del VE, s'ha de buscar redistribuir el consum tal que amb una potència inferior no saltin els ploms. A més, amb una electrificació bàsica de 7,36 kW s'evita la instal·lació d'un transformador, fet que significa un important estalvi econòmic.

Per últim, respecte la instal·lació de bateries, actualment no és una opció que es contempli amb molta força degut a que, tot i estar en creixement constant, el VE no està implantat fermament en la societat. Per aquesta raó i pel fet que encara queda molt de desenvolupament en el món de les bateries elèctriques el preu d'aquestes fa que no surti a compte instal·lar-ne en l'actualitat. D'altra banda, crec que d'aquí a no gaires anys aquesta opció d'instal·lar bateries per a reduir la potència contractada (i conseqüentment la demanda de potència de la xarxa elèctrica espanyola) agafarà més força fins al punt d'implantar-se a la societat com un fet corrent.

8. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document nº 1: Memòria i Annexos

I – Memòria

II – Annexos

Document nº 2: Plànols

Document nº 3: Plec de condicions

Document nº 4: Estat d'amidaments

Document nº 5: Pressupost

9. BIBLIOGRAFIA / WEBGRAFIA

- [1] Tipus de vehicle elèctric | factorenergia. (s.d.). Recuperat 2 maig 2019, de <https://www.factorenergia.com/ca/blog/mobilitat-electrica/tipus-de-vehicle-electric/>
- [2] Qué es un coche eléctrico y cómo funciona | Ventajas autos. (s.d.). Recuperat 2 maig 2019, de <https://www.peugeot.es/que-es-un-coche-electrico.html>
- [3] ¿Cómo son las baterías de los coches eléctricos? | RACE. (s.d.). Recuperat 2 maig 2019, de <https://www.race.es/como-son-baterias-coches-electricos>
- [4] Tipos de recarga - Vehículo Eléctrico. (s.d.). Recuperat 3 març 2019, de <https://endesavehiculoelectrico.com/recarga/tipos-de-recarga/>
- [5] Modos de recarga del vehículo eléctrico - Electromovilidad. (s.d.). Recuperat 3 març 2019, de <http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- [6] TIPOS DE CONECTORES PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. (s.d.). Recuperat 3 març 2019, de <https://www.recargacocheelectricos.com/tipos-conectores-vehiculos-electricos/>
- [7] Tipos de conectores para la recarga de coches eléctricos. (s.d.). Recuperat 3 març 2019, de <https://www.conducetuciudad.com/es/recarga-del-coche-electrico/tipos-de-conectores>
- [8] *Recarga de Vehículos Eléctricos Movilidad eléctrica Equipos y sistemas inteligentes* circutor.es. (s.d.). Recuperat de http://docs.circutor.com/docs/CT_RVE_SP.pdf
- [9] Aguerrea, Í. I. (26 / Marzo / 2015). Universidad Pública de Navarra (UPNA). Consultat el 8 / Marzo / 2019, a Modelo de simulación del consumo de energía eléctrica doméstica: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/16924>
- [10] Proyecto Perfila | Red Eléctrica de España. (s.d.). Recuperat 4 abril 2019, de <https://www.ree.es/es/sostenibilidad/proyectos-destacados/proyectos-de-idi-de-contribucion-al-negocio/proyecto-perfila>
- [11] Km medios recorridos al año por los vehículos para uso personal, por relación con la actividad económica de la persona de referencia y antigüedad del vehículo. (s.d.). Recuperat 25 abril 2019, de <http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t25/p500/2008/p10/&file=10020.px>
- [12] Los coches eléctricos más vendidos en España en 2018 - Autofácil. (s.d.). Recuperat 27 abril 2019, de <https://www.autofacil.es/industria/2019/01/04/coches-electricos-vendidos-espana/48090.html>
- [13] La recarga de coches eléctricos en el lugar de trabajo, una de las formas de incentivar las ventas más efectiva | forococheelectricos. (s.d.). Recuperat 14 maig 2019, de <https://forococheelectricos.com/2018/01/la-recarga-de-coches-electricos-en-el-lugar-de-trabajo-una-de-las-formas-de-incentivar-las-ventas-mas-efectiva.html>
- [14] Powerwall | La batería Tesla para el hogar. (s.d.). Recuperat 23 maig 2019, de https://www.tesla.com/es_ES/powerwall

- [15] Baterías 12V | Comprar al Mejor Precio. (s.d.). Recuperat 23 maig 2019, de <https://autosolar.es/baterias/baterias-12v>
- [16] Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). *El vehículo eléctrico : desafíos tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio*. Recuperat de https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=z6VIQmSodD8C&oi=fnd&pg=PA12&dq=re carga+vehiculo+electrico&ots=qS37mJzTiY&sig=Mny0iC_NVqmEk0LwdhqfmXih3Q8#v=onepage&q&f=false
- [17] ACCIONA: Sustainable Infrastructure and Renewable Energy. (s.d.). Recuperat 17 abril 2019, de <https://www.acciona.com/>
- [18] ¿Está preparado el mundo para que todos tengamos coche eléctrico? | Talento Digital | EL PAÍS. (s.d.). Recuperat 4 juny 2019, de https://elpais.com/elpais/2017/08/11/talento_digital/1502448212_258339.html
- [19] ¿Tenemos energía para tanto coche eléctrico? | Sociedad | EL PAÍS. (s.d.). Recuperat 4 juny 2019, de https://elpais.com/sociedad/2018/11/15/actualidad/1542301777_290729.html
- [20] El peligro para el coche eléctrico que es que triunfe el coche eléctrico. (s.d.). Recuperat 4 juny 2019, de <https://www.xataka.com/automovil/peligro-para-coche-electrico-que-que-triunfe-coche-electrico>

Guia Tècnica d'aplicació al REBT:

- [1] ITC-BT-07 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_07.pdf
- [2] GUÍA-BT-10 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: INSTALACIONES DE ENLACE. (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_10_sep03r1.pdf
- [3] GUÍA-BT-19 MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: INSTALACIONES INTERIORES. (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_19_feb09R2.pdf
- [4] GUÍA-BT-20 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: INSTALACIONES INTERIORES. (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_20_sep03R1.pdf
- [5] Técnica Aplicación, G. DE. (s.d.). GUÍA-BT-21 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_21_sep03R1.pdf
- [6] GUÍA-BT-22 MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES. (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_22_oct05R1.pdf

- [7] *GUÍA-BT-23 MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIÓN DE INSTALACIONES INTERIORES PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.* (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/guias/guia_bt_23_jul12R2.pdf
- [8] *GUÍA-BT-24 MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.* (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_24_oct05R1.pdf
- [9] *MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD Guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52. INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES: INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.* (s.d.). Recuperat de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/guias/guia_bt_52_nov17R1.pdf

10. GLOSSARI

- VE: Vehicle elèctric
- SAVE: Sistema d'alimentació específic del vehicle elèctric
- SPL: Sistema de protecció de la línia
- LGA: Línia general d'alimentació
- IGA: Interruptor General Automàtic
- CGP: Caixa General de Protecció
- DI: Derivació Individual
- ICP: Interruptor de Control de Potència
- IGM: Interruptor General de Maniobra
- DGCP: Dispositius Generals de Comandament i Protecció
- CC: Centralització de Comptadors
- DC: Corrent Continu
- AC: Corrent Altern
- BEV: Battery Electric Vehicle
- REEV: Range Extended Electric Vehicle
- PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle
- HEV: Hybrid Electric Vehicle
- UE: Unió Europea
- EEUU: Estats Units d'Amèrica
- INE: Instituto Nacional de Estadística

II – ANNEXOS

A. ÍNDEX DE TAULES I FIGURES

• Taules:

Taula 4 Tipus de càrrega del VE.....	44
Taula 5 Modes de càrrega del VE.....	46
Taula 6 Connectors i modes de càrrega dels VE del mercat.....	49
Taula 7 Previsió de càrrega, hipòtesi 1	59
Taula 8 Previsió de càrrega, hipòtesi 2	62
Taula 9 Previsió de càrrega, hipòtesi 3	65
Taula 10 Previsió de càrrega, hipòtesi 4	68
Taula 11 Previsió de càrrega, hipòtesi 5	72
Taula 12 Factors de correcció per a agrupament de varis circuits	74
Taula 13 Factor de correcció en funció de la temperatura ambient i l'aïllament	75
Taula 14 Intensitats admissibles (A) a l'aire a 40°C. N° de conductors en càrrega i tipus d'aïllament	76
Taula 15 Taula de resistivitats en funció de la temperatura.....	77
Taula 16 Resistències i reactàncies per unitat de longitud dels cables de coure.....	77
Taula 17 Valors de K	78
Taula 18 Valors de Ucc.....	79
Taula 19 Taula d'actuació del diferencial	82
Taula 20 Estimació del consum mensual de l'habitatge on visc	87
Taula 21 Km anuals en funció de l'estat laboral i l'antiguitat del vehicle	88
Taula 22 Autonomia i capacitat de la bateria dels 10 VE més venuts a Espanya l'any 2018	89
Taula 23 Previsió de consum amb VE inclòs	90
Taula 24 Cost anual en funció de la potència contractada	94
Taula 25 Quadre d'amortització de la bateria TESLA Powerwall.....	94
Taula 26 Preus mitjans dels VE i vehicles de combustió l'any 2018.....	97
Taula 27 Quadre d'amortització de la instal·lació elèctrica.....	97

- Figures:

Figura 7 Descobriment i producció mundial de petroli.....	30
Figura 8 Parts d'un VE.....	32
Figura 9 Cas 1, connexió del VE a l'estació amb un cable solidari al VE	34
Figura 10 Cas 2, connexió del VE a l'estació amb un cable addicional	34
Figura 11 Cas 3, connexió del VE a l'estació amb un cable solidari a l'estació de recàrrega	35
Figura 12 Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris a les estacions de recàrrega.....	36
Figura 13 Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris en les estacions de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors per la recàrrega del VE)	37
Figura 14 Instal·lació col·lectiva amb un comptador principal i comptadors secundaris per a cada una de les estacions de recàrrega.....	38
Figura 15 Instal·lació individual amb un comptador principal comú per a l'habitatge i per a l'estació de recàrrega.....	39
Figura 16 Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (utilitzant la centralització de comptadors existent)	40
Figura 17 Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors).....	41
Figura 18 Instal·lació amb un circuit addicional per a la recàrrega del VE en habitatges unifamiliars	42
Figura 19 Instal·lació amb circuit o circuits addicionals per a la recàrrega del VE.....	43
Figura 20 Tipus de connectors del VE	48
Figura 21 Sistema CirBEON (Circutor)	50
Figura 22 eHOME i WallBox (Circutor).....	51
Figura 23 Detalls de la safata de les canalitzacions.....	73
Figura 24 Gràfic de l'energia específica en funció de la intensitat de curtcircuit.....	80
Figura 25 Protecció contra contactes indirectes, esquema TT	81

Figura 26 Corba Duració de pas de corrent - Intensitat que passa pel cos	82
Figura 27 Perfil de consum d'una família de 4 membres amb una eficiència energètica mitja	83
Figura 28 Projecte a partir del qual s'ha construït un panel de consumidors amb dades de consums de comptadors intel·ligents	84
Figura 29 Perfil de consum previst amb VE inclòs (carregant el VE a la nit)	90
Figura 30 Bateria TESLA Powerwall	92
Figura 31 Especificacions de la bateria TESLA Powerwall	92
Figura 32 Factura anual per a una potència contractada de 5,75 kW	93
Figura 33 Factura anual per a una potència contractada de 7,36 kW	93
Figura 34 Factura anual per a una potència contractada de 7,36 kW Temps (anys)	95
Figura 35 Gràfic d'amortització de la instal·lació i VE	98
Figura 36 Demanda i consum elèctric del 30/04/2019	99

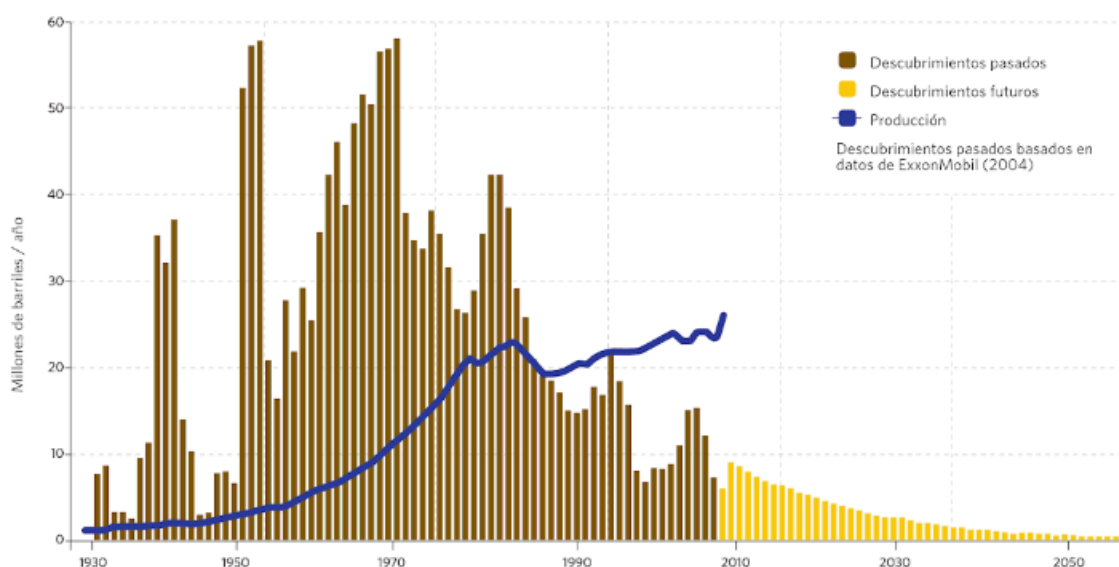
B. EL VEHICLE ELÈCTRIC

B.1. Introducció al VE

Un VE és un mitja de transport que funciona amb un motor elèctric que està alimentat per una bateria elèctrica. La diferència fonamental entre aquests vehicles i els vehicles convencionals, és a dir, els de combustió interna, és la font d'energia que utilitzen per funcionar. Mentre que els motors de combustió interna, la font d'energia dels quals és el gasoil o la gasolina, funcionen amb uns rendiment del voltant del 30%, els VE funcionen amb electricitat i amb rendiments del 95%.

La implantació del VE comporta un ventall d'avantatges en els que hi podem trobar, per exemple, la reducció d'emissions de CO₂ i altres contaminants, fet que provoca una millora en la qualitat de l'aire. D'aquesta manera es promou una mobilitat sostenible i neix la possibilitat d'integrar les energies renovables en el món de l'automoció, un sector que depèn majoritàriament dels derivats del petroli. El petroli, com a combustible fòssil, ha necessitat milions d'anys per a generar-se i en canvi només pocs perquè la humanitat quasi l'esgoti. Com es pot veure en la Figura 7, cada cop hi ha més demanda de petroli però el descobriment de nous jaciments d'aquest disminueix amb el temps i s'espera que cada vegada se'n trobin menys. És per això que en un futur no molt llunyà serà inevitable que els vehicles funcionin amb electricitat.

L'ús del VE és un objectiu de la UE a partir del 2020. Si bé és cert que en l'actualitat un percentatge molt petit dels vehicles són elèctrics, el nombre d'aquests i d'estacions de recàrrega públiques augmenten trimestralment a Catalunya.



Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda

Figura 7 Descobriment i producció mundial de petroli

B.2. Tipus de VE

- Vehicle 100% elèctric:

Anomenat BEV, funciona 100% amb electricitat. El motor elèctric transforma l'energia que hi ha emmagatzemada a les bateries en energia cinètica i la transmet directament a les rodes del vehicle. Aquests vehicles aprofiten l'energia que es genera en es frenades i els desnivells i l'acumulen a les bateries.

- Vehicle elèctric d'autonomia estesa:

Anomenat REEV, són VE amb un petit motor extra de combustió, que serveix per generar electricitat perquè alimenti a les bateries quan estiguin buides i es pugui disposar d'autonomia extra. Quan les bateria elèctriques s'esgoten, es pot o bé recarregar-les o bé deixar que l'engegui el motor de combustió. El motor de combustió extra pot donar fins a 200 km addicionals d'autonomia.

- Vehicle híbrid endollable:

Anomenat PHEV, són vehicles que disposen d'un motor elèctric alimentat per bateries i un altre de convencional de gasoil o gasolina. El primer s'utilitza en desplaçaments urbans i el segons en desplaçaments per carretera.

- Vehicle elèctric híbrid:

Anomenat HEV, funcionen exactament igual que els híbrids endollables, però la bateria es recarrega únicament aprofitant l'energia de les frenades i la inèrcia des desnivells. És a dir, aquests vehicles no inclouen l'opció d'endollar-se a la corrent.

- Motocicletes i ciclomotors elèctrics:

Es tracta de motocicletes i ciclomotors convencionals funcionant a partir d'un motor elèctric. Tenen molts avantatges mediambientals comparats amb els que funcionen mitjançant motors de combustió.

B.3. Parts d'un VE

- Motor: Pot ser un motor de corrent continu o de corrent altern. El VE en pot tenir més d'un, depenent del disseny d'aquest.
- Carregador: Absorbeix l'electricitat de la xarxa (corrent altern).
- Transformadors: Converteixen el corrent altern que absorbeix el carregador en corrent continu.
- Bateries: Emmagatzemen l'energia que els transformadors han convertit en corrent continu. A partir d'aquestes s'alimenta el VE, les bateries venen a ser els dipòsits de combustible dels vehicles convencionals.
- Inversors: Transformen el corrent continu en corrent altern. En els vehicles que tenen un motor elèctric que funciona amb corrent altern, l'inversor va connectat a la bateria.
- Controladors: Comproven que el sistema funcioni correctament i regulen l'energia que rep el motor.

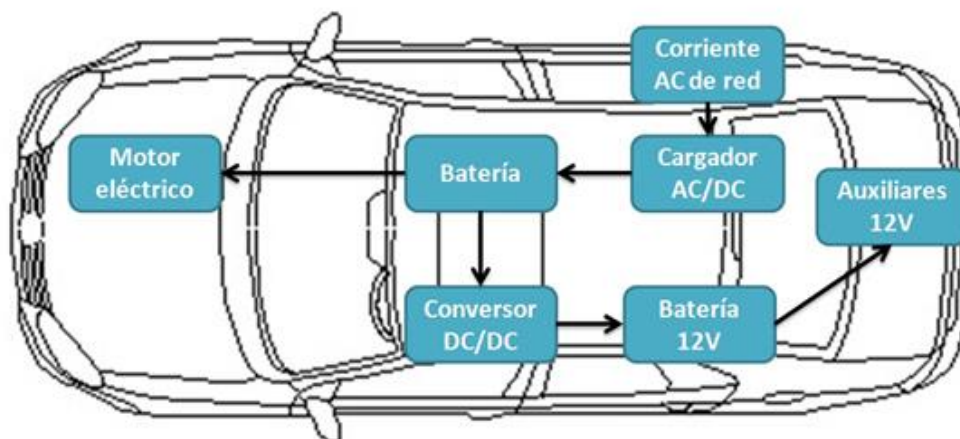


Figura 8 Parts d'un VE

B.4. Tipus de bateries elèctriques

- Plom – Àcid (Pb – Àcid):

Són les més antigues i les que s'han usat més en vehicles convencionals. Solen ser de 6 i 12 volts. S'utilitzen bàsicament per a funcions d'arrancada del vehicle, il·luminació o suport elèctric. Ofereixen una autonomia d'uns 100 km aproximadament. Tenen un cost relativament baix i responen bé en fred. Per contra, cada cop s'utilitza menys ja que són pesades, el plom és tòxic, tenen una capacitat de recàrrega lenta i necessiten un manteniment periòdic.

- Níquel – Cadmi (NiCd):

Són bastant utilitzades en la indústria de l'automòbil, tot i que el seu alt cost i l'efecte memòria (la bateria no es recarrega del tot per culpa de la formació de petits cristalls a l'interior de la bateria) fan que no sigui la millor solució com a bateria d'un VE. Necessita menys manteniment i són més fiables que les de plom – àcid.

