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

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Elèctrica

GESTIÓ DE LA CÀRREGA EN UNA INSTAL·LACIÓ AMB VEHICLE ELÈCTRIC

Memòria i Annexos

Autor: Albert Ollé Aldeguer
Director: Roberto Villafáfila Robles

Convocatòria: Gener 2017

Índex general

ÍNDEX GENERAL I

ÍNDEX FIGURES III

ÍNDEX TAULES VII

RESUM XIII

RESUMEN XIV

AGRAÏMENTS XV

GLOSSARI XVII

1. INTRODUCCIÓ 1
   1.1. Objectius del treball 2
   1.2. Abast del treball 2
   1.3. Metodologia 3

2. CARACTERITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ 5
   2.1. Descripció de la instal·lació 5
      2.1.1. Emplaçament 5
      2.1.2. Característiques de l'edifici 5
      2.1.3. Empreses subministradores i característiques generals del subministrament 6
   2.2. Normativa d'aplicació 7
      2.2.1. Normativa referent a la instal·lació elèctrica/gas 7
      2.2.2. Normativa referent a l'anàlisi econòmica 7
      2.2.3. Altra normativa 9

3. SISTEMA ELÈCTRIC I TARIFICACIÓ 11
   3.1. Sistema i mercat elèctric espanyol 11
   3.2. Tarifes elèctriques 15
      3.2.1. Modalitats de contractació 15
      3.2.2. Tarifes d'accés d'electricitat 17
      3.2.3. Factura elèctrica 20
   3.3. Comptadors elèctrics 29

4. EL VEHICLE ELÈCTRIC 33
   4.1. Introducció 33

4.2. Instrucció Tècnica Complementaria (ITC) BT-52 35
4.2.1. Termes i definicions 36
4.3. Tipus de connexió entre l'estació de recàrrega i el vehicle elèctric 38
4.4. Infraestructura de recàrrega del vehicle elèctric 40
4.4.1. Tipus de recàrrega 41
4.4.2. Modes de càrrega 44
4.4.3. Tipus de connectors 48
4.5. Esquemes d'instal·lació i previsió de càrregues 53
4.6. Passos a seguir per a la instal·lació d'un punt de recàrrega 59
4.7. Influències i avantatges 60

5. AVALUACIÓ INICIAL DE LA DEMANDA ____ 63
5.1. Previsió de càrregues sense vehicle elèctric 63
5.2. Definició consums energètics 70
5.3. Corbes de demanda elèctrica 88
5.4. Avaluació econòmica sense vehicle elèctric 94

6. GESTIÓ DE LA DEMANDA AMB VEHICLE ELÈCTRIC ____ 101
6.1. Definició gestió de la demanda 101
6.2. Previsió de càrregues amb vehicle elèctric 102
6.3. Definició consums energètics 109
6.4. Corbes de demanda elèctrica 128
6.5. Avaluació econòmica amb vehicle elèctric 131

7. CONCLUSIONS DE L'ESTUDI ____ 141

8. ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL ____ 143
8.1. Comparació vehicles convencionals i elèctrics 143
8.2. Conclusions 153

CONCLUSIONS ____ 155
Treballs futurs 155

PRESSUPOST ____ 157

BIBLIOGRAFIA ____ 159
Referències bibliogràfiques 159

ANNEX ____ 161

Índex figures

Figura 1.1. Despesa mitjana per llar (en € i % respecte el total) de l'any 2015 _____ 1

Figura 3.1. Corba de demanda elèctrica a Espanya corresponent a l'1/12/2016 _____ 12

Figura 3.2. Mercat minorista espanyol _____ 13

Figura 3.3. Funcionament del sistema elèctric espanyol _____ 15

Figura 3.4. Model d'exemple de les dues primeres dues pàgines de la factura de la llum _____ 22

Figura 3.5. Factura elèctrica d'un consumidor amb una potència contractada de 4,6 kW i 560 kWh de consum _____ 28

Figura 3.6. Comptador tradicional _____ 29

Figura 3.7. Comptador intel·ligent _____ 30

Figura 4.1. Vendes anuals de vehicles lleugers per tecnologia segons l'Escenari Blue Map 2000-2050 _____ 35

Figura 4.2. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en una clavilla amb el cable solidari al VE_____ 39

Figura 4.3. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat per un extrem en una clavilla i per l'altre en un connector, on el cable és un accessori del VE _____ 39

Figura 4.4. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en un connector: el cable forma part de la instal·lació fixa_____ 39

Figura 4.5. Connexió d'un VE lleuger a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en un connector: el cable incorpora el carregador _____ 40

Figura 4.6. Estacions de recàrrega *outdoor* _____ 40

Figura 4.7. Estacions de recàrrega *indoor* _____ 41

Figura 4.8. Esquema del mode de càrrega 1 amb un endoll no exclusiu _____ 45

Figura 4.9. Esquema del mode de càrrega 2 amb un endoll no exclusiu amb protecció incorporada al cable _____ 46

Figura 4.10. Esquema del mode de càrrega 3 amb un endoll exclusiu 46

Figura 4.11. Esquema del mode de càrrega 4 amb connexió DC 47

Figura 4.12. Connector Schuko o domèstic 49

Figura 4.13. Connector Tipus 1 o Yazaki 49

Figura 4.14. Connector Tipus 2 o Mennekes 50

Figura 4.15. Connector Tipus 3 o Scame 51

Figura 4.16. Connector Tipus 4 o CHAdeMO 51

Figura 4.17. Connector Tipus 5 o CSS 52

Figura 4.18. Inducció electromagnètica 53

Figura 4.19. 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 54

Figura 4.20. Esquema 2: instal·lació individual amb comptador principal comú per l'habitatge i per l'estació de recàrrega 55

Figura 4.21. Esquema 3a: instal·lació individual amb comptador principal per cada estació de recàrrega (utilitzant la centralització existent o amb una nova) 57

Figura 4.22. Esquema 4a: instal·lació amb un circuit addicional individual per la recàrrega del VE en habitatges unifamiliars 58

Figura 4.23. Diferents moments de recàrrega del VE i les seves afectacions 61

Figura 4.24. Funcionament del V2G 62

Figura 5.1. Corbes de demanda elèctrica de referència per les tarifes A i DHA del 12 d'abril de 2016 89

Figura 5.2. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 1 i Tarifa A 90

Figura 5.3. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa A 90

Figura 5.4. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa A 91

Figura 5.5. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa A_____ 91

Figura 5.6. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 1 i Tarifa DHA _____ 92

Figura 5.7. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa DHA _____ 92

Figura 5.8. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa DHA _____ 93

Figura 5.9. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa DHA _____ 93

Figura 5.10. Formulari del 'Comparador d'ofertes d'energia' _____ 97

Figura 6.1. Mesures d'eficiència energètica i gestió de la demanda _____ 102

Figura 6.2. Corbes de demanda elèctrica de referència per les tarifes A, DHA i DHS del 12 d'abril de 2016 _____ 128

Figura 6.3. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa DHS _____ 129

Figura 6.4. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa DHS _____ 130

Figura 6.5. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa DHS _____ 130

Índex taules

Taula 2.1. Característiques generals de l'edifici 6

Taula 3.1. Potències normalitzades a contractar a la Tarifa 2.0 17

Taula 3.2. Potències normalitzades a contractar a la Tarifa 2.1 18

Taula 3.3. Hores de la Tarifa 3.0 18

Taula 3.4. Hores del període horari P2 19

Taula 3.5. Hores del període horari P3 19

Taula 3.6. Resum tarifes d'accés en funció de la potència contractada 20

Taula 3.7. Peatges d'accés i cost de l'energia per les tarifes 2.0 del PVPC 25

Taula 3.8. Peatges d'accés per la modalitat de preu fix 1 any i per diferents tarifes 26

Taula 3.9. Peatges d'accés pel mercat lliure i per l'empresa Holaluz 27

Taula 3.10. Cost del lloguer dels comptadors 30

Taula 4.1. Característiques tècniques de les tipologies de VE 34

Taula 4.2. Característiques tècniques dels tipus (habituals) de processos de recàrrega del VE 43

Taula 4.3. Altres dades d'interès dels tipus (habituals) de processos de recàrrega del VE 44

Taula 4.4. Equivalències entre els processos de recàrrega del VE 44

Taula 4.5. Resum de les característiques principals dels modes de càrrega del VE 47

Taula 4.6. Resum de les característiques principals dels modes de càrrega del VE 48

Taula 4.7. Resum de les característiques principals dels tipus de connectors 52

Taula 5.1. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials 66

Taula 5.2. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials 69

Taula 5.3. Potència i consum energètic dels serveis generals 71

Taula 5.4. Potència i consum energètic del local comercial 72

Taula 5.5. Potència i consum energètic de l'aparcament 73

Taula 5.6. Tipus de família 1 i 2 considerats en l'avaluació inicial 77

Taula 5.7. Tipus de família 3 i 4 considerats en l'avaluació inicial 78

Taula 5.8. Consum elèctrics dels aparells i electrodomèstics considerats en l'avaluació inicial 79

Taula 5.9. Potència de la família Tipus 1 80

Taula 5.10. Consum energètic de la família Tipus 1 81

Taula 5.11. Potència de la família Tipus 2 82

Taula 5.12. Consum energètic de la família Tipus 2 83

Taula 5.13. Potència de la família Tipus 3 84

Taula 5.14. Consum energètic de la família Tipus 3 85

Taula 5.15. Potència de la família Tipus 4 86

Taula 5.16. Consum energètic de la família Tipus 4 87

Taula 5.17. Característiques Serveis generals 94

Taula 5.18. Característiques Local comercial 94

Taula 5.19. Característiques Aparcament 95

Taula 5.20. Característiques Família Tipus 1 95

Taula 5.21. Característiques Família Tipus 2 95

Taula 5.22. Característiques Família Tipus 3 96

Taula 5.23. Característiques Família Tipus 4 96

Taula 5.24. Cost de la factura dels serveis generals 97

Taula 5.25. Cost de la factura del local comercial 97

Taula 5.26. Cost de la factura del local comercial 98

Taula 5.27. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 98

Taula 5.28. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 98

Taula 5.29. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 98

Taula 5.30. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 99

Taula 5.31. Cost de la factura dels habitatges 99

Taula 5.32. Cost de la factura dels serveis generals 99

Taula 5.33. Cost de la factura del local comercial 99

Taula 5.34. Cost de la factura de l'aparcament 100

Taula 6.1. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials. 105

Taula 6.2. Previsió de càrregues de l'edifici amb la introducció del VE 109

Taula 6.3. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 1 111

Taula 6.4. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 2 112

Taula 6.5. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 3 113

Taula 6.6. Tipus de família 1 i 2 considerats en la gestió de la càrrega 117

Taula 6.7. Tipus de família 3 i 4 considerats en la gestió de la càrrega 118

Taula 6.8. Consum elèctrics dels aparells i electrodomèstics considerats en la gestió de la càrrega.119