- Níquel – Hidrur metàl·lic (NiMh):

Són bastant utilitzades en PHEV i HEV. Tenen menys efecte memòria; per contra, són menys fiables i són menys resistents a temperatures i corrents de càrrega altes que les de níquel – cadmi. Necessiten un grau de manteniment molt alt.

- Ió – Liti (LiCoO₂):

Són bateries que fa poc temps que existeixen, capaces d'emmagatzemar el doble d'energia que les de níquel – cadmi essent 3 vegades més petites. No tenen efecte memòria, tenen un rendiment elevat i no necessiten manteniment. Avui en dia són la millor solució per a un VE. Per contra, el seu cost és molt elevat i són fràgils.

- Ió – Liti amb càtode de LiFePO₄:

Es diferencien de les anteriors en que no porten Cobalt, fet que les fa més segures i estables (per l'elevada quantitat de ferro) i tenen més potència. Per contra, poden emmagatzemar menys energia i el seu cost és encara més elevat. Tampoc no necessiten manteniment.

- Polímer de Liti (LiPo):

És una variació de les de Ió – Liti amb més capacitat per emmagatzemar energia i més potència. Són les més cares i tenen un cicle de vida curt.

C. RECÀRREGA DEL VEHICLE ELÈCTRIC

C.1. Tipus de connexions entre l'estació de càrrega i el VE

La connexió entre el VE i l'estació de recàrrega es podrà dur a terme segons els casos explicats a continuació. Les següents imatges no representen cap esquema específic, si no que il·lustren les opcions que hi ha per realitzar la recàrrega.

- Cas 1: Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable solidari al vehicle acabat en una clavilla.

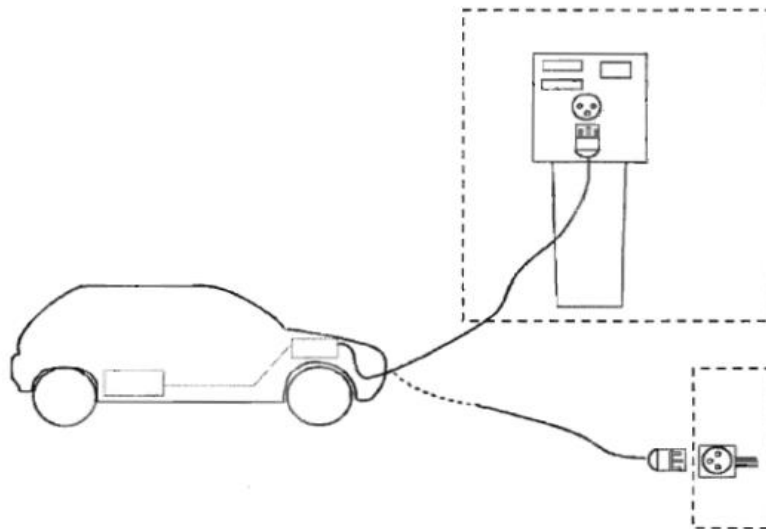


Figura 9 Cas 1, connexió del VE a l'estació amb un cable solidari al VE

- Cas 2: Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable addicional. Aquest cable, un extrem del qual està acabat en una clavilla i l'altra en un connector, és un accessori del vehicle.

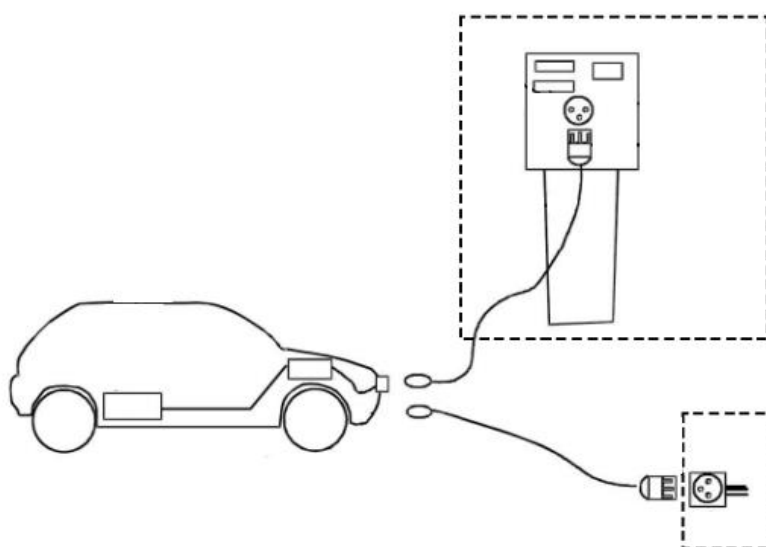


Figura 10 Cas 2, connexió del VE a l'estació amb un cable addicional

- Cas 3: Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable solidari a l'estació de recàrrega acabat en un connector.

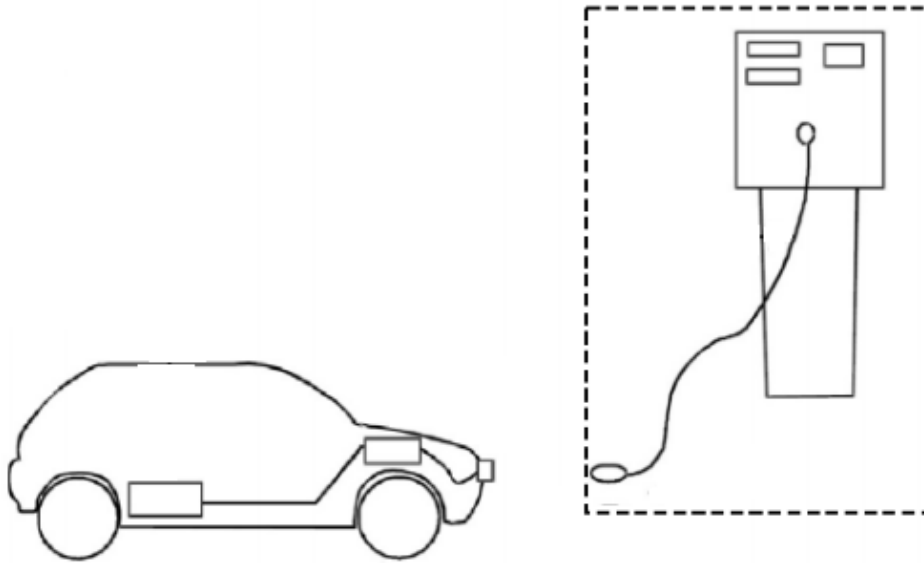


Figura 11 Cas 3, connexió del VE a l'estació amb un cable solidari a l'estació de recàrrega

C.2. Esquemes d'instal·lació per a la recàrrega

1. ESQUEMA COL·LECTIU O TRONCAL AMB UN COMPTADOR PRINCIPAL A L'ORIGEN DE LA INSTAL·LACIÓ

Aquest esquema està especialment destinat a gestors de càrrega o comunitats de veïns que vulguin repartir les despeses. En els tres esquemes que es representaran a continuació (Figures 12, 13 i 14) són necessaris un comptador secundari per a cada estació de recàrrega (comptarà el consum que té cada estació) i un comptador principal troncal (consum total de totes les estacions).

Per a la instal·lació de circuits de recàrrega segons els següents 3 esquemes i l'esquema 4b (Figures 17 i 18), es faran servir caixes de derivació de les que sortiran derivacions per alimentar cada estació. Aquestes caixes de derivació aniran a càrrec de la comunitat de veïns.

- **Esquema 1a: Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris a les estacions de recàrrega**

Esquema pensat per a immobles que tinguin espai de sobre en la CC. En aquest cas el comptador principal troncal cap en la CC ja existent. Els comptadors secundaris estan situats a l'estació de recàrrega.

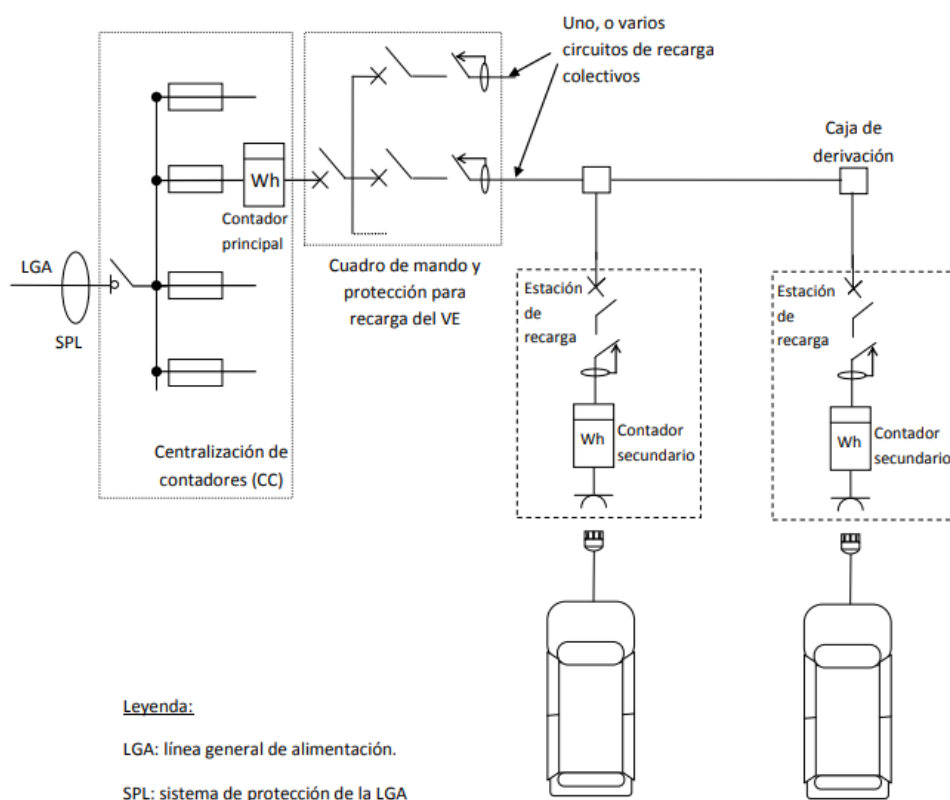


Figura 12 Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris a les estacions de recàrrega

- **Esquema 1b: Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris en les estacions de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors per la recàrrega del VE)**

Esquema pensat per a immobles que no tinguin espai suficient en la CC. En aquest cas es crea una nova centralització pel comptador principal troncal. Els comptadors secundaris estan situats a l'estació de recàrrega.

Com a norma, sempre es seguirà l'esquema 1a (Figura 7) utilitzant els mòduls de reserva de la centralització existent. Si no fos possible, s'intentaria ampliar la centralització existent, és a dir, utilitzant l'esquema 1a. Com a última opció, si no hi hagués espai en la centralització existent i no es pogués ampliar, es crearia una nova centralització per l'estació de recàrrega.

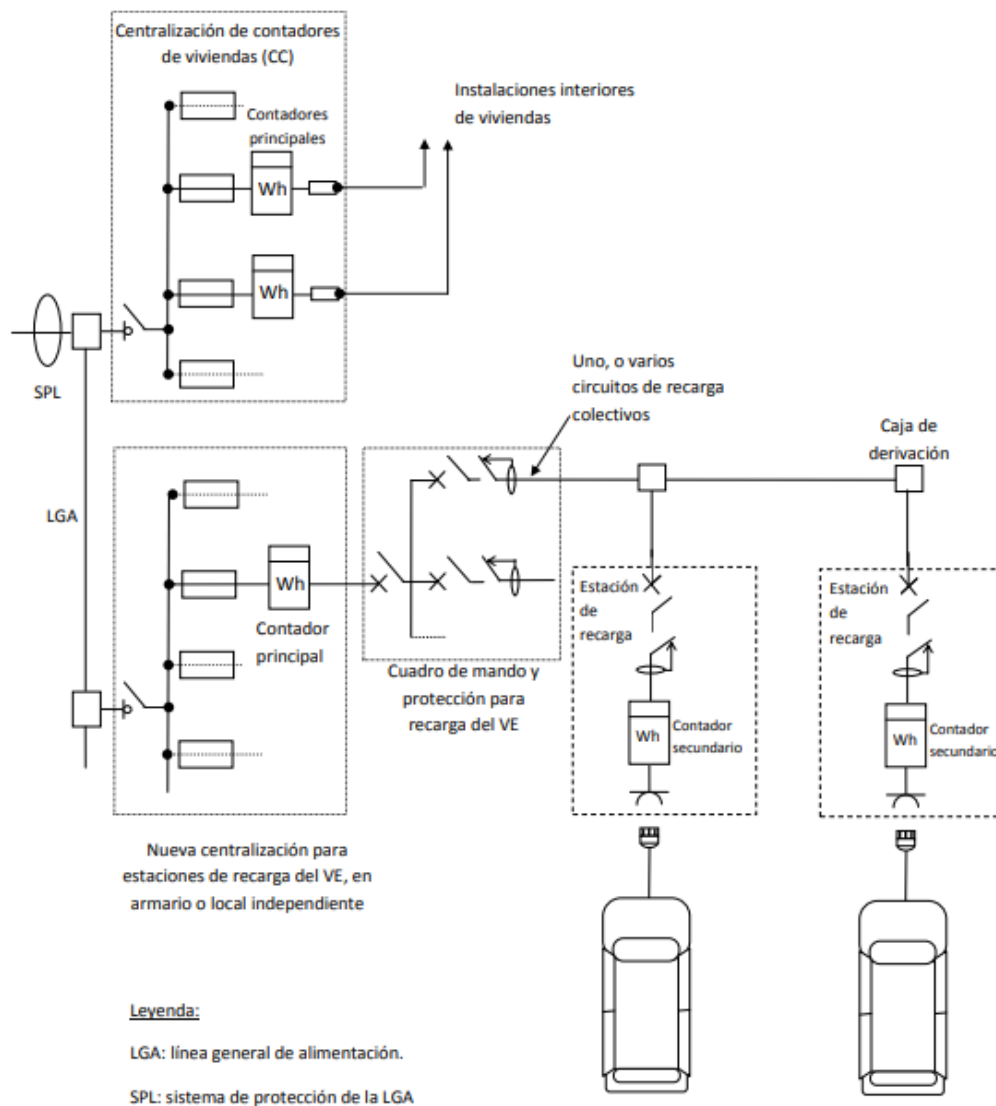


Figura 13 Instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris en les estacions de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors per la recàrrega del VE)

- **Esquema 1c: Instal·lació col·lectiva amb un comptador principal i comptadors secundaris per a cada una de les estacions de recàrrega**

Esquema pensat especialment per a pàrquings públics.

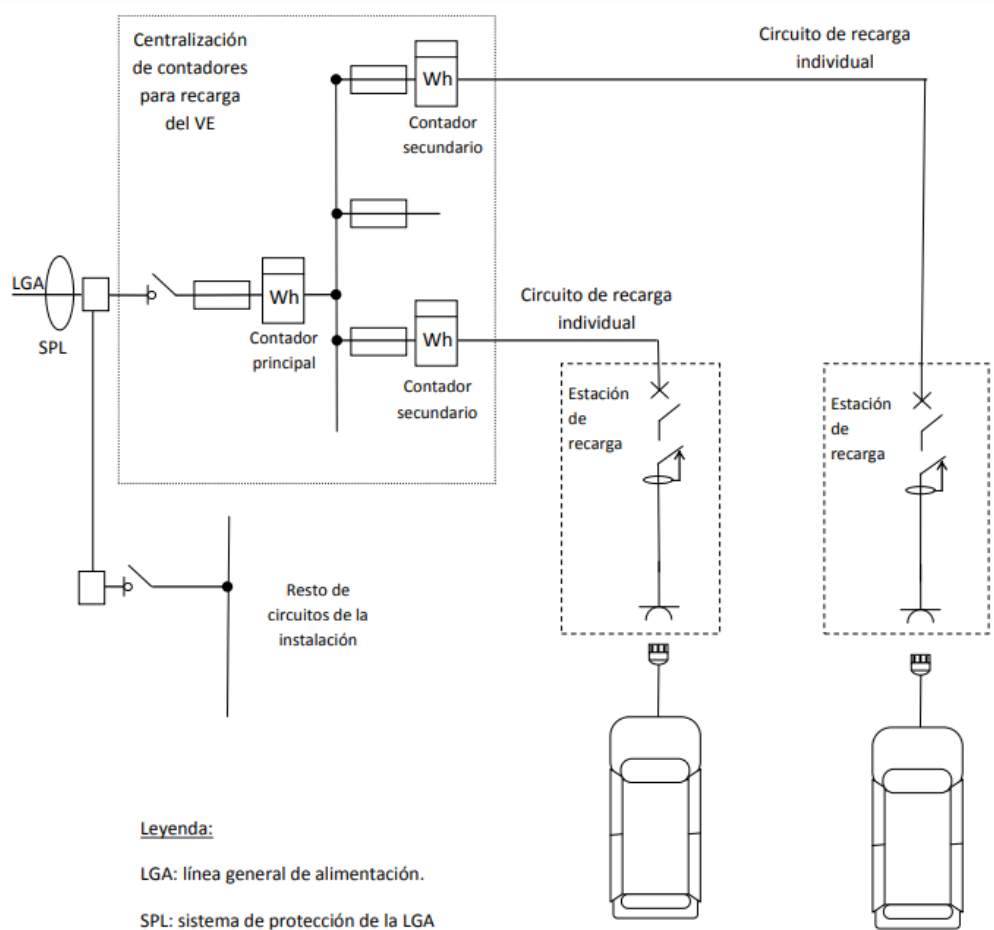


Figura 14 Instal·lació col·lectiva amb un comptador principal i comptadors secundaris per a cada una de les estacions de recàrrega

2. ESQUEMA INDIVIDUAL AMB UN COMPTADOR COMÚ PER A L'HABITATGE I L'ESTACIÓ DE RECÀRREGA

- Esquema 2: Instal·lació individual amb un comptador principal comú per a l'habitatge i per a l'estació de recàrrega

Esquema que permet compartir un sol comptador entre l'habitatge i el vehicle, és a dir, el consum de tot l'habitatge es pot agrupar en un únic contracte. El fusible de la centralització protegeix contra curtcircuits tant a la DI com al circuit de recàrrega individual. Per a potències inferiors a 15 kW no caldrà instal·lar un ICP independent per l'estació de recàrrega, si no que la seva funció la farà el comptador principal. En cas d'actuació de la funció de control de potència, el seu rearmament és farà directament des de l'habitatge.