Taula 6.9. Potència de la família Tipus 1 120

Taula 6.10. Consum energètic de la família Tipus 1 121

Taula 6.11. Potència de la família Tipus 2 122

Taula 6.12. Consum energètic de la família Tipus 2 123

Taula 6.13. Potència de la família Tipus 3 124

Taula 6.14. Consum energètic de la família Tipus 3 125

Taula 6.15. Potència de la família Tipus 4 126

Taula 6.16. Consum energètic de la família Tipus 4 127

Taula 6.17. Característiques Serveis generals 131

Taula 6.18. Característiques Local comercial 131

Taula 6.19. Característiques Aparcament 132

Taula 6.20. Característiques VE's 132

Taula 6.21. Característiques VE's 132

Taula 6.22. Característiques Família Tipus 1 132

Taula 6.23. Característiques Família Tipus 2 133

Taula 6.24. Característiques Família Tipus 3 133

Taula 6.25. Característiques Família Tipus 4 134

Taula 6.26. Característiques Família Tipus 1 134

Taula 6.27. Característiques Família Tipus 2 134

Taula 6.28. Característiques Família Tipus 3 135

Taula 6.29. Característiques Família Tipus 4. 135

Taula 6.30. Cost de la factura dels serveis generals 135

Taula 6.31. Cost de la factura del local comercial 136

Taula 6.32. Cost de la factura del local comercial 136

Taula 6.33. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 136

Taula 6.34. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 136

Taula 6.35. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 137

Taula 6.36. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 _____ 137

Taula 6.37. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 _____ 137

Taula 6.38. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 _____ 138

Taula 6.39. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 _____ 138

Taula 6.40. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 _____ 138

Taula 6.41. Cost de la factura dels habitatges _____ 139

Taula 6.42. Cost de la factura dels serveis generals_____ 139

Taula 6.43. Cost de la factura del local comercial _____ 139

Taula 6.44. Cost de la factura de l'aparcament _____ 139

Taula 8.1. Característiques dels VC's de gasolina_____ 145

Taula 8.2. Característiques dels VC's de gasoil _____ 145

Taula 8.3. Característiques dels VE's _____ 146

Taula 8.4. Preus dels carburants i combustibles pel mes de Novembre de 2016 _____ 147

Taula 8.5. Consums en ciutat i carretera diaris dels vehicles de gasolina _____ 148

Taula 8.6. Consums i emissions de CO_2 diaris combinats dels vehicles de gasolina_____ 148

Taula 8.7. Consums en ciutat i carretera diaris dels vehicles de gasoil _____ 149

Taula 8.8. Consums i emissions de CO_2 diaris combinats dels vehicles de gasoil_____ 149

Taula 8.9. Preu mitjà de l'electricitat PVPC pel període P3 i per l'any 2016 _____ 150

Taula 8.10. Consums i emissions de CO_2 diaris dels VE's _____ 152

Taula 8.11. Consums i emissions de CO_2 diaris de les tres tipologies de vehicles _____ 152

Taula 0.1. Pressupost desglossat de l'elaboració del projecte. _____ 157

Taula 0.2. Pressupost desglossat del material informàtic._____ 157

Taula 0.3. Pressupost final desglossat. _____ 157

Resum

Les emissions de CO_2 dels vehicles convencionals, la complexitat del sistema elèctric espanyol i l'avanç cap a un nou model energètic més sostenible i renovable són factors que s'han considerat en aquest projecte. D'entre totes les possibles opcions que es poden aplicar, l'opció més interessant és la introducció del vehicle elèctric. I, com a conseqüència, apareix el concepte de gestió de la càrrega, és a dir, l'adaptació del consum elèctric a les necessitats de cada consumidor.

Així, s'exposen tot un conjunt de termes i conceptes relatius a les tarifes elèctriques per tal de determinar en una instal·lació d'un edifici destinat a habitatges els consums del mateix i totes les tarifes necessàries, així com obtenir-ne les respectives corbes de demanda tan en la seva avaluació inicial com gestionant la càrrega. També s'elabora una comparativa per demostrar els avantatges del vehicle elèctric enfront al convencional propulsat per gasolina i gasoil.

Per tant, el vehicle elèctric esdevindrà la gran revolució en les properes dècades.

Resumen

Las emisiones de CO_2 de los vehículos convencionales, la complejidad del sistema eléctrico español y el avance hacia un nuevo modelo energético más sostenible y renovable son factores que se han considerado en este proyecto. De entre todas las posibles opciones que se pueden aplicar, la opción más interesante es la introducción del vehículo eléctrico. Y, como consecuencia, aparece el concepto de gestión de la carga, es decir, la adaptación del consumo eléctrico a las necesidades de cada consumidor.

Entonces, se exponen todo un conjunto de términos y conceptos relativos a las tarifas eléctricas para determinar en una instalación de un edificio destinado a viviendas los consumos del mismo y todas las tarifas necesarias, así como obtener las respectivas curvas de demanda tanto en su evaluación inicial como gestionando la carga. También se elabora una comparativa para demostrar las ventajas del vehículo eléctrico frente al convencional propulsado por gasolina y gasóleo.

Así, el vehículo eléctrico acontecerá la gran revolución en las próximas décadas.

Abstract

CO_2 emissions from conventional vehicles, the complexity of the Spanish electricity system and the move towards a new, more sustainable and renewable energy model are factors that are considered in this project. Among all the possible options that can be applied, the most interesting option is the introduction of the electric vehicle. And, as a consequence, appears the concept of the load management, what is the adaptation of the electric consumption to the needs of each consumer.

Thus, there are exposed a series of terms and relative concepts to the electric tariffs in order to determine in an installation of a building allocated to houses its consumptions and all the necessary electric tariffs, as well as obtain the respective demand curves in its initial evaluation and while managing the load. Furthermore, a comparison is made to show the advantages of the electric vehicle in front of the conventional one.

Therefore, the electric vehicle will become the greatest revolution in the coming decades.

Agraïments

Tot projecte d'enginyeria demanda de la unió de diversos factors i persones. Aquest no és un projecte qualsevol i m'agradaria agrair a tots els companys de l'Escola d'Enginyeria i professors que m'han ajudat a encaminar-me cap a l'elecció d'aquest àmbit de treball: la gestió de la càrrega. En concret, al meu tutor Roberto Villafáfila Robles per la seva disponibilitat, dedicació i consells que m'han ajudat a tirar endavant aquest projecte.

Finalment, agrair la paciència i els ànims dels familiars i amics pel suport rebut durant aquests mesos.

Glossari

Acrònims

CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
VC	Vehicle convencional
VE	Vehicles elèctric
IEA	International Energy Agency
INE	Instituto Nacional de Estadística
ITC-BT	Instrucción Técnica Particular para Baja Tensión
MIBEL	Mercado Ibérico de la Electricidad
NTP-IEBT	Normas Técnicas Particulares - Instalaciones de Enlace para Baja Tensión
OMIE	Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español
PVPC	Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor
REBT	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
REE	Red Eléctrica de España

1. Introducció

L'energia ha esdevingut un dels béns més importants i preuats en qualsevol societat, ja sigui o no desenvolupada. Tant és així que actualment la despesa energètica o de recursos naturals representa una de les despeses amb més repercussió que el pressupost d'una família, negoci o empresa ha de tenir en compte, sobre el 31-32 % del total.

Grupos de Gasto	Gasto medio por hogar (euros)	Distribución porcentual	Tasa de variación anual	Diferencia anual absoluta (euros)
TOTAL	27.420	100,0	1,4	382
1. Alimentos y bebidas no alcohólicas	4.125	15,1	2,4	97
2. Bebidas alcohólicas y tabaco	523	1,9	2,5	13
3. Artículos de vestir y calzado	1.395	5,1	1,4	20
4. Vivienda, agua, electricidad y combustibles	8.710	31,8	-0,4	-37
5. Mobiliario, equipamiento y otros gastos de la vivienda	1.165	4,3	5,9	65
6. Salud	972	3,5	1,8	17
7. Transportes	3.158	11,5	-2,1	-69
8. Comunicaciones	792	2,9	-0,2	-1
9. Ocio, espectáculos y cultura	1.593	5,8	3,9	60
10. Enseñanza	380	1,4	3,0	11
11. Hoteles, cafés y restaurantes	2.548	9,3	9,1	213
12. Otros bienes y servicios	2.058	7,5	-0,4	-7

Figura 1.1. Despesa mitjana per llar (en € i % respecte el total) de l'any 2015 (Font: Instituto Nacional de Estadística, INE)

Però no només a nivell econòmic té un gran impacte. En els darrers anys, factors com els mostrats a continuació han fet repensar les dinàmiques existents:

- La necessitat de reduir els costos de la generació, transport i distribució de l'energia.
- Una major conscienciació mediambiental sobre els recursos naturals i energètics, així com una lluita contra el canvi climàtic, la reducció d'emissions contaminants i els residus.
- La recerca de noves fonts d'energia, principalment d'origen renovable i d'una major independència energètica ja que la dependència energètica a Espanya va suposar un 81 % a l'any 2010, segons els Ministeris d'Economia, Industria i Competitivitat i el d'Energia, Turisme i Agenda Digital juntament amb Red Eléctrica Española (REE).
- La complexitat del sistema elèctric i la necessitat d'evolucionar cap a un nou model energètic.
- Una austeritat imposada des de certs estaments polítics i econòmics que prenen, a l'ombra, decisions que ens afecten quotidianament degut a una crisi econòmica i global que ha afectat a quasi tots els estaments de la societat. Això suposa una redistribució de la riquesa, així com de les nostres despeses diàries (llum, gas, aigua, calefacció, etc).

Aleshores, plantejat aquest dilema, la pregunta és clara i senzilla. Quina seria una de les solucions?

Doncs la introducció del vehicle elèctric (VE) a tots els nivells i tenint en compte els contextos socioeconòmic i mediambiental seria una de les opcions més viables i amb més adeptes a la societat.

A nivell general, l'aparició del VE suposaria una gran oportunitat per millorar l'eficiència global del sistema elèctric, reduir les emissions de CO_2 i disminuir la dependència energètica de l'Estat espanyol amb l'exterior.

Però centrat en el tema del projecte suposaria una de les grans solucions a analitzar per tal de distribuir el consum elèctric durant el dia i fer una conscienciació social obre el consum. Tot i la inversió inicial en el propi vehicle i tot el conjunt de dispositius i aparellatge elèctric i electrònic associats, aquest pot esdevenir el millor aliat per tal de pagar menys en concepte d'electricitat a llarg termini (10-15 anys) tenint en compte el fet de no pagar impostos, taxes o peatges pel VE. A més a més, en un futur no gaire llunyà, pot participar activament en la gestió de la càrrega d'un habitatge o edifici i convertir-se en un sistema reversible d'emmagatzematge distribuït d'energia actuant com a càrrega en condicions normals, però també com a emmagatzemament d'energia (bateria) en pics de demanda elèctrica, sobretot en el període punta.

1.1. Objectius del treball

L'objectiu principal del present projecte és el de gestionar la càrrega en una instal·lació amb VE. Per a tal fi, cal establir la següent sèrie d'objectius específics:

- Definició i descripció de les tarifes elèctriques juntament amb tot els conceptes associats a ella tals com el sistema elèctric espanyol, les corbes de demanda elèctrica d'ús residencial, el termes de la factura elèctrica, etc.
- Avaluació inicial de la demanda sense la presència del VE.
- Gestió de la demanda amb la introducció del VE.

1.2. Abast del treball

En aquest treball es duu a terme una anàlisi econòmica de la demanda elèctrica d'un edifici amb habitatges, primerament sense tenir en compte la presència del VE i, posteriorment, estudiant la influència del VE en la factura elèctrica i com aquest afecta a la distribució del consum elèctric diari.

Alhora, es fa una anàlisi de l'impacte ambiental dedicat a la comparativa entre diferents models de vehicles convencionals (VC's) propulsats per gasolina i gasoil i els seus equivalents (o semblants) vehicles elèctrics (VE's).

Finalment, queda fora de l'abast de l'estudi el dimensionat elèctric de l'edifici (tot i fer-ne una primera aproximació a la previsió de potència) i la gestió intel·ligent de la demanda, és a dir, el conjunt de dispositius tals per governar un habitatge de forma remota (domòtica).