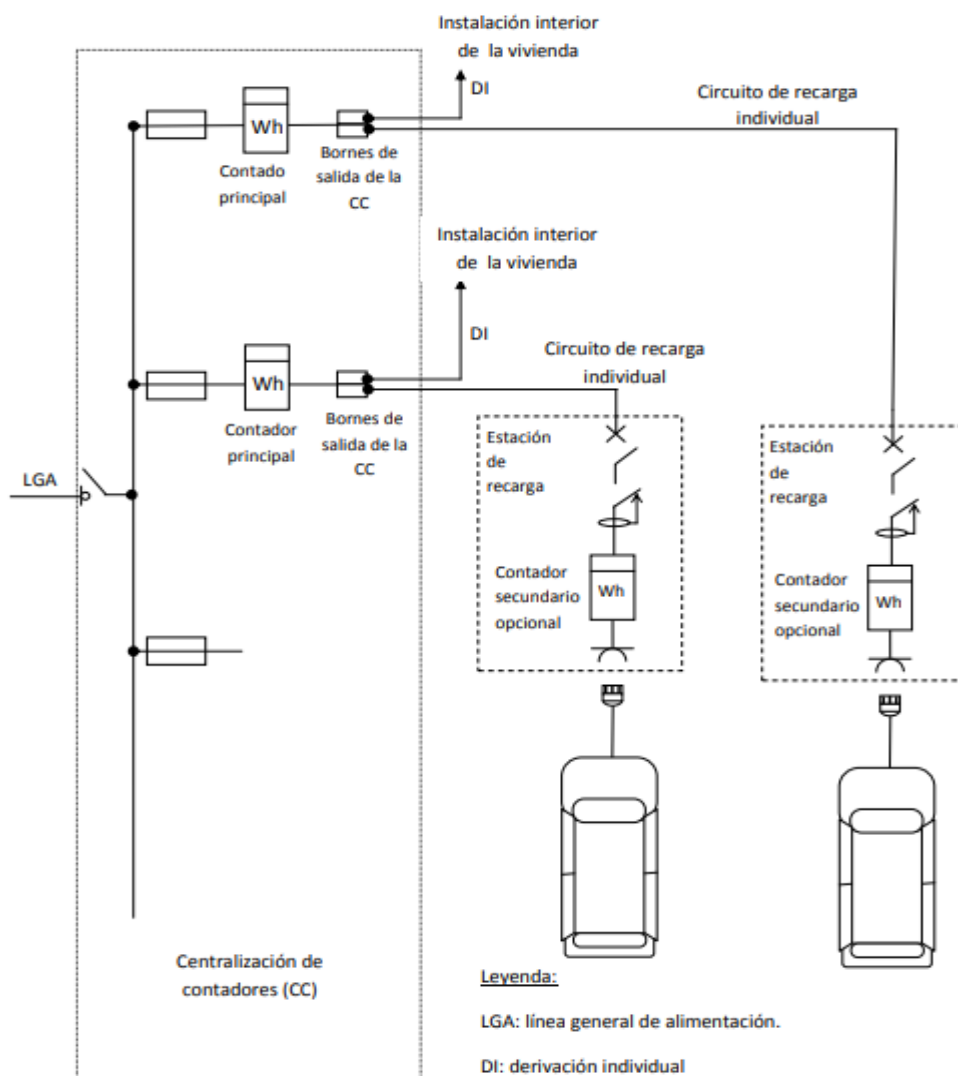


Figura 15 Instal·lació individual amb un comptador principal comú per a l'habitatge i per a l'estació de recàrrega

3.ESQUEMA INDIVIDUAL AMB UN COMPTADOR PER A CADA ESTACIÓ DE RECÀRREGA

Aquest esquema és molt semblant als esquemes 1a i 1b, l'única diferència és que aquest no està especialment pensat per a comunitats de veïns. Hi ha un comptador principal destinat a l'habitatge i un altre destinat a la recàrrega del VE. En aquest esquema no és necessari cap comptador secundari.

A l'hora d'escollir un esquema entre el 3a i el 3b (Figures 16 i 17), es seguirà la mateixa norma per escollir entre els esquemes 1a i 1b, que s'ha descrit anteriorment.

- **Esquema 3a: Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (utilitzant la centralització de comptadors existent)**

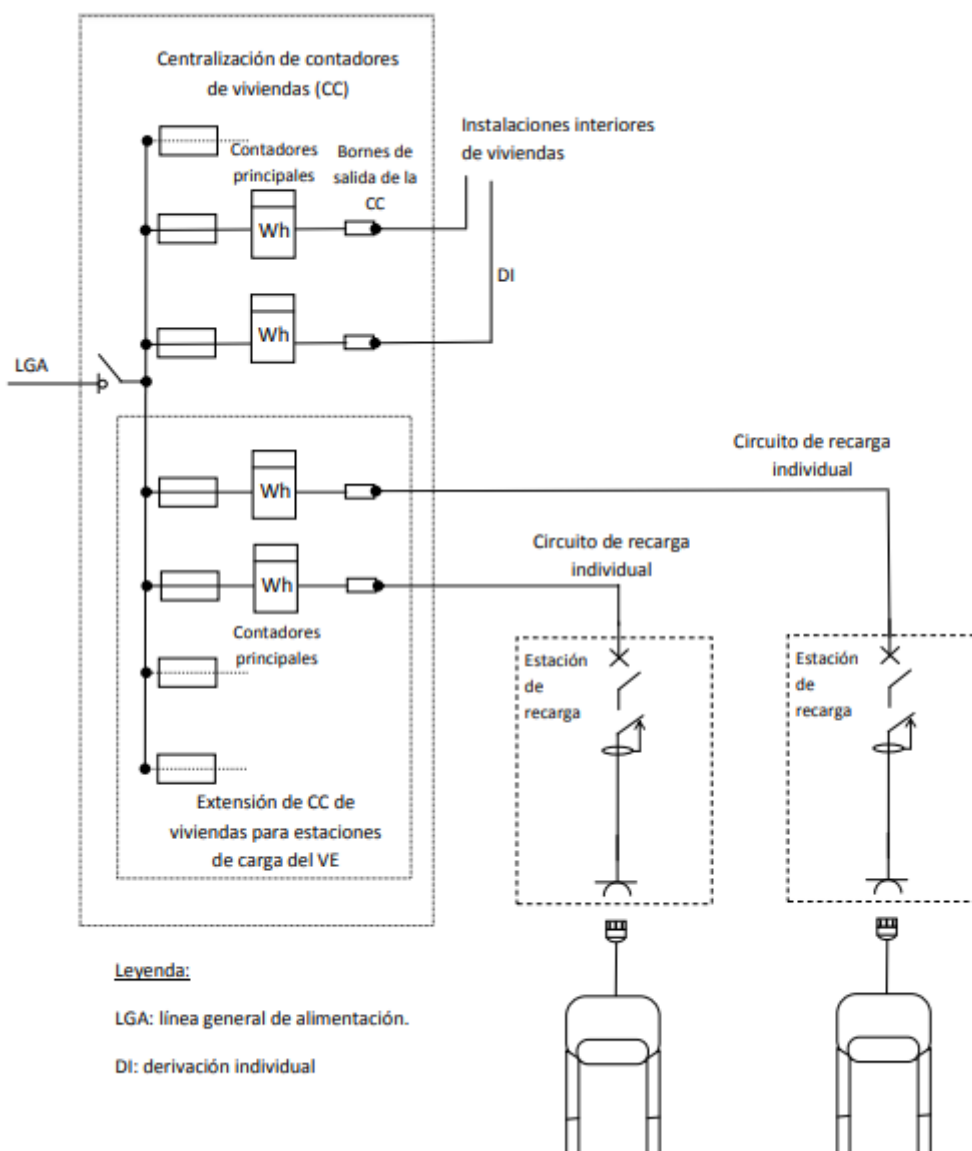


Figura 16 Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (utilitzant la centralització de comptadors existent)

- **Esquema 3b: Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors)**

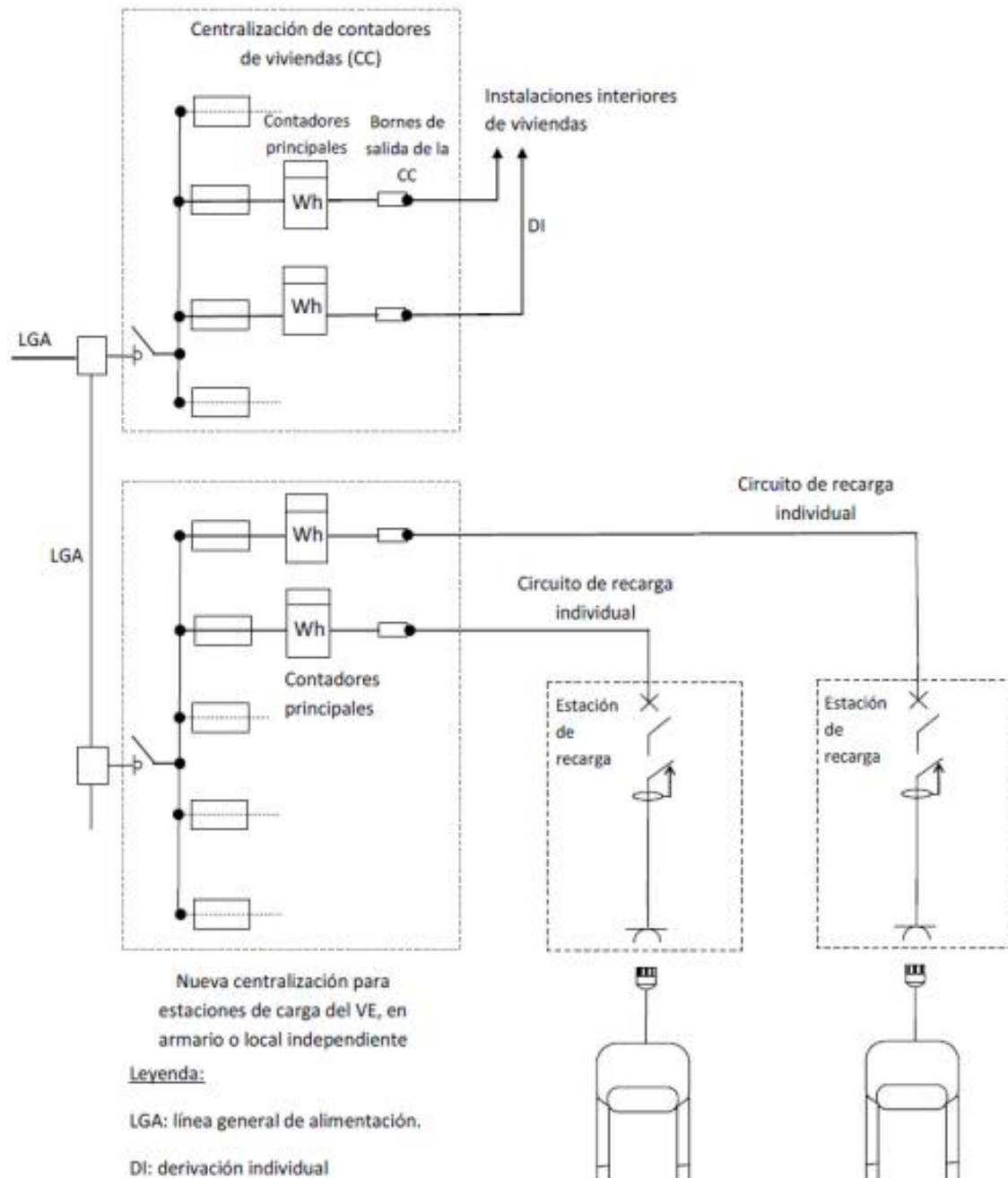


Figura 17 Instal·lació individual amb un comptador principal per a cada estació de recàrrega (amb una nova centralització de comptadors)

4. ESQUEMA AMB CIRCUIT O CIRCUITS ADDICIONALS PER A LA RECÀRREGA DEL VE

- Esquema 4a: Instal·lació amb un circuit addicional per a la recàrrega del VE en habitatges unifamiliars

Esquema pensat per a habitatges unifamiliars, tot i que també és aplicable en edificis o conjunts immobiliaris en règim de propietat horitzontal segons la ITC BT 52 sempre i quan la infraestructura comú de l'edifici estigui preparada per a aquest tipus d'instal·lació. Tot i això, es recomana que només s'utilitzi aquest esquema en habitatges unifamiliars o en finques de qualsevol tipus amb un únic subministrament.

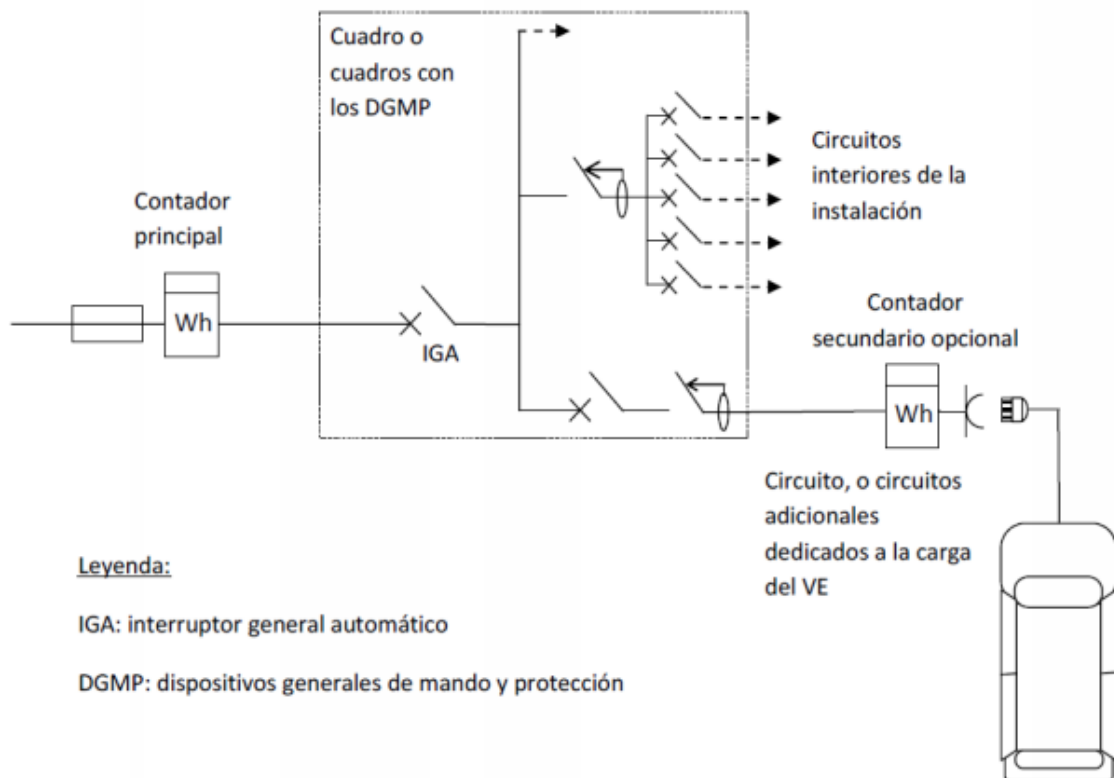


Figura 18 Instal·lació amb un circuit addicional per a la recàrrega del VE en habitatges unifamiliars

- **Esquema 4b: Instal·lació amb circuit o circuits addicionals per a la recàrrega del VE**

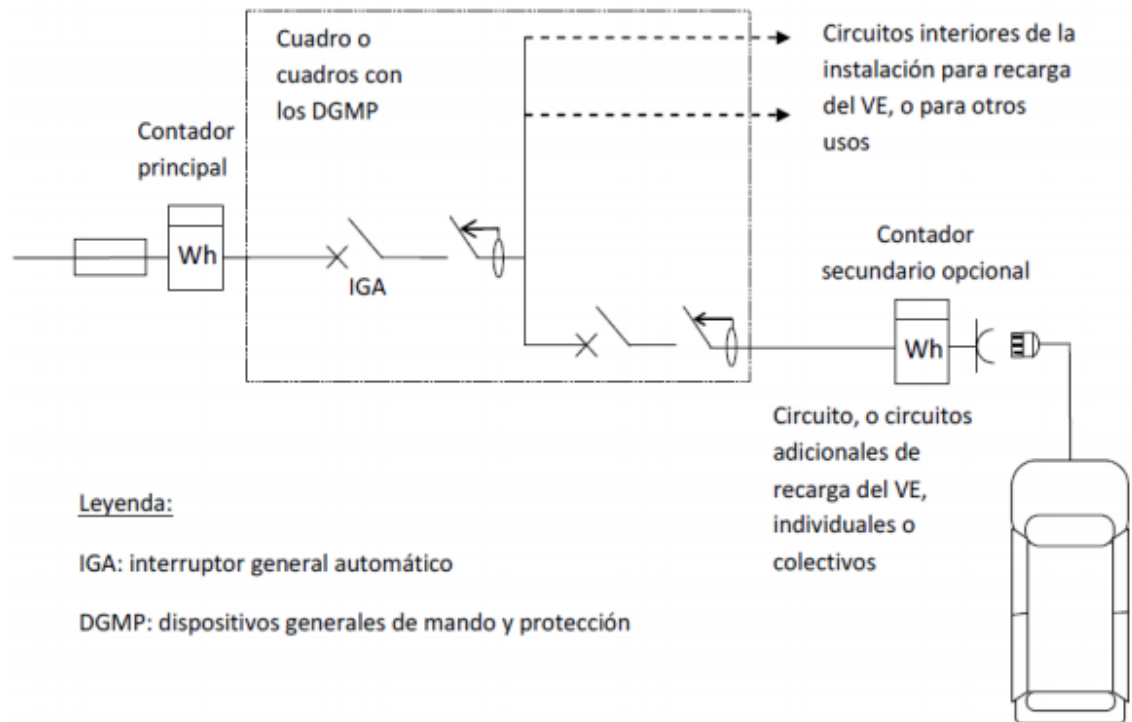


Figura 19 Instal·lació amb circuit o circuits addicionals per a la recàrrega del VE

C.3. Tipus de càrrega

- **CÀRREGA CONVENCIONAL/LENTA:**

El VE està endollat al corrent durant aproximadament 7 – 8 hores per a obtenir una càrrega complerta. La intensitat i el voltatge d'aquesta són del mateix nivell que qualsevol càrrega que es fa en un habitatge (16 A i 230 V, respectivament), entregant una potència màxima de 3,7 kW.

- **CÀRREGA SEMI-RÀPIDA:**

El VE està endollat al corrent durant aproximadament 3 – 4 hores per a obtenir una càrrega complerta, la meitat de temps que suposa la càrrega convencional. La intensitat màxima d'aquesta càrrega és de 32 A, entregant una potència màxima de 7,4 kW en monofàsic i 22,1 kW en trifàsic.

- **CÀRREGA RÀPIDA:**

El VE està endollat al corrent durant aproximadament 20 – 30 minuts per a obtenir una càrrega del 80 – 90%. Aquest tipus de càrrega subministra una potència de 40 – 80 kW.

	V/I, P	Temps aprox.	Mode de càrrega
CÀRREGA CONVENCIONAL	230V / 16 A Fins a 3,7 kW	7 – 8 hores	1, 2 i 3
CÀRREGA SEMI-RÀPIDA	230-400V / 32 A Fins a 22,1 kW	3 – 4 hores	3
CÀRREGA RÀPIDA	500V / 120 A 40 – 80 kW	20 – 30 minuts	3 i 4

Taula 4 Tipus de càrrega del VE

C.4. Modes de càrrega

- **MODE 1, corrent altern:**

La càrrega es dur a terme en un endoll estàndard (no dedicat). El VE es connecta a la xarxa amb una intensitat màxima permesa de 16 A, és a dir, permetent una potència màxima de 3,7 kW en monofàsic i aproximadament 11 kW en trifàsic. Aquest mode està pensat per a petits VE com bicicletes o ciclomotors, i no s'aconsella per a cotxes degut al sobreescalfament de la instal·lació. Si es vol carregar el cotxe, és obligatori que la instal·lació tingui una presa de terra i protecció diferencial i magnetotèrmica. En alguns països, entre ells els EEUU, no està permès aquest mode per seguretat, ja que moltes instal·lacions no tenen presa de terra.

- **MODE 2, corrent altern:**

La càrrega es dur a terme en un endoll estàndard (no dedicat), però, a diferència del mode 1, en aquest cas el cable porta inclòs un sistema de protecció diferencial i un pilot de control entre el VE i l'endoll. Això permet saber si realment el cable està connectat a la xarxa, veure i modificar la velocitat de càrrega i poder activar o desactivar-la en qualsevol moment. El VE es connecta a la xarxa amb una intensitat màxima permesa de 32 A, és a dir, permetent una potència màxima de 7,4 kW en monofàsic i aproximadament 22,1 kW en trifàsic. Aquest mode era l'estàndard fins que no va aparèixer el mode 3.

- **MODE 3, corrent altern:**

La càrrega es dur a terme en un endoll d'ús exclusiu per a la càrrega del VE (dedicat). Realment el VE s'endolla en un terminal de recàrrega anomenat SAVE o Wall Box que inclou les funcions de control i protecció. Els dos extrems del cable tenen connectors específics en funció del model del vehicle. Aquest mode permet els tres tipus de càrrega: la càrrega lenta o convencional (16A), la càrrega semi-ràpida (32A) i la càrrega ràpida (120A). A més, aquest mode pot incorporar accessoris per a una recàrrega intel·ligent i eficient.

- MODE 4, corrent continu:

La càrrega es dur a terme en una estació de recàrrega. Es tracta d'una infraestructura de gran mida i de cost elevat. Aquesta ja inclou el cable de recàrrega, així com també les funcions de control i protecció. Degut a que la càrrega es en DC i la conversió de AC a DC no es produeix dins del VE (a diferència dels altres casos), no hi ha problemes de pèrdua d'energia ni escalfament. Aquest mode únicament permet la càrrega ràpida.