1.3. Metodologia

Descrits els conceptes i termes corresponents al Capítol 3 d'aquest projecte, s'inicia l'anàlisi econòmica de l'estudi determinant, en primer lloc, la tarifa elèctrica (sense o amb discriminació horària (DH)) que millor s'adapta a cada consumidor (família o altres usos generals de l'edifici) en funció de les seves necessitats i hàbits diaris sense tenir en compte l'ús del VE (avaluació inicial de la demanda).

Seguidament s'introdueix el VE en uns determinats tipus de família i s'avalua econòmicament la millor opció tenint en compte els diferents esquemes d'instal·lació proposats per la Instrucció Tècnica Complementaria (ITC) BT-52 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT). És a dir, es proposa tant l'esquema com la tarifa que millor s'adapten a les necessitats de l'edifici i famílies.

Aquestes anàlisis parteixen de la definició de determinats tipus de família amb els seus consums diaris associats (corbes de demanda elèctrica) i models de vehicles concrets, per escollir, a través de la Comissió Nacional del Mercat i la Competència (CNMC), la tarifa elèctrica i de gas més barata en el mercat.

Finalment, la comparació entre diferents models de VC i VE engloba conceptes com el cost de l'energia, el quilometratge anual que fa cada consumidor (usos i necessitats) i emissions de CO_2 per extreure'n conclusions a nivell tècnic i econòmic.

2. Caracterització de la instal·lació

Aquest capítol té com objectiu la realització d'una descripció general de l'edifici objecte d'estudi i anàlisi necessària pels següents apartats. En aquest apartat també s'inclouen les característiques generals dels subministraments per part de les empreses subministradores d'electricitat i gas natural.

A més a més, es presenta tota la legislació considerada per dur a terme l'estudi, és a dir, el conjunt de reglaments, normatives i lleis de consulta i aplicació directa referents a la instal·lació elèctrica/gas i a l'anàlisi econòmica de l'estudi.

2.1. Descripció de la instal·lació

2.1.1. Emplaçament

L'edifici objecte d'estudi es troba localitzat a la població de Sant Joan Despí, a la província de Barcelona, Catalunya; el Codi Postal (CP) del qual és el 08970.

2.1.2. Característiques de l'edifici

Segons la ITC-BT-10 del REBT relativa a la "Previsió de càrregues per a subministraments en baixa tensió" es tracta d'un edifici destinat principalment a habitatges i segons la recent ITC-BT-52, relativa a "Instal·lacions amb finalitats especials. Infraestructura per la recàrrega de vehicles elèctrics", del mateix reglament estableix que es tracta d'un edifici de règim de propietat horitzontal. Tal edifici està format per 6 plantes d'habitatges (des de la planta baixa a la cinquena planta) i un local comercial situat a la planta baixa, així com d'un aparcament comunitari a la planta soterrani i altres serveis d'ús comunitari i general.

Així, de forma més esquemàtica, l'edifici està dividit en els següents pisos:

- Planta soterrani: 1 aparcament comunitari (800 m^2).
- Planta baixa: 2 habitatges (90 m^2) i 1 local comercial (200 m^2).
- Plantes primera-cinquena: 20 habitatges en total, és a dir, 4 habitatges per planta (125-150 m^2).
- Serveis generals.

L'aparcament de l'edifici està situat a la planta soterrani i té ventilació forçada. Consta de 800 m^2 repartits en 28 places per a vehicles (automòbils i motocicletes) i altres elements tals com accessos

pels veïns i vehicles i trasters. El local comercial està ubicat a la planta baixa, juntament amb els dos habitatges de menor superfície (90 m^2), i consta d'uns 200 m^2.

El gruix dels habitatges està concentrat entre el primer i cinquè pis de l'edifici, organitzats en 4 habitatges per planta i amb una superfície d'entre 125 i 150 m^2.

L'edifici compta, alhora, amb un conjunt de serveis generals tals com dos ascensors del tipus ITA-2, el portal automàtic, l'antena parabòlica i l'enllumenat corresponent al portal de l'edifici, la caixa de l'escala, altres espais comuns i a tot el servei elèctric general de l'edifici amb làmpades fluorescents.

A continuació, a mode de resum, es mostren les característiques generals de l'edifici objecte d'estudi:

Taula 2.1. Característiques generals de l'edifici (Font: Elaboració pròpia).

Descripció edifici				
Número plantes	6			
Número habitatges	22			20+2
Habitatges/plantes	2	Baixos	2	90 m^2
	4	1a-5a planta	20	125-150 m^2
Aparcament (planta soterrani)	1			800 m^2
Locals comercials	1			200 m^2
Serveis generals	Il·luminació, ascensor, portal automàtic, antena parabòlica, escales, etc			

Finalment, respecte a la instal·lació elèctrica, la ITC-BT-04 del REBT, exposa que al tractar-se d'un edifici destinat principalment a habitatges que no té la consideració de local de pública concurrència, aquest precisa de l'elaboració de projecte. En canvi, no és necessària l'elaboració de projecte per les instal·lacions de recàrrega del VE ja que aquesta s'executa en un aparcament amb ventilació forçada.

2.1.3. Empreses subministradores i característiques generals del subministrament

Respecte a les empreses subministradores d'electricitat i gas natural (usos considerats en l'estudi posterior) i les seves característiques generals de subministrament, aquestes són les següents:

- Subministrament d'electricitat: realitzat per l'empresa distribuïdora d'energia elèctrica a Catalunya, Endesa.
  Segons les Normes Tècniques Particulars d'Instal·lacions d'Enllaç en Baixa Tensió (NTP-IEBT), o Guia Vademècum, d'Endesa s'adopten els següents valors nominals del subministrament en baixa tensió:
  - Tensió nominal: de 230 V per a subministraments monofàsics i 230/400 V per als trifàsics (trifàsic+neutre), i freqüència de 50 Hz.
  - Factor de potència: es considera 1 per a subministraments monofàsics i trifàsics.
  - Valor màxim previst del corrent de curtcircuit de la xarxa de baixa tensió BT (230/400 V) de 10 kA.