	MODE 1	MODE 2	MODE 3	MODE 4
Connector específic per a VE	No	No	Sí	Sí
Típus de càrrega	Lenta en CA	Lenta / Semi-ràpida en CA	Lenta / Semi-ràpida / Ràpida en CA	Ràpida en CC
Intensitat màxima	16 A (3,7 - 11 kW)	32 A (3,7 - 22,1 kW)	Segons el connector	Segons el connector
Proteccions	Requereix protecció diferencial i magnetotèrmica	Requereix protecció diferencial i magnetotèrmica	Incloues en la infraestructura de recàrrega del VE	Incloues en la infraestructura de recàrrega del VE
Altres	Connexió a la xarxa a través d'endolls estàndards	Cable especial amb protecció diferencial i pilot de control	Connexió a la xarxa en CA utilitzant un equip específic (SAVE)	Connexió a la xarxa utilitzant un carregador extern fixe

Taula 5 Modes de càrrega del VE

C.5. Tipus de connectors

- **CONNECTOR SCHUKO:**

Es tracta del connector domèstic, és el més comú a Europa. Serveix per a la majoria d'aparells domèstics, així com també per a alguns ciclomotors, bicicletes i cotxes elèctrics, tot i que no es recomana en aquests últims ja que la intensitat màxima per la que estan preparats és de 10 A. Això suposaria molta estona de recàrrega i possibles sobreescalfaments.

- **CONNECTOR TIPUS 1 (SAE J1772):**

Es tracta del connector estàndard japonès, tot que amb el temps s'ha anat incorporant a Europa i els EEUU. Aquest connector permet només la càrrega en monofàsic (32 A, fins a 7,4 kW). Té 5 borns; 3 dels quals són els de fase, neutre i terra, un altre permet la connexió amb el VE i l'altre protegeix que no pugui ser desconnectat.

- **CONNECTOR TIPUS 2 (IEC 62196-2, "MENNEKES"):**

Es tracta del connector estàndard europeu. Aquest connector permet la càrrega en monofàsic (73 A, fins a 16,8kW) i en trifàsic (63 A, fins a 43,6 kW). Té 7 borns, dos més que el connector tipus 1, que li permeten carregar en trifàsic.

- **CONNECTOR TIPUS 3 (SCAME):**

Aquest connector es va crear durant el 2010 com a alternativa al connector tipus 2, però ha tingut molt poc impacte fins al punt que està en desús. Aquest permet la càrrega en monofàsic (16/32 A, fins a 7,4 kW) i en trifàsic (32A, fins a 22,1 kW). Té 7 borns, exactament els mateixos que els "Mennekes".

- **CONNECTOR CHAdeMO:**












Aquest connector va ser desenvolupat per varis grups japonesos i serveix per a càrregues ràpides en DC. Pot arribar a proporcionar potències molt elevades amb intensitat que poden arribar a 120 A. Té 9 borns; 7 dels quals són els mateixos que els connectors tipus 2 i 3, i els altres dos són de potència.

- CONNECTOR CCS (COMBO, IEC-62196-3):

Es tracta del connector estàndard europeu per a càrregues ràpides en DC. és un connector combinat compost per un connector tipus 2 i un connector de DC amb dos borns. Això permet carregar amb els modes 2, 3 i 4 sense necessitar d'haver de canviar de connector. Pot arribar a proporcionar potències molt elevades amb intensitat que poden arribar a 125 A.



Figura 20 Tipus de connectors del VE

VEHICULO ELÉCTRICO	CARGA Modo 2		CARGA Modo 3 SERIE/OPCIONAL/ACCESORIO (1)			Carga rápida (SERIE/OPCIONAL)				Conector de lado del vehículo	
											
	Schuko	Cetac		Tipo 3: Scame (2)	Tipo 2: Mennekes (2)	CHAdeMO	Mennekes Trifásica	Combo2	Mennekes modificado en CC	Tipo 1: J1772 (Yazaki)	Tipo 2: Mennekes
AUDI A3 SPORTBACK e-tron	sí	SI	ACCESORIO		3,7 Kw						X
AUDI Q7 e-tron	sí	¿?	¿?		7,2 kW						X
BMW I3	sí		ACCESORIO		X			OPCIONAL			X
BMW I3 REX	sí		ACCESORIO		X			OPCIONAL			X
BMW I8	sí		ACCESORIO		X						X
BMW 330e	sí		ACCESORIO		X						
BMW X5 eDrive 40e	sí		ACCESORIO		X						X
CITROËN C-Zero	sí					SERIE				X	
CITROËN Berlingo	sí					SERIE				X	
FORD FOCUS ELECTRIC	sí		ACCESORIO		X					X	
KIA SOUL EV	sí		ACCESORIO		X	OPCIONAL				X	
MERCEDES-BENZ S500e	sí		OPCIONAL		X						X
MERCEDES-BENZ C350e	sí		OPCIONAL		X						X
MERC.-BENZ G500 E4MATIC	sí		OPCIONAL		X						X
MERCEDES-BENZ B ED	sí		SERIE		X						X
MITSUBISHI OUTLANDER	sí					SERIE				X	
MITSUBISHI i-MIEV	sí					SERIE				X	
NISSAN LEAF	sí		OPCIONAL	X	X	SERIE				X	
NISSAN e-NV200	sí		OPCIONAL	X	X	SERIE				X	
NISSAN e-NV200 EVALIA	sí		OPCIONAL	X	X	SERIE				X	
OPEL AMPERA	sí									X	
PEUGEOT ION	sí					SERIE				X	
PEUGEOT PARTNER	sí					SERIE				X	
RENAULT ZOE R240	ACCESORIO		SERIE	X	X						X
RENAULT ZOE Q210	ACCESORIO		SERIE	X	X		SERIE (44 Kw)				X
RENAULT KANGOO ZE	ACCESORIO		SERIE	X	X						X
RENAULT TWIZY	sí										
SMART FORTWO	sí		OPCIONAL		X						X
TESLA MODEL S700	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL S90	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL S90D	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL SP90D	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL X70D	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL X90D	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
TESLA MODEL XP90D	sí			X	X				SERIE (120kW)		X
VOLKSWAGEN e-UP	sí		SERIE	X	3,7 Kw			X			X
VOLKSWAGEN e-GOLF	sí		SERIE	X	3,7 Kw			X			X
VOLKSWAGEN GOLF GTE	sí		SERIE	X	3,7 Kw						X
VOLKSWAGEN PASSAT GTE	sí		SERIE	X	3,7 Kw						X
VOLVO V60 TWIN ENGINE	sí		ACCESORIO		X						X
VOLVO XC90 T8 TWIN ENGINE	sí		ACCESORIO		X						X

Taula 6 Connectors i modes de càrrega dels VE del mercat

C.6. Infraestructures de recàrrega

- Sistema CirBEON (CIRCUTOR):

Aquest sistema inclou un sensor de recàrrega intel·ligent per controlar la potència de càrrega del VE. S'instal·la sota l'IGA, detecta la potència consumida i evita que es superi la potència màxima contractada. L'aparell de recàrrega augmenta o disminueix la potència de càrrega en funció de les ordres que rebí del sensor CirBEON.

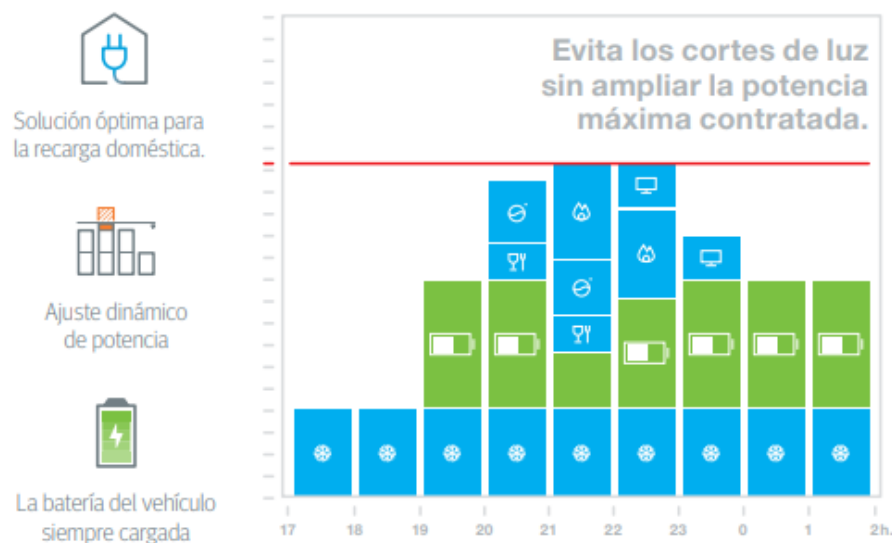


Figura 21 Sistema CirBEON (Circutor)

- eHome (CIRCUTOR):

Aquest model està dissenyat per a instal·lar-se en entorns domèstics. Té un ús molt senzill i intuïtiu, i ofereix un molt bona relació qualitat/preu. Aquest aparell permet carregar tots es VE del mercat en mode 3 amb un connector tipus 1 (SAE J1772) o tipus 2 ("Mennekes"), en funció del VE. A més, eHome pot incorporar el sensor intel·ligent CirBEON per controlar la potència de recàrrega.

- WallBox (CIRCUTOR):

Aquest model està dissenyat tant per a entorns interiors com exteriors. És un versió més complexa que l'eHome, és un aparell més robust i amb més opcions avançades. Permet la càrrega del VE en els modes 1, 2 i 3 amb el connectors Schuco, tipus 1 o tipus 2. A més, WallBox pot incorporar el sensor intel·ligent CirBEON per controlar la potència de recàrrega, entre altres accessoris.

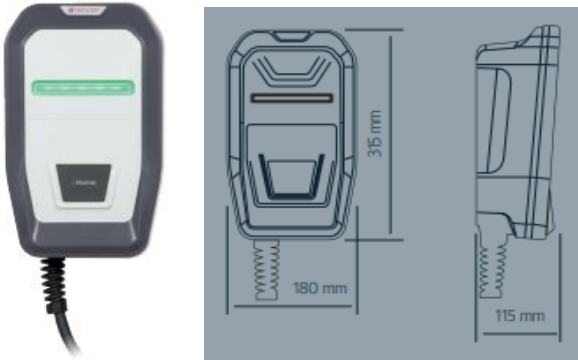
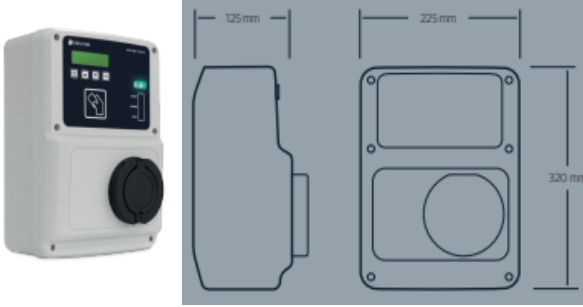
<p style="text-align: center;">eHOME</p> 	<ul style="list-style-type: none">· Conté un indicador de l'estat de la càrrega (blau, verd i vermell) i un altre del final de la càrrega· Recàrrega en mode 3· Tipus de connector 1 (SAE J1772) i 2 ("Mennekes")· Dos tipus de potència màxima: 3,6 i 7,2 kW· Potència màxima ajustable· Dimensions: 315 x 180 X 115 mm· Protecció IP 54 / IK 10
<p style="text-align: center;">WallBox</p> 	<ul style="list-style-type: none">· Conté un indicador de l'estat de la càrrega (blau, verd i vermell) i un altre del final de la càrrega· Recàrrega en els modes 1, 2 i 3· Tipus de connector Schucko, 1 (SAE J1772) i 2 ("Mennekes")· Tres tipus de potència màxima: 3,6 / 7,2 / 22 kW· Dimensions: 320 x 225 x 125 mm· Protecció IP 54 / IK 10

Figura 22 eHOME i WallBox (Circutor)

D. DETALLS DE LA INSTAL·LACIÓ

D.1. Previsió de càrrega

D.1.1. Edifici inicialment (sense instal·lació de recàrrega de VE):

El valor de la previsió de la potència de l'edifici ve donat per la fórmula:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (\text{Eq. 1})$$

on:

P1: càrrega corresponent al conjunt d'habitatges obtinguda com el nombre d'habitatges multiplicat per el coeficient de simultaneïtat de la taula 1 de la ITC-BT-10

P2: càrrega corresponent als serveis generals

P3: càrrega corresponent als locals comercials i oficines

P4: càrrega corresponent al garatge

Així doncs:

- Càlcul de P1: Habitatge

S'obtéindrà multiplicant la mitjana aritmètica de la potències màximes previstes de cada habitatge pel coeficient de simultaneïtat (apartat 3.1 ITC BT 10). És a dir:

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{8 \cdot 9200 + 4 \cdot 5750}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 79695 \text{ W} \quad (\text{Eq. 2})$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

1. Ascensor:

- Tipus: ITA-1
- Càrrega màxima (kg): 400 kg
- Nombre màxim de persones: 5
- Velocitat (m/s): 0,63 m/s
- Potència (W): 4500 W

2. Enllumenat públic: La il·luminació es farà mitjançant fluorescents. S'ha de considerar una potència de 8 W/m^2 pels espais comuns i 4 W/m^2 per les escales.

$$A_{\text{zones comunes}} = 15 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ pisos} = 60 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{escales}} = 7 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ pisos} = 28 \text{ m}^2$$

Per tant:

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W} \quad (\text{Eq. 3})$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

No es preveu que cap dels 12 habitatges vagi destinat a ser un local comercial o unes oficines, per tant:

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

El garatge ocupa tota la superfície del bloc a la planta subterrània i té ventilació natural. Degut a que el garatge té ventilació natural s'ha de considerar una potència de 10 W/m^2 . La superfície d'aquest és de 325 m^2 . Per tant:

$$P_4 = 325 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 3250 \text{ W} \quad (\text{Eq. 4})$$

Per tant, la potència total de l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 79695 + 5092 + 0 + 3250 \rightarrow P_{\text{edifici}} = 88037 \text{ W} = 88,04 \text{ kW}$$

D.1.2. Hipòtesis 1:

ESQUEMES 1a, 1b, 1c i 4b

El valor de la previsió de la potència de l'edifici ve donat per la fórmula:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

on:

P1: càrrega corresponent al conjunt d'habitatges obtinguda com el nombre d'habitatges multiplicat per el coeficient de simultaneïtat de la taula 1 de la ITC-BT-10

P2: càrrega corresponent als serveis generals

P3: càrrega corresponent als locals comercials i oficines

P4: càrrega corresponent al garatge

P5: càrrega prevista per a la recàrrega del VE

Així doncs:

- Càlcul de P1: Habitatge

S'obtéindrà multiplicant la mitjana aritmètica de la potències màximes previstes de cada habitatge pel coeficient de simultaneïtat (apartat 3.1 ITC BT 10). És a dir:

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 9200}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 91080 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

1. Ascensor:

- Tipus: ITA-1
- Càrrega màxima (kg): 400 kg
- Nombre màxim de persones: 5
- Velocitat (m/s): 0,63 m/s
- Potència (W): 4500 W

2. Enllumenat públic: La il·luminació es farà mitjançant fluorescents. S'ha de considerar una potència de 8 W/m² pels espais comuns i 4 W/m² per les escales.

$$A_{\text{zones comunes}} = 15 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ pisos} = 60 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{escales}} = 7 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ pisos} = 28 \text{ m}^2$$

Per tant:

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

No es preveu que cap dels 12 habitatges vagi destinat a ser un local comercial o unes oficines, per tant:

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

El garatge ocupa tota la superfície del bloc a la planta subterrània i té ventilació natural. Degut a que el garatge té ventilació natural s'ha de considerar una potència de 10 W/m². La superfície d'aquest és de 325 m². Per tant:

$$P_4 = 325 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 3250 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

El valor de P5 es calcula segons estigui o no prevista la instal·lació d'un SPL. Aquest valor es troba seguint la fórmula:

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 \text{ W} \tag{Eq. 5}$$

on:

FS1: factor de simultaneïtat, valor que depèn de si es preveu o no un SPL (0,3 si es preveu, 1 si no es preveu)

N: nombre de places del garatge en les que es fa la preinstal·lació

Per tant:

$$\text{Amb SPL} \quad P_5 = 0,3 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 13248 \text{ W} \tag{Eq. 6}$$

$$\text{Sense SPL} \quad P_5 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W} \tag{Eq. 7}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 91080 + 5092 + 0 + 4150 + 13248$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = 113570 \text{ W} = 113,57 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 91080 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = 144482 \text{ W} = 144,48 \text{ kW}$$

ESQUEMES 2 i 4a

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad (\text{Eq. 8})$$

Consideracions a tenir en compte:

- Degut a que el circuit d'alimentació de l'estació de recàrrega del VE no s'alimenta de la derivació individual a l'habitatge, la previsió de potència del VE no influeixen el dimensionament de la derivació individual a l'habitatge. Per tant, per el càlcul de la secció de la derivació individual dels habitatges només es tindrà en compte la previsió de potència del propi habitatge, sense considerar la potència per a la càrrega del VE.
- Respecte a previsió de potència total de tot l'edifici, la potència prevista per a la recàrrega del VE (P5) s'englobarà dins la potència de l'habitatge (formarà part de P1), fent que la previsió de potència de l'habitatge s'incrementi en la potència prevista per a la recàrrega del VE. Així doncs:
$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$
- No és necessari preveure un grau d'electrificació elevat pels habitatges en tots els casos, ja que la potència prevista pel VE es calcula de forma independent a la de l'habitatge.
- No existeix gaire experiència real a l'hora de determinar la previsió de potència per un habitatge que inclogui un punt de recàrrega pel VE. D'altra banda, el costum més comú és aprofitar les hores supervall i els baixos preus de l'energia a la nit per fer la càrrega, coincidint també amb el període del dia on la majoria de circuits de l'habitatge no funcionen. A més, existeixen mètodes per escollir l'inici de la càrrega i el temps d'aquesta, sovint són sistemes que inclou el propi vehicle i en altres casos es poden instal·lar fàcilment en el punt de recàrrega.

Així doncs:

- Càlcul de P1: Habitatge + VE

Tenint en compte totes les consideracions anteriors i seguint la ITC-BT-52, es consideren dos períodes horaris de càrrega (diürn i nocturn), i s'agafa el valor més gran dels dos com a previsió de potència.

$$P_1 = \text{màxim} [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] \quad (\text{Eq. 9})$$

Període diürn: La previsió de càrrega per a habitatges amb VE es calcula seguint l'expressió:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) + 0,3 \cdot 3680 \text{ W} \quad (\text{Eq. 10})$$

$$P_{m,v} = \frac{A \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) + B \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})}{A + B} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) \quad (\text{Eq. 11})$$

$$P_1(\text{diürn}) = CS \cdot P_{m,v} \quad (\text{Eq. 12})$$

Amb aquesta expressió el valor resultant és la suma de la potència d'un habitatge igual sense punt de recàrrega més la càrrega prevista pel VE amb un factor de simultaneïtat de 0,3. Això significa que no es descarta l'opció de carregar el vehicle durant el dia, tot i que el més comú és que es usuaris optin per no connectar tots els circuits alhora. Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 9200 + 0,3 \cdot 3680 \rightarrow P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) = 10304 \text{ W}$$

A representa el nombre d'habitatges amb instal·lació de recàrrega de VE i B el nombre d'habitatges sense, considerant que totes 12 en tenen la fórmula es redueix a l'expressada anteriorment:

$$P_{m,v} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 10304 \text{ W}$$

$$P_1(\text{diürn}) = 9,9 \cdot 10304 \rightarrow P_1(\text{diürn}) = 102010 \text{ W}$$

Període nocturn: La previsió de càrrega per a habitatges amb VE es calcula seguint l'expressió:

$$P_1(\text{nocturn}) = P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) + N \cdot 3680 \text{ W} \quad (\text{Eq. 13})$$

on:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot CS \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) \quad (\text{Eq. 14})$$

Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot 9,9 \cdot 9200 \rightarrow P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 45540 \text{ W} \quad (\text{Eq. 15})$$

$$P_1(\text{nocturn}) = 45540 + 12 \cdot 3680 \rightarrow P_1(\text{nocturn}) = 89700 \text{ W}$$

Així doncs:

$$P_1 = \text{màxim} [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] = \text{màxim} [102010, 89700] \rightarrow P_1 = 102010 \text{ W}$$

També existeix el cas del càlcul d'aquesta potència considerant que tots els habitatges estiguessin previstos amb la tarifa nocturna, tot i que es descarta aquesta opció.

- Càlcul de P2: Serveis general

Els càlculs són els mateixos que en el cas anterior, per tant:

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

Els càlculs són els mateixos que en el cas anterior, per tant:

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

Els càlculs són els mateixos que en el cas anterior, per tant:

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 102010 + 5092 + 0 + 4150$$

$$P_{\text{edifici}} = 111252 \text{ W} = 111,25 \text{ kW}$$

ESQUEMES 3a i 3b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

Com hem vist anteriorment, aquests dos esquemes són pràcticament idèntics als esquemes 1a, 1b i 1c, la única diferència és que en aquests hi ha un comptador principal per a l'habitatge i un altre per la recàrrega del VE.

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 9200}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 91080 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

A diferència dels esquemes 1a, 1b i 1c, el factor de simultaneïtat és igual a 1. Per tant:

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 91080 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}} = 144482 \text{ W} = 144,48 \text{ W}$$

ESQUEMA	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	TOTAL (kW)
1a, 1b, 1c i 4b (amb SPL)	91,08	5,09	0	4,15	13,25	113,57
1a, 1b, 1c i 4b (sense SPL)	91,08	5,09	0	4,15	44,16	144,48
2 i 4a	102,01	5,09	0	4,15	0	111,25
3a i 3b	91,08	5,09	0	4,15	44,16	144,48

Taula 7 Previsió de càrrega, hipòtesi 1

D.1.3. Hipòtesis 2:

ESQUEMES 1a, 1b, 1c i 4b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{8 \cdot 9200 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 79695 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$\text{Amb SPL} \quad P_5 = 0,3 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 13248 \text{ W}$$

$$\text{Sense SPL} \quad P_5 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 79695 + 5092 + 0 + 4150 + 13248$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = 102185 \text{ W} = 102,16 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 79695 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = 133097 \text{ W} = 133,10 \text{ kW}$$

ESQUEMES 2 i 4a

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge + VE

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})]$$

Període diürn:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) + 0,3 \cdot 3680 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = \frac{A \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) + B \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})}{A + B} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE})$$

$$P_1(\text{diürn}) = CS \cdot P_{m,v}$$

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = \frac{8 \cdot 9200 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} + 0,3 \cdot 3680 = 9154 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 9154 \text{ W}$$

$$P_1(\text{diürn}) = 9,9 \cdot 9154 \rightarrow P_1(\text{diürn}) = 90624,6 \text{ W}$$

Període nocturn:

$$P_1(\text{nocturn}) = P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) + N \cdot 3680 \text{ W}$$

$$\text{on } P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot CS \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})$$

Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot 9,9 \cdot \frac{8 \cdot 9200 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} = 39847,5 \text{ W}$$

$$P_1(\text{nocturn}) = 39847,5 + 12 \cdot 3680 \rightarrow P_1(\text{nocturn}) = 84007,5 \text{ W}$$

Així doncs:

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] = \text{màxim } [90624,6, 84007,5] \rightarrow P_1 = 90624,6 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 90624,6 + 5092 + 0 + 4150$$

$$P_{\text{edifici}} = 99860,6 \text{ W} = 99,86 \text{ kW}$$

ESQUEMES 3a i 3b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{8 \cdot 9200 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 79695 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 79695 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}} = 133097 \text{ W} = 133,10 \text{ kW}$$

ESQUEMA	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	TOTAL (kW)
1a, 1b, 1c i 4b (amb SPL)	79,70	5,09	0	4,15	13,25	102,16
1a, 1b, 1c i 4b (sense SPL)	79,70	5,09	0	4,15	44,16	133,10
2 i 4a	90,62	5,09	0	4,15	0	99,86
3a i 3b	79,70	5,09	0	4,15	44,16	133,10

Taula 8 Previsió de càrrega, hipòtesi 2

D.1.4. Hipòtesis 3:

ESQUEMES 1a, 1b, 1c i 4b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 5750}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 56925 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$\text{Amb SPL} \quad P_5 = 0,3 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 13248 \text{ W}$$

$$\text{Sense SPL} \quad P_5 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 56925 + 5092 + 0 + 4150 + 13248$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = 79415 \text{ W} = 79,42 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 56925 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = 110327 \text{ W} = 110,33 \text{ kW}$$

ESQUEMES 2 i 4a

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge + VE

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})]$$

Període diürn:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) + 0,3 \cdot 3680 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = \frac{A \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) + B \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})}{A + B} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE})$$

$$P_1(\text{diürn}) = CS \cdot P_{m,v}$$

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = \frac{12 \cdot 5750}{12} + 0,3 \cdot 3680 = 6854 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 6854 \text{ W}$$

$$P_1(\text{diürn}) = 9,9 \cdot 6854 \rightarrow P_1(\text{diürn}) = 67854,6 \text{ W}$$

Període nocturn:

$$P_1(\text{nocturn}) = P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) + N \cdot 3680 \text{ W}$$

$$\text{on } P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot CS \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})$$

Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot 9,9 \cdot \frac{12 \cdot 5750}{12} = 28462,5 \text{ W}$$

$$P_1(\text{nocturn}) = 28462,5 + 12 \cdot 3680 \rightarrow P_1(\text{nocturn}) = 72622,5 \text{ W}$$

Així doncs:

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] = \text{màxim } [67854,6, 72622,5] \rightarrow P_1 = 72622,5 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 72622,5 + 5092 + 0 + 4150$$

$$P_{\text{edifici}} = 81864,5 \text{ W} = 81,86 \text{ kW}$$

ESQUEMES 3a i 3b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 5750}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 56925 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 56925 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}} = 110327 \text{ W} = 110,33 \text{ kW}$$

ESQUEMA	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	TOTAL (kW)
1a, 1b, 1c i 4b (amb SPL)	56,93	5,09	0	4,15	13,25	79,42
1a, 1b, 1c i 4b (sense SPL)	56,93	5,09	0	4,15	44,16	110,33
2 i 4a	72,62	5,09	0	4,15	0	81,86
3a i 3b	56,93	5,09	0	4,15	44,16	110,33

Taula 9 Previsió de càrrega, hipòtesi 3

D.1.5. Hipòtesis 4:

ESQUEMES 1a, 1b, 1c i 4b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 7360}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 72864 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$\text{Amb SPL} \quad P_5 = 0,3 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 13248 \text{ W}$$

$$\text{Sense SPL} \quad P_5 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 72864 + 5092 + 0 + 4150 + 13248$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = 95354 \text{ W} = 95,35 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 72864 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = 126266 \text{ W} = 126,27 \text{ kW}$$

ESQUEMES 2 i 4a

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge + VE

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})]$$

Període diürn:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) + 0,3 \cdot 3680 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = \frac{A \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) + B \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})}{A + B} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE})$$

$$P_1(\text{diürn}) = CS \cdot P_{m,v}$$

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = \frac{12 \cdot 7360}{12} + 0,3 \cdot 3680 = 8464 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 8464 \text{ W}$$

$$P_1(\text{diürn}) = 9,9 \cdot 8464 \rightarrow P_1(\text{diürn}) = 83793,6 \text{ W}$$

Període nocturn:

$$P_1(\text{nocturn}) = P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) + N \cdot 3680 \text{ W}$$

$$\text{on } P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot CS \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})$$

Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot 9,9 \cdot \frac{12 \cdot 7360}{12} = 36432 \text{ W}$$

$$P_1(\text{nocturn}) = 36432 + 12 \cdot 3680 \rightarrow P_1(\text{nocturn}) = 80592 \text{ W}$$

Així doncs:

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] = \text{màxim } [83793,3, 80592] \rightarrow P_1 = 83793,3 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 83793,3 + 5092 + 0 + 4150$$

$$P_{\text{edifici}} = 93035,3 \text{ W} = 93,04 \text{ kW}$$

ESQUEMES 3a i 3b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{12 \cdot 7360}{12} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 72864 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines $\rightarrow P_3 = 0 \text{ W}$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 72864 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}} = 126266 \text{ W} = 126,27 \text{ kW}$$

ESQUEMA	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	TOTAL (kW)
1a, 1b, 1c i 4b (amb SPL)	72,86	5,09	0	4,15	13,25	95,35
1a, 1b, 1c i 4b (sense SPL)	72,86	5,09	0	4,15	44,16	126,27
2 i 4a	83,79	5,09	0	4,15	0	93,04
3a i 3b	72,86	5,09	0	4,15	44,16	126,27

Taula 10 Previsió de càrrega, hipòtesi 4

D.1.6. Hipòtesis 5:

ESQUEMES 1a, 1b, 1c i 4b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{8 \cdot 7360 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 67551 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$\text{Amb SPL} \quad P_5 = 0,3 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 13248 \text{ W}$$

$$\text{Sense SPL} \quad P_5 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 67551 + 5092 + 0 + 4150 + 13248$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{amb SPL}) = 90041 \text{ W} = 90,04 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 67551 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}}(\text{sense SPL}) = 120953 \text{ W} = 120,95 \text{ kW}$$

ESQUEMES 2 i 4a

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge + VE

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})]$$

Període diürn:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE}) + 0,3 \cdot 3680 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = \frac{A \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) + B \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})}{A + B} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE})$$

$$P_1(\text{diürn}) = CS \cdot P_{m,v}$$

$$P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = \frac{8 \cdot 7360 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} + 0,3 \cdot 3680 = 7927,33 \text{ W}$$

$$P_{m,v} = P_{\text{habitatge}}(\text{amb VE}) = 7927,33 \text{ W}$$

$$P_1(\text{diürn}) = 9,9 \cdot 7927,33 \rightarrow P_1(\text{diürn}) = 78480,6 \text{ W}$$

Període nocturn:

$$P_1(\text{nocturn}) = P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) + N \cdot 3680 \text{ W}$$

$$\text{on } P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot CS \cdot P_{\text{habitatge}}(\text{sense VE})$$

Per tant:

$$P_{\text{habitatge}}(\text{nocturn}) = 0,5 \cdot 9,9 \cdot \frac{8 \cdot 7360 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} = 33775,5 \text{ W}$$

$$P_1(\text{nocturn}) = 33775,5 + 12 \cdot 3680 \rightarrow P_1(\text{nocturn}) = 77935,5 \text{ W}$$

Així doncs:

$$P_1 = \text{màxim } [P_1(\text{diürn}), P_1(\text{nocturn})] = \text{màxim } [78480,6, 77935,5] \rightarrow P_1 = 78480,6 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 78480,6 + 5092 + 0 + 4150$$

$$P_{\text{edifici}} = 87722,6 \text{ W} = 87,72 \text{ kW}$$

ESQUEMES 3a i 3b

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

- Càlcul de P1: Habitatge

$$P_1 = \frac{A \cdot P_A + B \cdot P_B + \dots + Z \cdot P_Z}{A + B + \dots + Z} \cdot CS = \frac{8 \cdot 7360 + 4 \cdot 5750}{8 + 4} \cdot 9,9 \rightarrow P_1 = 67551 \text{ W}$$

- Càlcul de P2: Serveis generals

$$P_2 = 4500 + 60 \cdot 8 + 28 \cdot 4 \rightarrow P_2 = 5092 \text{ W}$$

- Càlcul de P3: Locals comercials i oficines

$$P_3 = 0 \text{ W}$$

- Càlcul de P4: Garatge

$$P_4 = 415 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_4 = 4150 \text{ W}$$

- Càlcul de P5: VE

$$P_5 = FS_1 \cdot N \cdot 3680 = 1 \cdot 12 \cdot 3680 \rightarrow P_5 = 44160 \text{ W}$$

Així doncs, la previsió de potència de tot l'edifici és:

$$P_{\text{edifici}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 67551 + 5092 + 0 + 4150 + 44160$$

$$P_{\text{edifici}} = 120953 \text{ W} = 120,95 \text{ kW}$$

ESQUEMA	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	TOTAL (kW)
1a, 1b, 1c i 4b (amb SPL)	67,55	5,09	0	4,15	13,25	90,04
1a, 1b, 1c i 4b (sense SPL)	67,55	5,09	0	4,15	44,16	120,95
2 i 4a	78,48	5,09	0	4,15	0	87,72
3a i 3b	67,55	5,09	0	4,15	44,16	120,95

Taula 11 Previsió de càrrega, hipòtesi 5

D.2. Dimensionament de les canalitzacions

Les canalitzacions seran en safata no perforada enganxada sobre la paret. Els cables seran de coure i portaran aïllament termoplàstic (PVC, Policlorur de vinil). Detalls de la safata:

Para el soporte, protección y conducción de cables

- Buen comportamiento a la corrosión y a la intemperie.
- Diseñadas para trabajar en condiciones de plena carga.
- El corte de la bandeja no produce rebabas que dañen el aislamiento de los conductores.
- **Material aislante.**

Materia prima



Bandejas aislantes y elementos para las bandejas aislantes

Conforme



Características técnicas



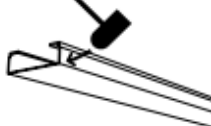




<p>Eléctrica</p>  <p>EN 61537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aislante (no conductor eléctrico). • No requiere puesta a tierra. <p>EN 60243-1 Rígidez dieléctrica: 18 ± 5 kV/mm.</p>	<p>Carga</p>  <p>EN 61537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de ensayo de carga Ensayo Tipo I: <ul style="list-style-type: none"> - Flecha longitudinal <1%. - Flecha transversal <5%. 	<p>Impacto</p>  <p>EN 61537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al impacto: 20J a -20°C. • Dimensión 60x75 mm: 5J. • Dimensión 60x100 mm: 10J. <p>EN 50085-2-1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bandeja con tapa: - Con anclaje de tapa: IK10. 	<p>Temperatura</p>  <p>EN 61537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura min./máx. de transporte, de almacenamiento, de instalación y de uso: -20°C / +60°C.
<p>Corrosión</p>  <p>ISO/TR 10358; DIN 8061</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia frente a la corrosión y agentes químicos. 	<p>Intemperie</p> <p>Suitable for outdoor</p>  <p>ANSI/UL 568</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buen comportamiento frente a los rayos UV e intemperie. 	<p>Fuego</p>  <p>EN 61537</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo hilo incandescente a 960°C. • No propagador de la llama. <p>UNE 201010: 2015</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación: M1. <p>UL94</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grado inflamabilidad: V0. • No transmite fuego por goteo (espesor de probeta 2,5 mm). 	

Figura 23 Detalls de la safata de les canalitzacions

Per a determinar la secció correcte del cable que uneix la CC amb cada un dels punts de recàrrega complint el Reglament de Baixa Tensió, buscarem una secció normalitzada que compleixi les 3 condicions/criteris:

1. Intensitat admissible segons taules

a) Càlcul de $I'_{b(1)}$. És la intensitat per donar servei o per tenir selectivitat:

$$I'_{b(1)} = \frac{I_{\text{interruptor o tèrmic}}}{f_{\text{agrup}} \cdot f_{\text{temp}}} \quad (\text{Eq. 16})$$

on:

- $I_{\text{interruptor o tèrmic}}$: en el nostre cas la intensitat de l'interruptor és 16 amperers.
- f_{agrup} : és el factor d'agrupament. De la taula que hi ha a continuació, ens hem de fixar en la segona fila ("Capa única sobre paret, sòl o superfície sense perforar"). El nombre de circuits és 12 (un per a cada estació de recàrrega). Per tant, en el nostre cas el $f_{\text{agrup}} = 0,7$.

Ref.	Disposició de cables contigus	Nombre de circuits o cables multiconductors											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupats en una superfície encastrats o embutits	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre paret, sòl o superfície sense perforar	1	0,85	0,8	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sense reducció addicional per a més de 9 circuits o cables multiconductors		
3	Capa única al sostre	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superfície perforada vertical o horitzontal	1	0,9	0,8	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única amb suport de safata escala o abraçadores	1	0,85	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8			

Nota 1. Aquests factors són aplicables a grups homogenis de cables carregats per igual.
 Nota 2. Quan la distància horitzontal entre cables adjacents és superior al doble del seu diàmetre exterior, no és necessari un factor de reducció.
 Nota 3. S'apliquen els mateixos factors per a grups de 2 i tres cables unipolars i per a cables multiconductors.
 Nota 4. Si un sistema es compon de cables de 2 o 3 conductors, es pren el nombre total de cables com al nombre de circuits i s'aplica el factor corresponent a les taules dos conductors carregats per als cables de dos conductors i a les taules de tres conductors carregats per als cables de 3 conductors.
 Nota 5. Si un nombre es compon de n conductors unipolars carregats, també pot considerar-se com a $\frac{n}{2}$ circuits de 2 conductors, o $\frac{n}{3}$ circuits de 3 conductors carregats.

Taula 12 Factors de correcció per a agrupament de varis circuits

- f_{temp} : és el factor de temperatura. De la taula que hi ha a continuació, hem de buscar el valor del factor per a una temperatura de 40 °C (temperatura màxima ambient) per un aïllament de PVC. Per tant, en el nostre cas el $f_{\text{temp}} = 1$.

Temperatura ambient (°C)	Aïllament			
	PVC	XLPE i EPR	Míneral	
			Coberta de PVC o nu accessible 70°C	Nu inaccessible 105°C
10	1,40	1,26	1,48	1,24
15	1,34	1,23	1,41	1,21
20	1,29	1,19	1,34	1,16
25	1,22	1,14	1,26	1,13
30	1,15	1,10	1,18	1,09
35	1,08	1,05	1,09	1,04
40	1	1	1	1
45	0,91	0,96	0,89	0,96
50	0,82	0,90	0,79	0,91
55	0,70	0,83	0,67	0,87
60	0,57	0,78	0,53	0,81
65		0,71		0,76
70		0,64		0,71
75		0,55		0,65
80		0,45		0,59
85				0,51
90				0,43
85				0,35

Taula 13 Factor de correcció en funció de la temperatura ambient i l'aïllament

Així doncs, el valor de $I'_{b(1)}$ és:

$$I'_{b(1)} = \frac{I_{\text{interruptor o tèrmic}}}{f_{\text{agrup}} \cdot f_{\text{temp}}} = \frac{16}{0,7 \cdot 1} \rightarrow I'_{b(1)} = 22,86 \text{ A}$$

b) Càlcul de $I'_{b(2)}$. És la intensitat de servei (consumida pels receptors) multiplicada pels factors 1,25 en el cas del motor més gran o 1,8 en el cas de làmpades de descàrrega. En el nostre cas el factor és 1.

$$I'_{b(2)} = \frac{X \cdot I_b}{f_{\text{agrup}} \cdot f_{\text{temp}}} = \frac{1 \cdot 16}{0,7 \cdot 1} \rightarrow I'_{b(2)} = 22,86 \text{ A} \quad (\text{Eq. 17})$$

La secció corresponent s'haurà de buscar a la taula que hi ha a continuació. Aquesta secció haurà d'admetre la intensitat més gran entre $I'_{b(1)}$ i $I'_{b(2)}$. En aquest cas:

$$I'_{b(1)} = I'_{b(2)} = 22,86 \text{ A}$$

A	Conductors aïllats encastats en parets aïllants		3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR					
A2	Cables multiconductors en tubs encastats en parets aïllants	3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR						
B	Conductors aïllats en tubs ²⁾ en muntatge superficial o encastats en obra				3X PVC	2X PVC			3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR		
B2	Cables multiconductors en tubs ²⁾ en muntatge superficial o encastats en obra			3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR		2X XLPE o EPR			
C	Cables multiconductors directament sobre la paret ⁴⁾					3X PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR		
E	Cables multiconductors a l'aire lliure ⁴⁾ . Distància a la paret no inferior a 0,3 D ⁵⁾						3X PVC		2X PVC	3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR	
F	Cables unipolars en contacte mutu ⁴⁾ . Distància a la paret no inferior a D ⁵⁾							3X PVC			3X XLPE o EPR ¹⁾	
G	Cables unipolars separats mínim D ⁵⁾									3X PVC ¹⁾		3X XLPE o EPR
Coure	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13,5	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16,5	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21,5	23,5	24,5	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27,5	30,5	32,5	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37,5	40,5	44,5	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49,5	54,5	59,5	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64,5	70,5	77,5	84	88	96	106	116	123	160
	35		77,5	86,5	96,5	104	110	119	131	144	154	206
	50		94,5	103,5	117,5	125	133	145	159	175	188	230
	70				140,5	160	161	188	202	224	244	321
	95				180,5	194	207	230	245	271	296	391
	120				208,5	225	240	267	284	314	348	453
150				236,5	260	278	310	338	363	404	525	
185				268,5	297	317	354	386	415	464	601	
240				315,5	330	374	419	455	490	552	711	

Taula 14 Intensitats admissibles (A) a l'aire a 40°C. N° de conductors en càrrega i tipus d'aïllament

Segons el primer criteri, la secció del cable hauria de ser de 4 mm² com a mínim.