- Subministrament de gas natural: realitzat per l'empresa distribuïdora de gas natural a Catalunya Gas Natural Fenosa S.A.

2.2. Normativa d'aplicació

La normativa d'aplicació i consulta per tal de dur a terme el projecte és la mostrada a continuació en funció de l'àmbit d'aplicació.

2.2.1. Normativa referent a la instal·lació elèctrica/gas

- REBT. Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (aprovat pel Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost de 2002 i les Instruccions Tècniques Complementàries ITC; modificat pel Reial Decret 560/2010 de 7 de maig de 2010 i Reial Decret 1053/2014 de 12 de desembre de 2014).
- Condicions Tècniques i de Seguretat de l'empresa subministradora a Catalunya, Endesa: Normes Tècniques Particulars d'Instal·lacions d'Enllaç en Baixa Tensió (NTP-IEBT) o Guia Vademècum.
- CTE. Codi Tècnic de l'Edificació (aprovat pel Reial Decret 314/2006 de 17 de març de 2006) i tot el que es disposa en els diferents documents bàsics (DB) que el componen.
- RITE. Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (aprovat pel Reial Decret 1027/2007 del 20 de juliol de 2007 i les seves Instruccions Tècniques IT; modificat pel Reial Decret 1826/2009 de 27 de novembre de 2009, Reial Decret 249/2010 de 5 de març de 2010, Reial Decret 238/2013 de 12 de febrer de 2013 i Reial Decret 56/2016 de 12 de febrer de 2016).
- REP. Reglament d'Equips a Pressió (aprovat pel Reial Decret 2060/2008 de 12 de desembre de 2008 i les seves Instruccions Tècniques Complementàries ITC EP; modificat pel Reial Decret 560/2010 de 7 de maig de 2010 i Reial Decret 1388/2011 de 14 d'octubre de 2011).
- RIPCI. Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (aprovat pel Reial Decret 1942/1993 de 5 de Novembre de 1993; modificat pel Reial Decret 560/2010 de 7 de maig de 2010, Ordre de 27 de juliol de 1999 i Ordre de 16 d'abril de 1998).
- Normes UNE citades en les anteriors normatives.

2.2.2. Normativa referent a l'anàlisi econòmica

- Llei 24/2013, de 26 de desembre de 2013, del Sector Elèctric.
- Llei 3/2013, de 4 de juny de 2013, de creació de la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència.
- Llei 34/1998, de 7 d'octubre, del sector d'hidrocarburs.
- Llei 2/2011, de 4 de març, d'Economia Sostenible.
- Reial Decret 657/2013, de 30 d'agost de 2013, pel qual s'aprova l'Estatut Orgànic de la CNMC.

- Reial Decret 216/2014, de 28 de març de 2014, pel qual s'estableix la metodologia de càlcul dels preus voluntaris per al petit consumidor d'energia elèctrica i el seu règim jurídic de contractació.
- Reial decret 469/2016, de 18 de novembre de 2016, pel qual es modifica el Reial decret 216/2014, de 28 de març, pel qual s'estableix la metodologia de càlcul dels preus voluntaris per al petit consumidor d'energia elèctrica i el seu règim jurídic de contractació.
- Reial decret 1074/2015, de 27 de novembre de 2015, pel qual es modifiquen diferents disposicions en el sector elèctric.
- Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre de 2015, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Reial Decret 2019/1997, de 26 de desembre de 1997, pel qual s'organitza i regula el mercat de producció d'energia elèctrica.
- Reial Decret-Llei 7/2016, de 23 de desembre de 2016, pel qual es regula el mecanisme de finançament del cost del bo social i altres mesures de protecció al consumidor vulnerable d'energia elèctrica.
- Ordre ETU/1948/2016, de 22 de desembre de 2016, per la qual es fixen determinats valors dels costos de comercialització de les comercialitzadores de referència a incloure en el càlcul del preu voluntari per al petit consumidor d'energia elèctrica en el període 2014-2018.
- Ordre IET/2735/2015, de 17 de desembre de 2015, per la qual s'estableixen els peatges d'accés d'energia elèctrica pel 2016 i s'aproven determinades instal·lacions tipus i paràmetres retributius d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.
- Ordre IET/2736/2015, de 17 de desembre de 2015, per la qual s'estableixen els peatges i cànons associats a l'accés de tercers a les instal·lacions gasistes i la retribució de les activitats regulades pel 2016.
- Ordre ITC/1522/2007, de 24 de maig de 2007, per la qual s'estableix la regulació de la garantia de l'origen de l'electricitat procedent de fonts d'energia renovables i de cogeneració d'alta eficiència.
- Ordre IET/2732/2015, d'11 de desembre, per la qual es designa a Operador del Mercat Ibèric de l'Energia-Polo Español, SA, com a operador designat per al mercat elèctric, a l'empara del previst en el reglament (UE) 2015/1222 de la Comissió, de 24 de juliol de 2015, pel qual s'estableix una directriu sobre l'assignació de capacitat i la gestió de la congestió.
- Resolució de 23 de desembre de 2015, de la Secretaria d'Estat d'Energia, per la qual s'aproven les Regles de funcionament dels mercats diari i interdiari de producció d'energia elèctrica.
- Resolució de 31 de gener de 2014, de la Direcció general de Política Energètica i Mines, per la qual es revisa el cost de producció d'energia elèctrica i els preus voluntaris per al petit consumidor.

- Legislació posterior que modifica les anteriors normatives.

2.2.3. Altra normativa

- Reial Decret 614/2001, de 8 de juny de 2001, sobre disposicions mínimes per la protecció de la salut i seguretat dels treballadors en front al risc elèctric.
- Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre de 1997, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Reial decret 485/1997, de 14 d'abril de 1997, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- Reial decret 486/1997, de 14 d'abril de 1997, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- Regulació de les entitats d'inspecció i control (Ordre 14/05/1987).
- Altres reglamentacions o disposicions administratives nacionals, autonòmiques o locals vigents i d'obligat compliment.
- Legislació posterior que modifica les anteriors normatives.

3. Sistema elèctric i tarificació

En aquest capítol s'exposen els conceptes teòrics necessaris per descriure, entendre i determinar els càlculs dels pròxims capítols (Capítol 5 i 6).
Primerament, es realitza una breu descripció de què és el sistema elèctric espanyol i el mercat elèctric; seguidament, s'exposen les tarifes elèctriques disponibles en el mercat, els peatges d'accés i les condicions per acollir-se a una o altra. Finalment, es descriuen els tipus de comptadors existents en funció de la tarifa escollida.

3.1. Sistema i mercat elèctric espanyol

El sistema de subministrament elèctric, o simplement sistema elèctric, comprèn el conjunt de mitjans i elements útils per la generació, transport i distribució de l'energia elèctrica. Alhora, per tal de garantir-ne la seva funcionalitat, està dotat de mecanismes de control, protecció i seguretat.

El sistema elèctric espanyol és operat per REE, és a dir, és l'Operador del Sistema (OS), i la seva operació comprèn els següents objectius:

- Garantir la continuïtat i seguretat del subministrament.
- Coordinar el sistema de producció i transport.
- Controlar l'intercanvi d'electricitat amb sistemes externs.
- Facilitar l'accés a la xarxa de transport.
- Efectuar liquidacions dels mercats d'operació.

Els paràmetres que controla REE són la freqüència, les tensions a tots els nusos de la xarxa, el nivell de càrrega dels elements de la xarxa de transport i els desviaments deguts a interconnexions internacionals.

Una de les funcions que realitza REE consisteix en garantir en tot moment l'equilibri entre generació i consum del sistema elèctric espanyol. Com que l'energia elèctrics no es pot emmagatzemar en grans quantitats, la producció de les centrals de generació ha d'igualar-se al consum de forma precisa i instantània pel correcte funcionament del sistema elèctric. És a dir, ha d'haver sempre un equilibri entre generació i demanda en temps real per evitar desequilibris com la desviació de la freqüència respecte la nominal de 50 Hz.

El subministrament elèctric es defineix com l'entrega d'energia a través de les xarxes de transport i distribució mitjançant una contraprestació de caràcter econòmic en les condicions de regularitat i qualitat exigides. Les principals activitats destinades al subministrament d'energia elèctrica són:

- Generació.
  Aquesta activitat consisteix en la producció d'energia elèctrica.

- Transport.
  El transport té l'objectiu de transmetre l'energia elèctrica per la xarxa de transport primari (tensió major o igual a 380 kV) i secundari (220 kV com a màxim).
- Distribució.
  Té la finalitat de transmetre l'energia elèctrica des de les xarxes de transports fins als punts de consum a través de la xarxa de distribució.
- Comercialització.
  És una activitat que té com a funció la venta d'energia elèctrica als consumidors i està desenvolupada per les empreses comercialitzadores d'energia elèctrica.

Seguidament es mostra la corba de demanda elèctrica a l'Estat espanyol. La càrrega diària varia contínuament i és funció de molts factors tals com la meteorologia, la jornada laboral, el dia de la setmana i l'època de l'any.

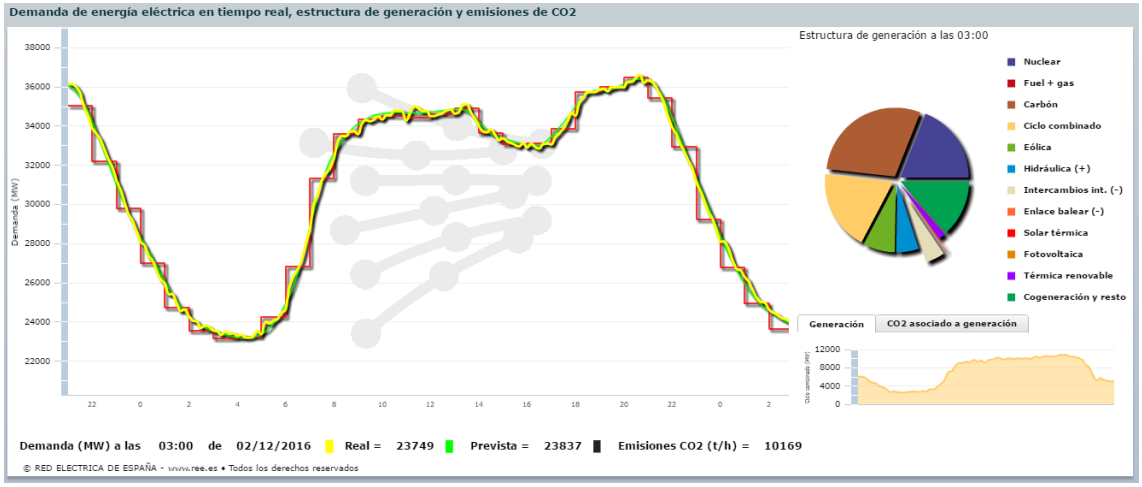


Figura 3.1. Corba de demanda elèctrica a Espanya corresponent a l'1/12/2016 (Font: REE).

El mercat elèctric espanyol és el conjunt de mercats en el quals es negocia la compra i venta de l'energia elèctrica entre els diferents agents de mercat (productors, comercialitzadors, distribuïdors i consumidors) que s'entrega a la xarxa elèctrica peninsular a un preu conegut, transparent i accessible. Això es deu a la liberalització del sector elèctric espanyol a l'any 1997.