2. Caiguda de tensió

Segons la ITC BT 52, la caiguda de tensió màxima admissible en qualsevol circuit des del seu origen fins el punt de recàrrega no serà superior al 5%.

A partir de la fórmula que es mostrarà a continuació, calculem la caiguda de tensió:

$$\Delta U = \bar{I} \cdot \bar{Z} = \bar{I} \cdot \left(\frac{1,02 \cdot \rho_{70^{\circ}} \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right] \cdot L[\text{m}]}{S[\text{mm}^2]} + x \left[\frac{\Omega}{\text{m}} \right] \cdot L[\text{m}] \right) \quad (\text{Eq. 18})$$

on:

$$\rho_{70^{\circ}} = 0,021 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Material	$\rho_{20^{\circ}} \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \right]$	$\rho_{70^{\circ}} \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \right]$	$\rho_{90^{\circ}} \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \right]$	$\alpha [^{\circ}\text{C}^{-1}]$
Coure	0,018	0,021	0,023	0,00392
Alumini	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Taula 15 Taula de resistivitats en funció de la temperatura

· L = 75 m (distància entre la CC fins a la plaça de garatge és allunyada)

· S = 4 mm² (calculada en el primer criteri)

· I = 16 A

· x = 0,000101 $\frac{\Omega}{\text{m}}$

S [mm ²]	Cable unipolar		Cable bipolar/tripolar	
	r[Ω/km]	x[Ω/km]	r[Ω/km]	x[Ω/km]
	80°C		80°C	
1,5	14,8	0,168	15,1	0,118
2,5	8,91	0,156	9,08	0,109
4	5,57	0,143	5,68	0,101
6	3,71	0,135	3,78	0,0955
10	2,24	0,119	2,27	0,0861
16	1,41	0,112	1,43	0,0817
25	0,889	0,106	0,907	0,0813
35	0,641	0,101	0,654	0,0783
50	0,473	0,101	0,483	0,0779
70	0,328	0,0965	0,334	0,0751
95	0,236	0,0975	0,241	0,0762
120	0,188	0,0939	0,191	0,074

Taula 16 Resistències i reactàncies per unitat de longitud dels cables de coure

Així doncs:

$$\Delta U = \bar{I} \cdot \bar{Z} = 16 \cdot \left(\frac{1,02 \cdot 0,021 \cdot 75 \cdot 2}{4} + 0,000101 \cdot 75 \cdot 2j \right) \rightarrow \Delta U = 12,85 V$$

Per tant, la caiguda de tensió és:

$$e = \frac{12,85}{230} \cdot 100 \rightarrow e = 5,59 \% \text{ (inadmissible)} \quad (\text{Eq. 19})$$

Això significa que una secció de 4 mm² no és l'adequada per què no compleix el segon criteri. Així que repetim els càlculs per una secció de 6 mm²:

$$\Delta U = \bar{I} \cdot \bar{Z} = 16 \cdot \left(\frac{1,02 \cdot 0,021 \cdot 75 \cdot 2}{6} + 0,000101 \cdot 75 \cdot 2j \right) \rightarrow \Delta U = 8,57 V$$

$$e = \frac{8,57}{230} \cdot 100 \rightarrow e = 3,73 \% \text{ (admissible)}$$

Per tant, segons el segon criteri, la secció del cable hauria de ser de 6 mm² com a mínim.

3. Capacitat tèrmica en cas de curtcircuit

Si cable representa que està protegit si l'energia específica que deixa passar el dispositiu de protecció (I²·t) és inferior o igual a l'energia específica que pot suportar el cable, és a dir:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \quad (\text{Eq. 20})$$

on:

· K: factor que depèn del material aïllant i del conductor

	PVC ≤ 300 mm ²	PVC ≥ 300 mm ²	EPR XLPE
Temperatura inicial °C	70	70	90
Temperatura final °C	160	140	250
Coure	115	103	143
Alumini	76	68	94

Taula 17 Valors de K

Per tant, si el nostre aïllant és PVC de menys de 300 mm² i el conductor coure, K = 115.

· S: secció del cable en mm²

- Càlcul de I²·t:

Considerant que la potència del transformador és de 2 MVA, la longitud del cable és 200 metres, la secció 240 mm² i el material és l'alumini:

$$Z_T = u_{cc} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} \quad (Eq. 21)$$

on:

· U_{cc} = 0,07

Potència transformador MT/BT en KVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Tensió de curtcircuit u _{cc}	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,07

Taula 18 Valors de U_{cc}

· U_n = 400 V

· S_n = 2000000 V

Llavors:

$$Z_T = u_{cc} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = 0,07 \cdot \frac{400^2}{2000000} \rightarrow Z_T = 0,0056 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} Z_T} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,0056} \rightarrow I_{cc} = 41239,3 A \quad (Eq. 22)$$

Per tant:

$$X_T = 0,98 \cdot Z_T = 0,98 \cdot 0,0056 \rightarrow X_T = 0,005488 \Omega$$

$$R_T = 0,2 \cdot X_T = 0,2 \cdot 0,005488 \rightarrow R_T = 0,0010976 \Omega$$

$$\bar{Z}_T = 0,0010976 + 0,005488j \Omega$$

D'altra banda:

$$\bar{Z}_{Al} = \frac{1,02 \cdot \rho_{70^{\circ}} \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right] \cdot L[\text{m}]}{S[\text{mm}^2]} + x \left[\frac{\Omega}{\text{m}} \right] \cdot L[\text{m}] j = \frac{1,02 \cdot 0,033 \cdot 200}{240} + 0,0000752 \cdot 200j$$

$$\bar{Z}_{Al} = 0,02805 + 0,01504j \Omega$$

Així doncs:

$$Z_{TOT} = \sqrt{(0,0010976 + 0,02805)^2 + (0,005488 + 0,01504)^2} \rightarrow Z_{TOT} = 0,03565 \Omega$$

Per tant:

$$I_{cc} = \frac{U_n}{Z_T} = \frac{400}{0,003565} \rightarrow I_{cc} = 6477,8 A$$

Un cop coneixem la I_{cc} podem determinar el valor de l'energia específica a partir del gràfic següent:

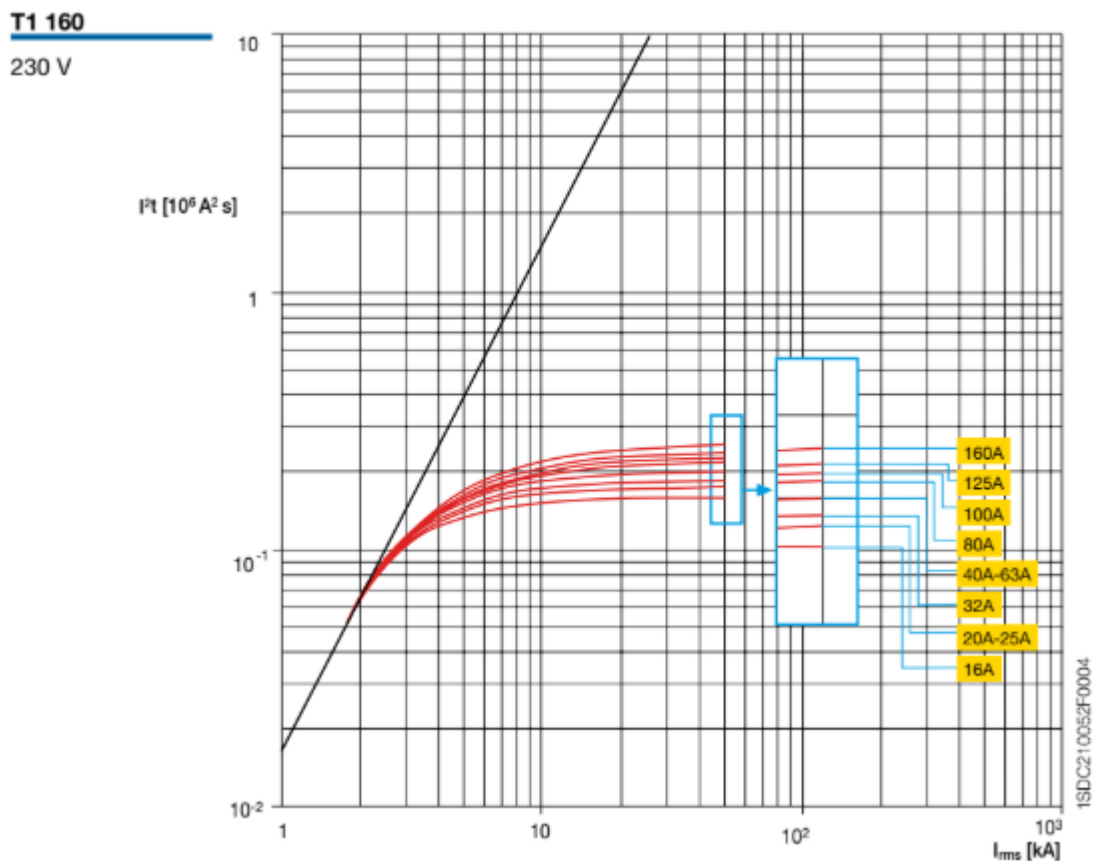


Figura 24 Gràfic de l'energia específica en funció de la intensitat de curtcircuit

Com podem veure, per a una intensitat d'aproximadament 6500 A el valor de $I^2t = 1,5 \cdot 10^5$ A²s.

Així doncs:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \rightarrow 1,5 \cdot 10^5 \leq 115^2 \cdot S^2 \rightarrow S \geq 3,37 \text{ mm}^2$$

Segons el tercer criteri, la secció del cable hauria de ser de 3,37 mm² com a mínim.

D.3. Càlcul de protecció contra sobreintensitats per curtcircuit

A l'apartat anterior D.2 s'ha calculat el valor de la intensitat de curtcircuit. Aquest valor $I_{cc} = 6477,8$ A. Per tant, l'IGA amb ID ha de tenir un poder de tall superior a aquest valor per a protegir el circuit contra sobreintensitat per curtcircuit.

En aquest cas, el poder de tall de l'IGA amb ID serà de 10 kA.

D.4. Càlcul de protecció contra contactes indirectes

Tot seguit es fa la comprovació si un humà estaria protegit al tenir un contacte indirecte amb un interruptor diferencial de 30 mA, en un esquema TT.

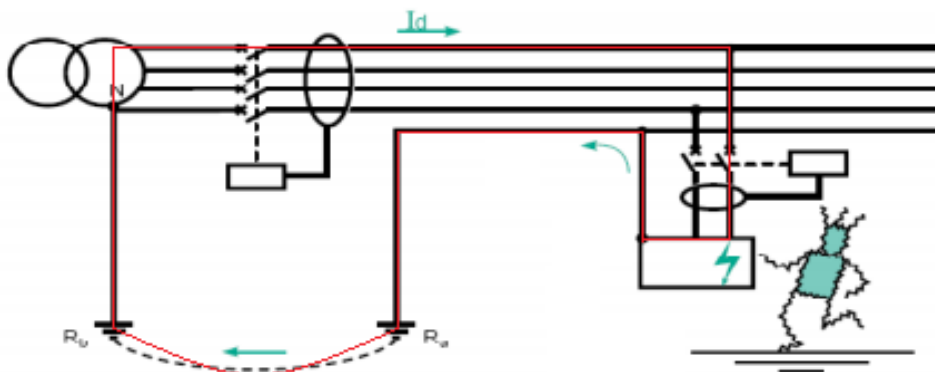


Figura 25 Protecció contra contactes indirectes, esquema TT

La resistència dels terres de la instal·lació (R_A) és de 7,5 ohms i la resistència dels terres del centre de transformació (R_B) és de 10 ohms, llavors:

$$I_d = \frac{V_{F,neutre}}{R_A + R_B} = \frac{230}{7,5 + 10} \rightarrow I_d = 13,14 \text{ A} \quad (\text{Eq. 23})$$

Llavors la tensió de contacte (U_c) és:

$$U_c = I_d \cdot R_A = 13,14 \cdot 7,5 \rightarrow U_c = 98,57 V \quad (Eq. 24)$$

Suposant una resistència del cos humà de 1000 ohms:

$$I_{humà} = \frac{98,57 V}{1000 \Omega} = 0,099 A = 99 mA \quad (Eq. 25)$$

Si es protegeix amb un interruptor diferencial de 30 mA (0,03 A), llavors:

$$\frac{13,14 A}{0,03 A(I\Delta n)} = 438 \quad (Eq. 26)$$

Si ens fixem en la taula d'actuació del diferencial (Taula 19) es veu que quan per l'humà circula un corrent de fuga de 438 cops la seva sensibilitat desconnectarà en menys de 40 ms.

Tipo	In (A)	IΔn (A)	Valores normalizados del tiempo de funcionamientos y de no funcionamiento (en segundos), con:				
			IΔn	2 IΔn	5 IΔn	500 A	
General (instantáneo)	Todos los valores	Todos los valores	0,3	0,15	0,04	0,04	tiempo de funcionamiento máximo
Selectivo	> 25	> 0,030	0,5	0,2	0,15	0,15	tiempo de funcionamiento máximo
			0,13	0,06	0,05	0,04	tiempo de no funcionamiento mínimo

Taula 19 Taula d'actuació del diferencial

Si ens fixem en la següent corba (Figura 26) , amb un corrent de 99 mA i un temps de desconnexió de 40 ms s'està a la zona 2 i s'està protegit.

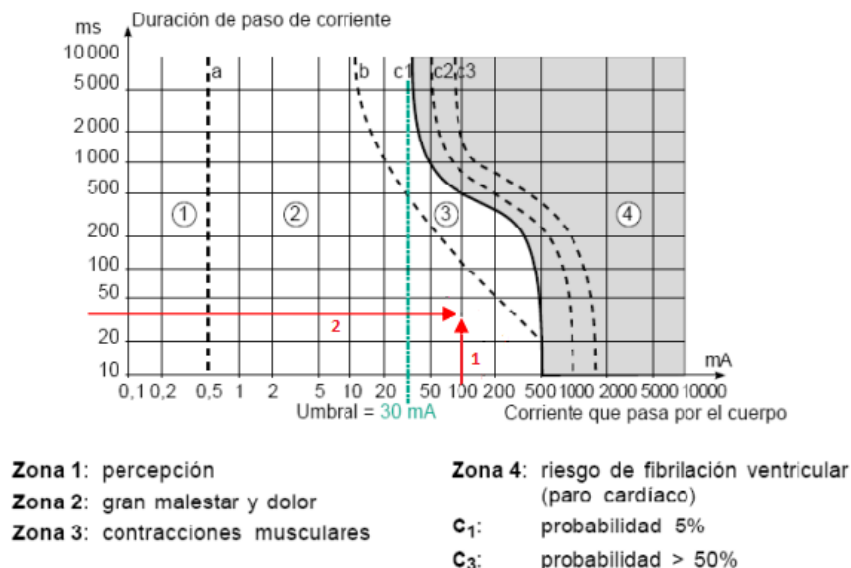


Figura 26 Corba Duració de pas de corrent - Intensitat que passa pel cos

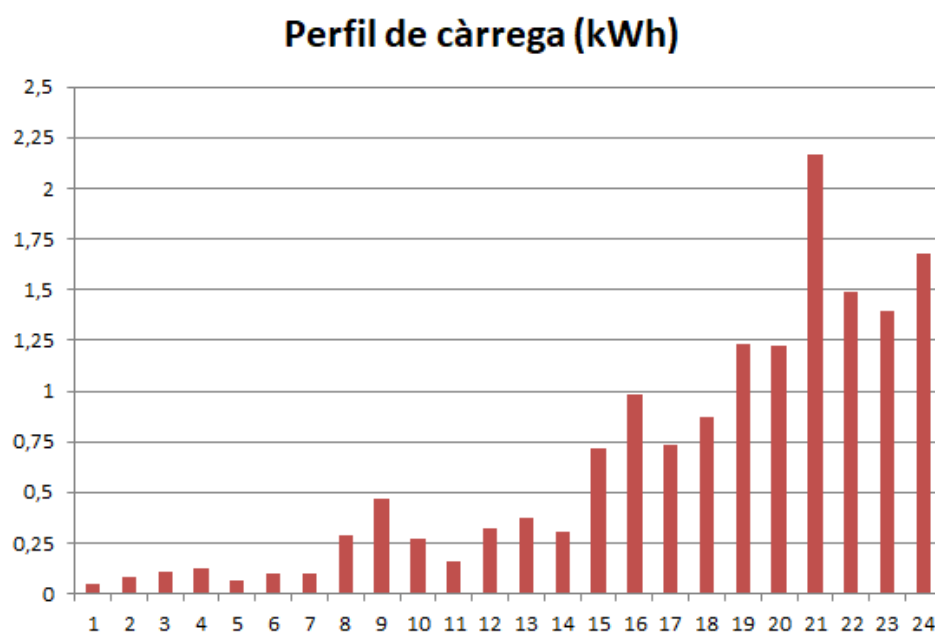
D.5. Justificacions de la hipòtesis 4

Tot seguit es presentaran un seguit de dades per justificar que tots els habitatges de l'edifici puguin tenir un grau d'electrificació bàsic (7360 W) enlloc d'elevat (9200 W).

D.5.1. Perfil de consum i potència màxima

S'han agafat dades de l'estudi "Modelo de simulación del consumo de energía eléctrica doméstica" del consum que té una família formada per dos adults, un nen/hena i un adolescent que té una eficiència energètica mitjana. Es considera que les dades d'una família formada per aquests 4 membres amb aquesta eficiència són adequades per estimar el consum mig de cada un dels blocs de pisos.

HORA	kWh	%
0	0,0454	0,30%
1	0,0786	0,51%
2	0,1045	0,68%
3	0,127	0,83%
4	0,067	0,44%
5	0,097	0,63%
6	0,097	0,63%
7	0,2863	1,87%
8	0,4662	3,05%
9	0,2749	1,80%
10	0,1604	1,05%
11	0,3264	2,13%
12	0,3761	2,46%
13	0,3066	2,00%
14	0,7181	4,69%
15	0,9806	6,41%
16	0,7347	4,80%
17	0,8726	5,70%
18	1,2302	8,04%
19	1,2193	7,97%
20	2,1694	14,18%
21	1,486	9,71%
22	1,3968	9,13%
23	1,6759	10,96%



kWh/dia	15,30
dies	30
kWh/mes	458,91

Figura 27 Perfil de consum d'una família de 4 membres amb una eficiència energètica mitja

Com es pot veure a la Figura 27, la major part del consum es concentra de les 19:00 a les 00:00. Coincideix, és clar, quan més s'usen els electrodomèstics: enllumenat de l'habitatge, cuinar el sopar i possiblement el dinar de l'endemà, televisió, rentadores, rentaplats, etc.

Cal diferenciar el consum durant una hora en concret (kWh) amb la potència instantània. Que de les 20:00 a les 21:00 el consum sigui de 2,17 kWh no necessàriament vol dir que un grau d'electrificació bàsic sigui el correcte ni l'incorrecte. Per exemple, posem dos casos de consum d'aquesta quantitat:

- ❖ Tenir un electrodomèstic (o varis) de potència 2,17 kW durant 60 min. En aquest cas una potència contractada de 5,75 kW seria adequada.
- ❖ Tenir varis electrodomèstics que la suma de les seves potències sigui 6,51 kW durant 20 minuts i els altres 40 minuts no tenir cap electrodomèstic en ús. En aquest cas una potència contractada de 5,75 kW no seria adequada.

Tot i que hi ha moltes maneres de consumir 2,17 kWh de 20:00 a 21:00, el gràfic ens indica que les hores ideals per a la recàrrega del vehicle són les hores nocturnes.

Això si que es pot veure en el gràfic (Figura 28) publicat al projecte "Perfila" de REE dels valors de potència màxims horaris d'un consumidor domèstic durant el 2015.

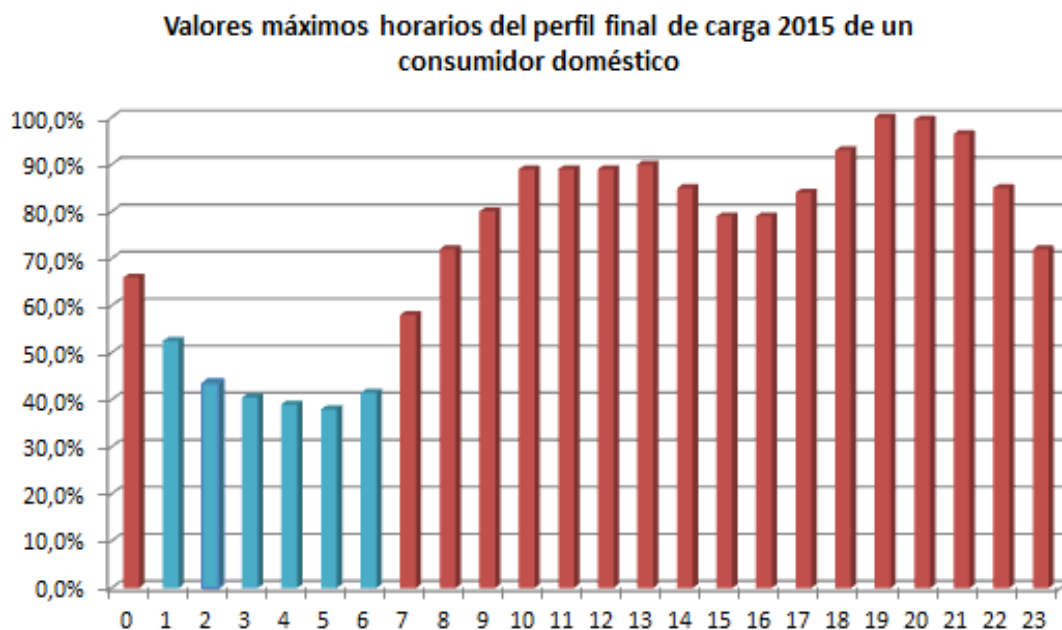


Figura 28 Projecte a partir del qual s'ha construït un panel de consumidors amb dades de consums de comptadors intel·ligents

Aquest gràfic ens informa dels valor màxim de potència consumida en cada hora del dia. En aquest molt hipotètic cas, també es podria carregar el vehicle durant les hores nocturnes. Per tant, considerant el cas d'una família de 4 membres amb eficiència mitjana no hi hauria d'haver cap problema per a la recàrrega del VE durant la nit.

Per a unes segones dades del consum mensual, he estudiat el consum mensual de casa meua i l'he comparat amb el de l'estudi anterior.

Per contra, visc en una casa unifamiliar i no en un pis, i a casa vivim 3 adults i 2 adolescents. La potència contractada de l'habitatge és de 5,75 kW. He desglossat l'ús que fem de cada electrodomèstic de l'habitatge i he calculat el consum corresponent. Finalment he comparat el valor obtingut amb els valors de les factures mensuals:

Consideracions:

- Aire condicionat:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 1,8 kW
 - Ús: 5 h/dia durant 90 dies (equivalent als 3 mesos d'estiu) → 37,5 h/mes

- Aspiradora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 1,2 kW
 - Ús: 1,5 h/setmana → 6 h/mes (aspirar l'habitatge entre 1 i 2 cops per setmana)

- Cafetera:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,7 kW
 - Ús: 10 min/dia → 5 h/mes

- Vitroceràmica:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 2,2 kW
 - Ús: 1 h/dia → 30 h/mes

- Forn elèctric:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,95 kW
 - Ús: 4 h/set → 20 h/mes

- Enllumenat (bombetes):
 - Quantitat: 20
 - Potència: 0,023 kW
 - Ús: 2,5 h/dia per bombeta → 75 h/mes per bombeta

- Rentadora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 1,05 kW
 - Ús: 1 h/dia → 30 h/mes (1 rentada cada dia)

- Rentaplats:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,98 kW
 - Ús: 1 h/dia → 30 h/mes (1 rentada cada dia)

- Microones:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 1,2 kW
 - Ús: 15 min/dia → 7,5 h/mes

- Nevera:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,25 kW
 - Ús: 8 h/dia → 240 h/mes

- PC torre:
 - Quantitat: 2
 - Potència: 0,07 kW
 - Ús: 3 h/dia → 90 h/mes

- Planxa:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 1 kW
 - Ús: 2 h/set → 9 h/mes

- Torradora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,9 kW
 - Ús: 5 min/dia → 2,5 h/mes

- Televisió:
 - Quantitat: 2
 - Potència: 0,156 kW
 - Ús: 3 h/dia → 90 h/mes

- Assecadora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 2 kW
 - Ús: 1 h/dia → 30 h/mes

- Assecador de cabell:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,7 kW
 - Ús: 0,5 h/mes

- Batedora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,2 kW
 - Ús: 1 h/més

- Exprimidora:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,25 kW
 - Ús: 1 h/mes

- Extractor:
 - Quantitat: 1
 - Potència: 0,5 kW
 - Ús: 1h/dia → 30 h/mes

- Altres:
 - 5% del total

Quantitat	Hores/mes (h)	Aparell	Potència (kW)	Consum (KWh)
1	37,5	Aire acondicionat genèric	1,8	67,5
1	6	Aspiradora genèrica	1,2	7,2
1	1	Batedora genèrica	0,2	0,2
1	5	Cafetera genèrica	0,7	3,5
1	1	Expimidora genèrica	0,25	0,25
1	30	Extractor d'aire genèric	0,5	15
1	30	Vitroceràmica	2,2	66
1	20	Forn elèctric genèric	0,95	19
1	30	Rentadora genèrica	1,1	33
1	30	Rentaplats genèric	1	30
1	7,5	Microones genèric	1,2	9
1	240	Nevera	0,25	60
2	90	PC torre	0,07	12,6
1	9	Planxa	1	9
1	0,5	Secadora de cabell	0,7	0,35
1	30	Secadora de roba	2	60
1	2,5	Torradora	0,9	2,25
2	90	TV 32 polzades	0,156	28,08
20	75	Enllumenat (bombetes)	0,023	34,5
				457,43
Altres			5%	22,87
				kWh/mes
				480,30

Taula 20 Estimació del consum mensual de l'habitatge on visc

El valor mitjà de les factures obtingut ha sigut al voltant dels 480 kWh/mes, en funció del mes de l'any. D'altra banda, el consum mensual calculat segons les meves consideracions ha estat 457 kWh. Tenint en compte que som 5 persones vivint (enlloc de 4), de més edat i en un habitatge unifamiliar, les dades que hem agafat com a model són adequades. Amb aquestes dades sobre consums mensuals i sobre els valors màxims de potència instantanis horaris podem justificar que en un pis es pot recarregar el VE amb un grau d'electrificació bàsic (7360 W).

D.5.2. Freqüència de recàrrega d'un VE

S'han agafat dades d'un estudi fet per l'INE del 2008 de la quantitat de quilòmetres que fa una persona espanyola amb el seu vehicle en funció del seu estat laboral (ocupat, no ocupat o inactiu) i del l'antiguitat del vehicle en qüestió. Els resultats d'aquest estudi van ser els següents (Taula 21):

	Total vehículos	Vehículos de 0 a 4 años	Vehículos de 5 a 10 años	Vehículos de 11 a 20 años	Vehículos de 21 a 50 años	No sabe / No contesta
TOTAL	12.562,9	13.889,5	12.784,1	9.729,9	7.891,8	7.683,6
Ocupados	13.426,5	14.448,2	13.552,8	10.871,7	9.675,4	7.081,6
1. Ocupados a tiempo completo	13.559,9	14.591,3	13.685,8	10.976,5	9.920,5	7.219,7
2. Ocupados a tiempo parcial	11.584,3	12.389,4	11.791,2	9.466,7	3.463,5	300,0
Parados	12.550,4	12.895,4	13.642,7	9.567,0	13.196,6	15.000,0
Inactivos	10.304,3	12.252,4	10.573,1	7.740,2	5.626,0	10.195,1
1. Pensionistas	9.687,2	11.388,6	10.200,1	7.473,9	5.434,5	3.614,3
2. Labores del hogar	11.618,2	13.782,9	11.544,4	8.172,1	6.883,1	14.520,9
3. Otros inactivos	11.199,5	13.165,4	10.226,2	10.255,2	3.633,8	200,0

Taula 21 Km anuals en funció de l'estat laboral i l'antiguitat del vehicle

De tots els valors representat en aquesta taula ens hem fixat en el "TOTAL" del "Total vehículos", és a dir, el valor mitjà de quilòmetres d'entre totes les persones que condueixen (siguin ocupats, no ocupats o inactius) sense tenir en compte l'antiguitat del vehicle. Aquest valor és de 12.563 km/any, que representa un total de 34,5 km/dia. Si bé és cert que no és una dada real; no tothom fa els mateixos quilòmetres cada, varia en funció de la feina, època de l'any, i molts altres factors; sí que és una dada significativa.

D'altra banda, hem buscat quina és l'autonomia dels 10 VE més venuts a Espanya durant l'any 2018 (Taula 19):

VEHICLE ELÈCTRIC	UNITATS VENUEDES	AUTONOMIA (ciutat) (km)	CAPACITAT DE LA BATERIA (kWh)	TEMPS DE RECÀRREGA 80% (3,7kW / 16A) (h)
1. Renault Zoe 2017	1.413	300	41	12
2. Nissan Leaf	1.242	300	40	12
3. Smart ForTwo	760	160	17,6	5,5
4. Smart ForFour	698	160	17,6	5,5
5. BMW i3	682	180	33	10
6. Volkswagen e-Golf	436	250	36	10,8
7. Hyundai Kona	220	289	39,2	11,7
8. Hyundai Ioniq	202	280	38,3	11,4
9. Tesla Model S	165	490	75	Carregador Tesla
10. Tesla Model X	159	300	75	Carregador Tesla

Taula 22 Autonomia i capacitat de la bateria dels 10 VE més venuts a Espanya l'any 2018

Com es pot veure, l'autonomia dels VE varia entre 150 i 300 km, els consums varien entre 12 i 20 kWh cada 100 km recorreguts i els temps de recàrrega varia entre 5,5 i 12 en funció de la capacitat de la bateria i el consum que té el propi VE.

Per tant, amb aquest seguit de dades podem concloure que no cal carregar completament el VE cada dia. Dit d'una altra manera, si tens un Renault Zoe 2017 i fas entre 35 i 50 km/dia hauràs de carregar completament el vehicle (aproximadament 14h) cada 6 dies o bé fer una càrrega parcial (aproximadament 2,5h) cada dia.

D.5.3. Previsió de consum (amb VE inclòs)

A partir dels apartats E.5.1 i E.5.2 es pot fer una estimació del consum que tindria una família amb la instal·lació de recàrrega feta, suposant que carreguen un VE que fa 12563 km/any (mitja).

Càlcul de consum de kWh/any del VE:

Per saber el consum del VE, s'ha calculat el consum mitjà dels 10 VE més venuts a Espanya durant el 2018 (apartat D.3.2).

S'ha obtingut un valor de 14,93 kWh/100 km. Si aquesta vehicle recorre 12563 km durant un any, significa que consumirà 1875 kWh/any (si només carreguem el VE a casa).

Per tant:

	Consum anual (kWh/any)	Consum mensual (kWh/mes)	Consum diari (kWh/dia)
HABITATGE	5.584,50	459,00	15,30
RECÀRREGA VE	1.875,00	156,25	5,14
TOTAL	7.459,50	615,25	20,44

Taula 23 Previsió de consum amb VE inclòs

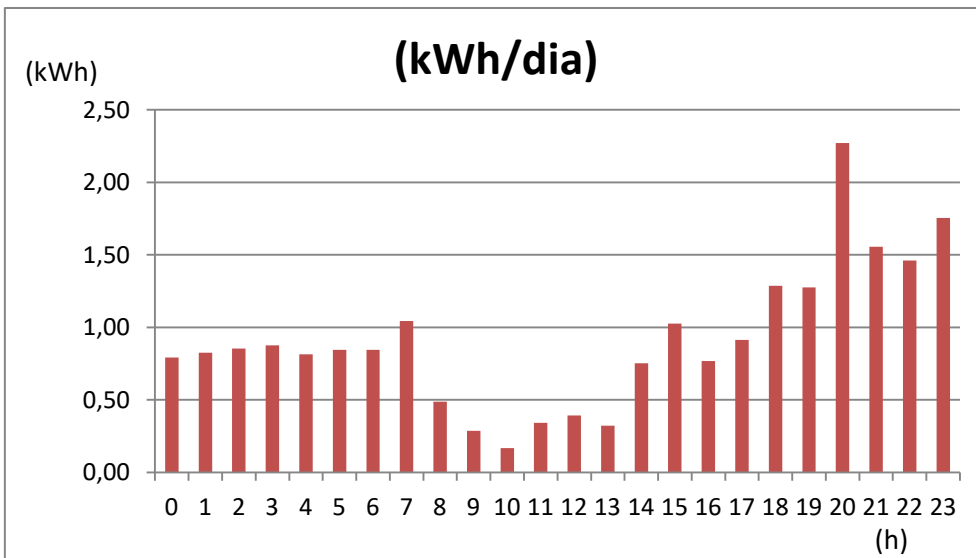


Figura 29 Perfil de consum previst amb VE inclòs (carregant el VE a la nit)

D.5.4. Sistema recàrrega intel·ligent CirBEON

La instal·lació de la infraestructura de recàrrega incorporarà el sistema de recàrrega intel·ligent CirBEON. Anteriorment, a l'annex C.6, s'ha explicat el seu funcionament. La instal·lació d'aquest sistema és una justificació més per la qual no cal tenir una potència contractada tan elevada.

D.5.5. Possibilitat de carregar el VE a la feina

Com ja s'ha comentat anteriorment, el creixement del VE és una realitat i en els pròxims anys serà una obligació per l'adaptació al canvi climàtic. Sí és així, existeix la possibilitat que les empreses instal·lin punts de recàrrega en el pàrquing dels llocs de treball perquè usin els treballes durant la jornada laboral. D'aquesta manera es reduiria l'ús de l'estació de l'habitatge, i per tant no seria necessari una potència contractada tan elevada.

D.5.6. Instal·lació bateria extra

Abans de començar el projecte, sense coneixement sobre el VE i tot el que en deriva, es va pensar que una solució per a reduir la potència contractada de l'habitatge era instal·lar una sèrie de bateries amb inversor que es carreguessin en les hores valls i que subministressin potència només en el cas que es superés la potència contractada.

És a dir, enlloc de tenir un potència contractada de 9,2 o 7,36 kW, que ja s'ha demostrat anteriorment que en molts pocs casos s'hi arriba, tenir una potència contractada de 5,75 kW amb unes bateries que subministressin potència només si fos necessari.

Finalment s'ha desestimat aquesta opció per dos motius:

- Els preus de les bateries + inversors en aquest moment són bastant elevats i són escassos al mercat. Per contra i per necessitat, la qualitat d'aquestes bateries i inversors és millor i el preu baixa de forma constant.
- No hi ha tanta diferència a nivell de cost entre contractar una potència de 5,75 kW i 7,36 kW.

Tot seguit s'ha fet una comparació a nivell econòmic de tenir una potència contractada de 7,36 kW i tenir una potència contractada de 5,75 kW més una bateria TESLA instal·lada.

S'ha d'aclarir que les característiques de la bateria no són 100% reals, si no que s'ha modificat algun aspecte a l'hora de fer els càlculs.

La bateria en qüestió és la Powerwall de TESLA En la Figura 30 està representada i en la Figura 31 es pot veure les seves característiques:



Figura 30 Bateria TESLA Powerwall

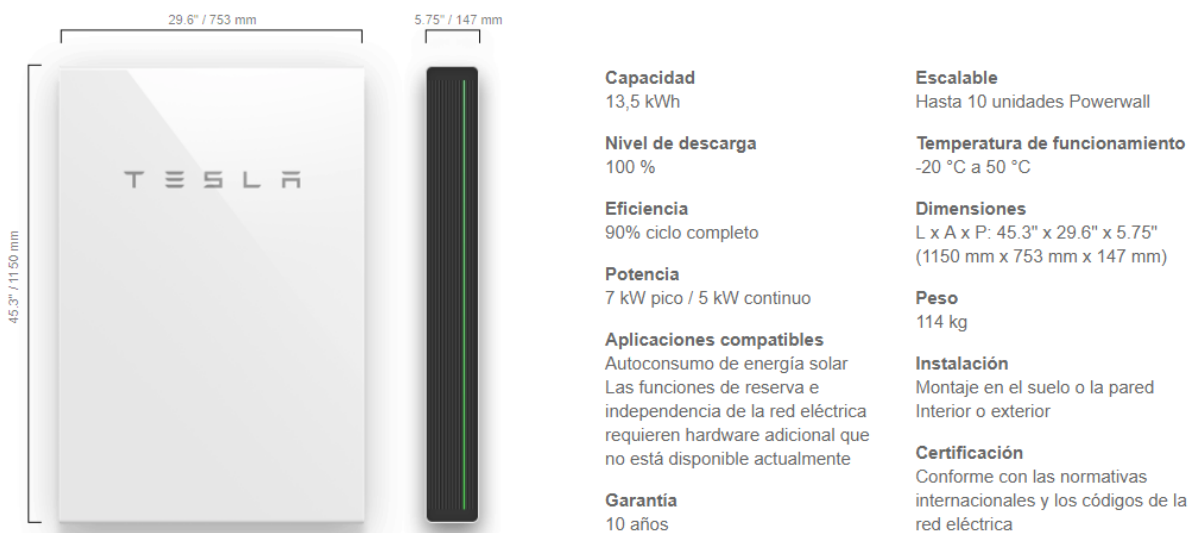



Figura 31 Especificacions de la bateria TESLA Powerwall

Aquesta bateria té una capacitat de 13,5 kWh i permet subministrar una potència de 5-7 kW. El seu preu és de 7000 € més 500 € de la instal·lació. Està pensada bàsicament per funcionar a partir d'energia solar, tot i que també es pot connectar a la corrent. Com que el que es buscava era una bateria que donés una potència de 2 kW extremes en cas de necessitat (2 kW és el 40% de 5 kW), els càlculs s'han fet considerant que el cost d'aquesta

bateria és de 2800 € (40% de 7000 €), més 500 € de la instal·lació. A partir d'això s'han fet els càlculs.

D'altra banda, en la Figura 32 es veu representada la factura anual per a una potència contractada de 5,75 kW i en la Figura 33 per a una potència contractada de 7,36 kW.

	ONE Luz
	Comercializador ENDESA ENERGÍA S.A.U.
	Oferta de Electricidad: Fecha de la consulta: 21/05/2019 Código postal: 17458 Potencia: 5,75 kW Consumo anual de electricidad: 7450 kWh Sin discriminación horaria Con servicios extra

Datos del suministro


Electricidad	
Potencia contratada	5,75 kW
Consumo electricidad	7450 kWh/año

Estimación factura anual (primer año)

Importe anual de la electricidad	
Término de potencia	236,65 €/año
Consumo electricidad	893,20 €/año
Impuesto sobre electricidad	57,77 €/año

Total estimado primer año	
Total estimado electricidad	1.187,62 €/año
IVA 21%	249,40 €/año
Total primer año	1.437,02 €/año

Figura 32 Factura anual per a una potència contractada de 5,75 kW

	ONE Luz
	Comercializador ENDESA ENERGÍA S.A.U.
	Oferta de Electricidad: Fecha de la consulta: 21/05/2019 Código postal: 17458 Potencia: 7,36 kW Consumo anual de electricidad: 7450 kWh Sin discriminación horaria Con servicios extra

Datos del suministro

Electricidad	
Potencia contratada	7,36 kW
Consumo electricidad	7450 kWh/año

Estimación factura anual (primer año)

Importe anual de la electricidad	
Término de potencia	302,91 €/año
Consumo electricidad	893,20 €/año
Impuesto sobre electricidad	61,15 €/año

Total estimado primer año	
Total estimado electricidad	1.257,27 €/año
IVA 21%	264,03 €/año
Total primer año	1.521,29 €/año

Figura 33 Factura anual per a una potència contractada de 7,36 kW

Els càlculs de la factura anual en funció de la potència contractada s'han fet considerant que l'empresa subministradora és ENDESA ENERGIA S.A.U. i la tarifa és ONE Luz.

Així doncs, en la Taula 24 es poden veure els resultats obtinguts del cost anual en funció de la potència contractada:

Potència contractada (kW)	Consum d'electricitat (kWh)	Preu per kW (€/kW·dia)	Terme de potència (€/any)	Preu per kWh (€/kWh)	Consum d'electricitat (€/any)	Impost sobre l'electricitat (€/any)
7,36	7.450	0,1127568	302,91	0,1198926	893,20	61,15
5,75	7.450	0,1127568	236,65	0,1198926	893,20	57,77

Potència contractada (kW)	Total consum d'electricitat (€/any)	IVA (%)	TOTAL (€)
7,36	1.257,27	21%	1.521,29
5,75	1.187,62	21%	1.437,02

Taula 24 Cost anual en funció de la potència contractada

Any	Potència contractada = 5,75 kW				Potència contractada = 7,36 kW			
	Consum d'electricitat (€)	Cost bateria (€)	TOT ANUAL (€)	TOT ACUMULAT (€)	Consum d'electricitat (€)	Cost bateria (€)	TOT ANUAL (€)	TOT ACUMULAT (€)
1	1.437,02	3.300,00	4.737,02	4.737,02	1.521,29	0	1.521,29	1.521,29
2	1.437,02	0	1.437,02	6.174,04	1.521,29	0	1.521,29	3.042,58
3	1.437,02	0	1.437,02	7.611,06	1.521,29	0	1.521,29	4.563,87
4	1.437,02	0	1.437,02	9.048,08	1.521,29	0	1.521,29	6.085,16
5	1.437,02	0	1.437,02	10.485,10	1.521,29	0	1.521,29	7.606,45
6	1.437,02	0	1.437,02	11.922,12	1.521,29	0	1.521,29	9.127,74
.								
.								
.								
76	1.437,02	0	1.437,02	112.513,52	1.521,29	0	1.521,29	115.618,04
77	1.437,02	0	1.437,02	113.950,54	1.521,29	0	1.521,29	117.139,33
78	1.437,02	0	1.437,02	115.387,56	1.521,29	0	1.521,29	118.660,62
79	1.437,02	0	1.437,02	116.824,58	1.521,29	0	1.521,29	120.181,91
80	1.437,02	0	1.437,02	118.261,60	1.521,29	0	1.521,29	121.703,20

Taula 25 Quadre d'amortització de la bateria TESLA Powerwall

Un cop coneguts tots els costos s'ha calculat quants anys caldrien per amortitzar la bateria i conèixer si val la pena una instal·lació d'aquest tipus en aquests moments:

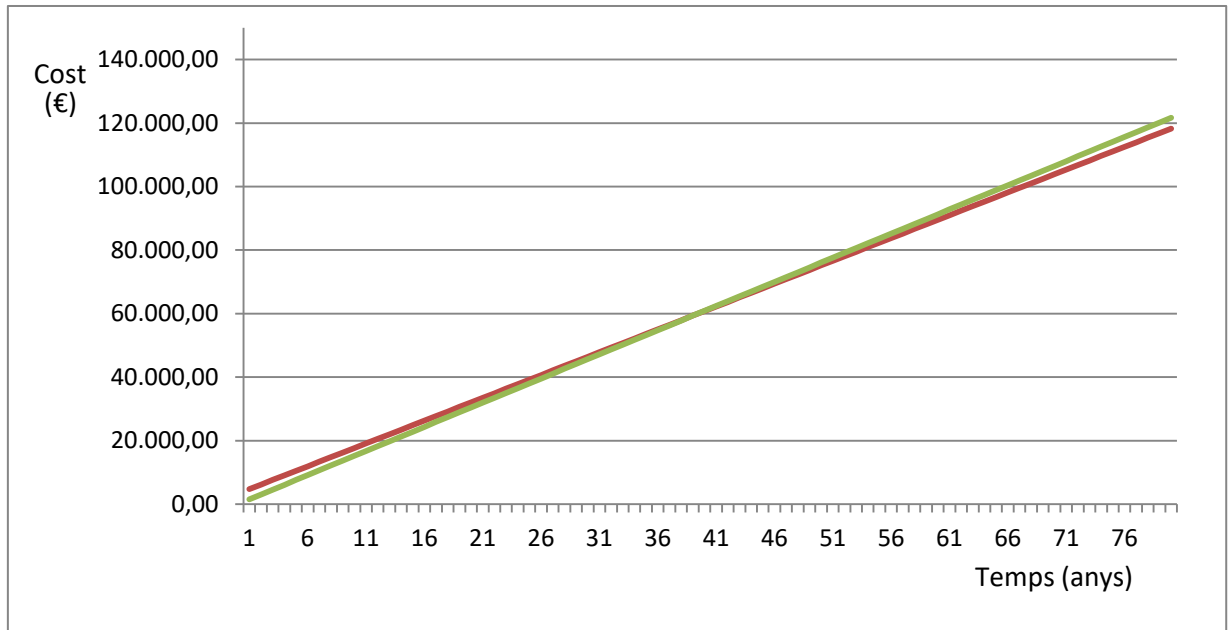


Figura 34 Gràfic d'amortització de la bateria TESLA Powerwall

El temps que es tardaria a recuperar la inversió de la bateria és de 39 anys, per tant, ara mateix no sortiria a compte fer aquesta operació de combinar menys potència contractada amb una bateria externa.

E. ESTUDI ECONÒMIC DE LA INSTAL·LACIÓ

Finalment s'ha fet un estudi econòmic de la instal·lació projectada. S'ha estudiat amb quants anys quedaria amortitzada aquesta instal·lació (dur a terme la instal·lació, tenir una potència contractada de 7,36 kW i tenir un VE) respecte no fer-la (no dur a terme la instal·lació, tenir una potència contractada de 5,75 kW i tenir un vehicle de combustió). Per fer-ho, s'han fet servir dades que han anat sortint en els annexos i alguna altra dada nova. Consideracions a tenir en compte:

- Terme de potència contractada: 0,1127568 € / kW·dia
- Terme d'energia consumida: 0,1198926 € / kWh
- Consum anual d'electricitat de l'habitatge (sense instal·lació): 5.585 kWh
- Consum anual d'electricitat de l'habitatge (amb instal·lació): 7.460 kWh
- Quilòmetres recorreguts anuals per vehicle: 12.563 km
- Consum mitjà d'un vehicle de combustió: 6 L / 100 km
- Preu mitjà del combustible (Diesel): 1,21 € / L
- Consum anual de combustible: 912,07 €
- Cost per habitatge de la instal·lació elèctrica: 1.591,52€
- S'ha considerat que es compra un vehicle nou (VE en un cas i de combustió en l'altre). Per calcular el preu, s'ha agafat el preu mig dels 10 cotxes més venuts en cada cas a Espanya durant el 2018. Cada cotxe té varies versions i en funció d'això varis preus. S'ha considerat el preu mig entre les diferents versions dels vehicles. D'altra banda, entre els 10 VE més venuts hi ha dos models de TESLA que no s'han considerat ja que no són aptes per carregar en una estació de recàrrega com la projectada. Cal dir, també, que el preu de tots els vehicles és orientatiu, simplement és per destacar que a dia d'avui els preus dels VE estan per sobre dels preus dels vehicles de combustió. El factor que fa augmentar el valor d'aquests és majoritàriament el preu de les bateries elèctriques. Quan aquestes baixin de preu (ja ha començat, els preus dels VE també baixaran de preu. En la Taula 26 es pot veure com s'ha calculat el preu mig dels VE i dels vehicles de combustió.

NUM	VEHICLE DE COMBUSTIÓ			VEHICLE ELÈCTRIC		
	VEHICLE	PREU	UNITATS VENUDES	VEHICLE	PREU	UNITATS VENUDES
1	Seat León	19.500	34.897	Renault Zoe 2017	26.000	1.413
2	Seat Ibiza	14.750	31.392	Nissan Leaf	33.500	1.242
3	Nissan Qashqai	22.250	31.287	Smart ForTwo	19.500	760
4	Dacia Sandero	10.750	31.130	Smart ForFour	21.250	698
5	Renault Mégane	19.750	29.082	BMW i3	35.720	682
6	Renault Clio	13.800	28.859	Volkswagen e-Golf	26.750	436
7	Volkswagen Polo	14.750	28.173	Hyundai Kona	36.750	220
8	Volkswagen Golf	27.200	27.090	Hyundai Ionig	29.975	202
9	Citroën C4	17.650	26.193	Tesla Model S	/	165
10	Peugeot 3008	23.250	22.870	Tesla Model X	/	159
		TOTAL	290.973		TOTAL	5.977
		PREU MIG	18.192		PREU MIG	27.978

Taula 26 Preus mitjans dels VE i vehicles de combustió l'any 2018

Tot seguit, a la Taula 27, es pot veure el quadre d'amortització de la instal·lació:

ANY	No instal·lació d'infraestructura, PC = 5,75 kW, vehicle de combustió						Instal·lació d'infraestructura, PC = 7,36 kW, vehicle elèctric						
	Potència Contract. 5,75 kW (€)	Consum anual 5.585 kWh (€)	Consum combust. 12.563 km (€)	Vehicle de combustió (€)	TOTAL ANUAL (€)	TOTAL ACUM. (€)	Potència Contract. 7,36 kW (€)	Consum anual 7.460 kWh (€)	Consum combust. 12.563 km (€)	Instal. elèctrica (€)	VE (€)	TOTAL ANUAL (€)	TOTAL ACUM. (€)
1	236,65	669,60	912,07	18.192,00	20.010,32	20.010,32	302,91	894,40	0,00	1.591,52	27.978,00	30.463,92	30.463,92
2	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	21.828,64	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	31.358,32
3	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	23.646,96	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	32.252,72
4	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	25.465,28	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	33.147,12
5	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	27.283,60	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	34.041,52
6	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	29.101,92	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	34.935,92
7	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	30.920,24	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	35.830,32
8	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	32.738,56	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	36.724,72
9	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	34.556,88	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	37.619,12
10	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	36.375,20	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	38.513,52
11	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	38.193,52	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	39.407,92
12	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	40.011,84	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	40.302,32
13	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	41.830,16	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	41.196,72
14	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	43.648,48	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	42.091,12
15	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	45.466,80	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	42.985,52
16	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	47.285,12	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	43.879,92
17	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	49.103,44	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	44.774,32
18	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	50.921,76	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	45.668,72
19	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	52.740,08	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	46.563,12
20	236,65	669,60	912,07	0,00	1.818,32	54.558,40	302,91	894,40	0,00	0,00	0,00	894,40	47.457,52

Taula 27 Quadre d'amortització de la instal·lació elèctrica

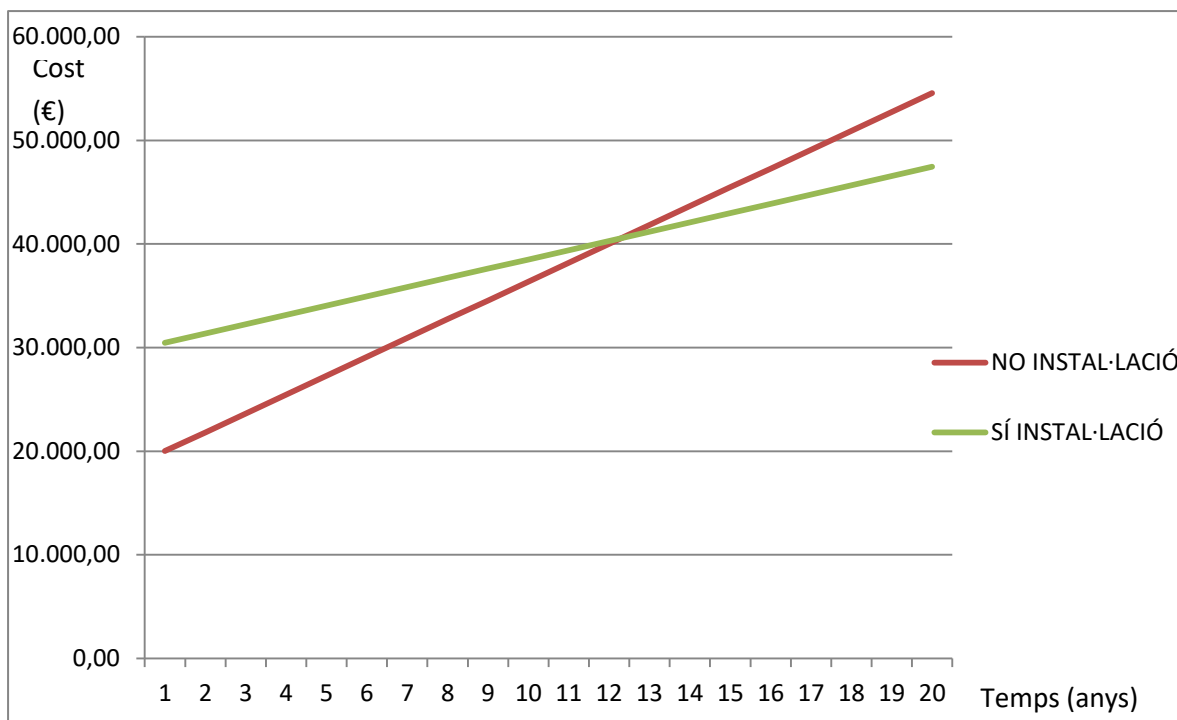


Figura 35 Gràfic d'amortització de la instal·lació i VE

Com es pot veure, es tardaria aproximadament 12 anys en amortitzar la instal·lació en el cas que la féssim ara i que ens compréssim un VE. Cal destacar que el factor que marca aquesta diferència és, com ja s'ha comentat anteriorment, la diferència de preu entre tipus de VE.

Tot i així, fent la instal·lació i comprant un VE a l'actualitat sortiria a compte igualment, ja que encara que es tardi 12 anys en amortitzar-ho, a partir de llavors el cost anual seria menor. A més, considerant que els VE tenen una vida de 15 anys, quan fos necessari comprar un altre vehicle, a part de estar amortitzada la instal·lació i el VE també s'espera que el preu d'aquests baixi (en principi la tecnologia del VE i de les bateria elèctriques haurà evolucionat) en detriment del vehicle de combustió.

F. MIRADA AL FUTUR

Com ja s'ha anat comentat al llarg de tot el projecte, hi ha una previsió clara que en els pròxims anys la tendència dels vehicles de combustió anirà a la baixa i la dels VE anirà a l'alça. Però, està preparat el món perquè tothom tingui un VE? La resposta és, a hores d'ara, no.

Basant-nos amb Espanya, s'ha calculat que la xarxa elèctrica espanyola a hores d'ara no està preparada perquè tothom tingui un VE. Es calcula que hi ha aproximadament 30 milions de vehicles en circulació. Si tothom carregués el VE durant la nit amb una infraestructura com la que s'ha presentat al projecte (càrrega lenta, 3,68 kW), significa que seria necessària una capacitat de generació elèctrica de 110 MW. Actualment, com es pot veure a la Figura 36, agafant com a mostra el dia 30 d'abril d'aquest 2019, durant la nit hi va haver una demanda i generació d'entre 22 i 25 MW, i durant el dia el pic màxim va ser 31,2 MW. És a dir, entre un 20 i 28% del que es necessitaria per carregar tots els VE.

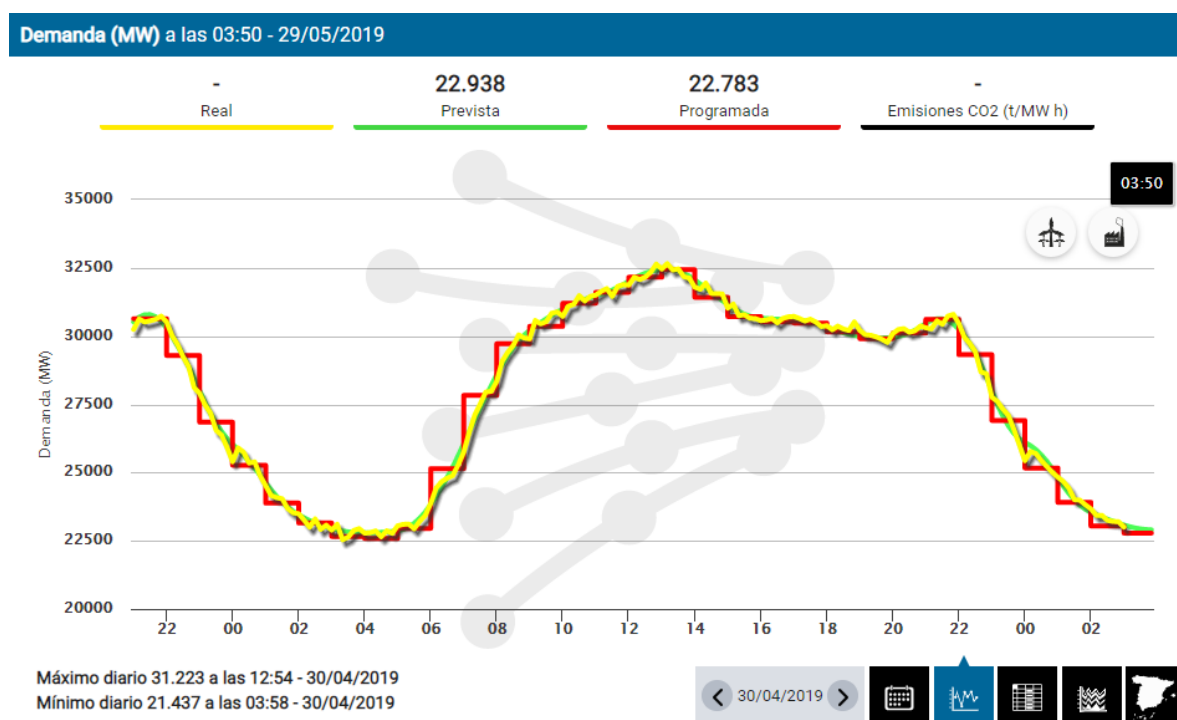


Figura 36 Demanda i consum elèctric del 30/04/2019

D'altra banda, com ja s'ha comentat també, mai es donaria el cas que tothom carregués el VE durant la nit. Hi hauria qui el carregaria de dia, hi hauria qui no necessitaria carregar-lo cada dia, etc. Tot i que es durant la nit es genera entre 22 i 25 kW, Espanya té una capacitat de generació a la vora dels 100 MW. A més, Espanya és dels països que, per condicions climàtiques, poden treure més rendiment de la generació d'energia solar i eòlica.

Un altre handicap és la disponibilitat dels punts de recàrrega. És evident que actualment no n'hi ha prou i que la creació d'aquests anirà lligada amb la venda de VE. S'espera que l'autonomia d'aquests cada cop sigui major, però actualment està a la meitat o a un terç de la dels vehicles de combustió i, en canvi, la diferència de temps entre reemplenar el dipòsit del vehicle convencional i recarregar un VE és molt gran.

Aquí apareixen també les bateries. El fet que la xarxa elèctrica no estigui preparada perquè tothom disposi d'un VE en l'actualitat obre les portes a aquestes. Amb bateries i inversors que subministressin potència i energia en hores de pic de consum evitaria que la xarxa elèctrica del país hagués de créixer tant per a poder satisfer totes les necessitats. Idealment, aquestes bateries s'haurien de carregar a partir d'energia solar; si no, a partir de sistemes intel·ligents que detectin moments de dia de poc consum per poder carregar aquestes bateries.

Firma:

.....

Marc Valero i Cateura
Fornells de la Selva, juny del 2019