Anteriorment a aquesta liberalització, el sistema elèctric espanyol estava estructurat com un sistema regulat en el que el Govern establia els preus de l'energia elèctrica, que remunerava la totalitat dels costos de generació, transport i distribució a un conjunt d'empreses elèctriques privades, amb l'excepció de l'empresa pública d'aleshores, Endesa.

Actualment, el sistema elèctric espanyol es basa, en l'àmbit d'estructura legal i comercial, en el reconeixement de dues activitats: les activitats parcialment liberalitzades (generació i comercialització)

i les activitats regulades (transport i distribució). Les primeres poden ser realitzades per qualsevol agent tal i com es produeix en altres activitats comercials; en canvi, les regulades resulten d'un monopoli natural de les xarxes de transport i distribució.

El terme "mercat elèctric" es refereix al conjunt d'activitats lliures i està constituït pel mercat majorista de l'electricitat (operat per l'operador del mercat-OM, que és el Mercat Ibèric de l'Electricitat-MIBEL) i el mercat minorista (o comercialització de l'electricitat) als clients finals.

El MIBEL és el resultat de la integració dels mercats d'electricitats (un mercat diari i sis mercats intradiari) en el que els agents de mercat compren i venen energia elèctrica i és gestionat per l'Operador del Mercat Ibèric d'Energia (OMIE) i, en menor grau, per l'Operador del Mercat Ibèric d'Energia-Pol Português (OMIP).

El mercat minorista és el que està dedicat als consumidors ja que són pocs els qui van al MIBEL a adquirir-hi l'electricitat ja que la majoria l'adquireixen a través d'empreses comercialitzadores, que compren l'energia elèctrica al MIBEL. Dins el mercat minorista o comercialització de l'electricitat, és a dir, entre comercialitzadora i consumidor, es poden els següents mercats o sectors:

- Mercat regulat.
  És aquell sector en el que els preus estan fixats pel Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital, és a dir, regulats pel Govern central.
- Mercat lliure.
  És aquell sector en el que les empreses comercialitzadores marquen els seus propis preus de l'electricitat en funció de l'oferta i la demanda. Aquí cal destacar els nombrosos descomptes que ofereixen tant en el terme fix (potència contractada) com en el variable (consum energia) de la factura elèctrica.

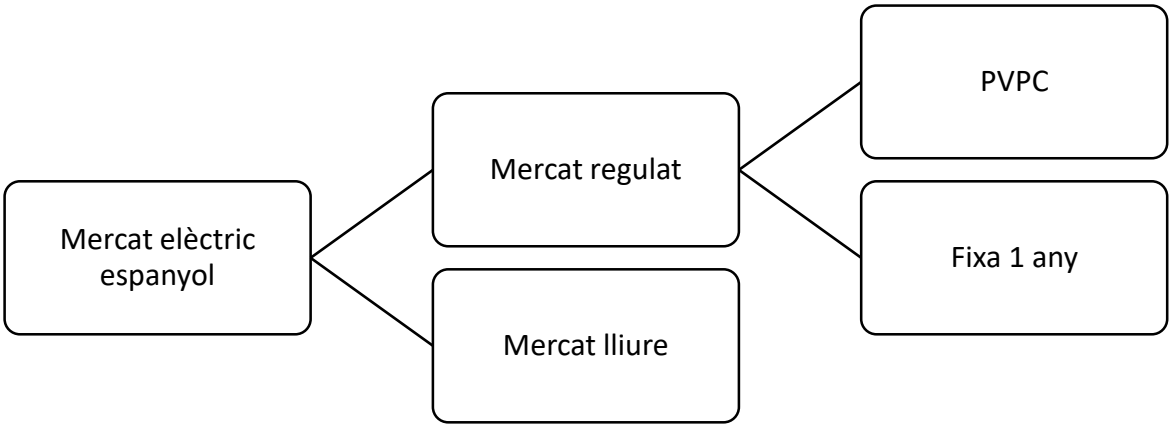


Figura 3.2. Mercat minorista espanyol (Font: Elaboració pròpia).

Parlant de les Comercialitzadores de Referència (COR), aquestes són empreses de l'àmbit energètic designades pel Ministeri d'Economia, Industria i Competitivitat com companyies capacitades, econòmicament i estructuralment, per oferir tarifes regulades pel Govern central. Per ser considerades com a tal i participar del mercat regulat han de complir els següents requeriments:

- Tenir una llarga trajectòria en el mercat elèctric espanyol.
- Disposar d'un volum de clients considerable, és a dir, l'empresa ha d'haver facturat a més de 50.000 clients en l'exercici anterior.
- Com a requisit indispensable es fixa un capital social mínim per part del Ministeri d'Economia, Industria i Competitivitat.
- Com a mínim ha d'abastir a un 10 % de tots els subministraments existents a Espanya.

Aleshores, les COR a Espanya, que compleixen amb els requisits anteriors, són les següents:

- Endesa Energía XXI, S.L.U.
- Iberdrola Comercialización de Último Recurso, S.A.U.
- Gas Natural S.U.R., SDG, S.A.
- EDP Comercializadora de Último Recurso, S.A.
- E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L.
- CHC Comercializador de Referencia S.L.U.
- Teramelcor, S.L. (només a Melilla).
- Empresa de Alumbrado Eléctrico de Ceuta Comercialización de Referencia, S.A. (només a Ceuta).

Aquestes comercialitzadores són les úniques que poden oferir totes les tarifes existents en el mercat regulat, és a dir, fixades pel Govern de l'Estat espanyol. Aleshores, actualment poden oferir el preu per hores (només per comptadors intel·ligents/digitals), el preu mitjà ponderat (només per comptadors tradicionals/analògics) i la tarifa fixa anual (fixa a 12 mesos), aplicable a qualsevol tipus de comptador amb una sol·licitud prèvia per part del consumidor.

Finalment, de forma resumida, s'exposa el funcionament del sistema i mercat elèctrics espanyol:

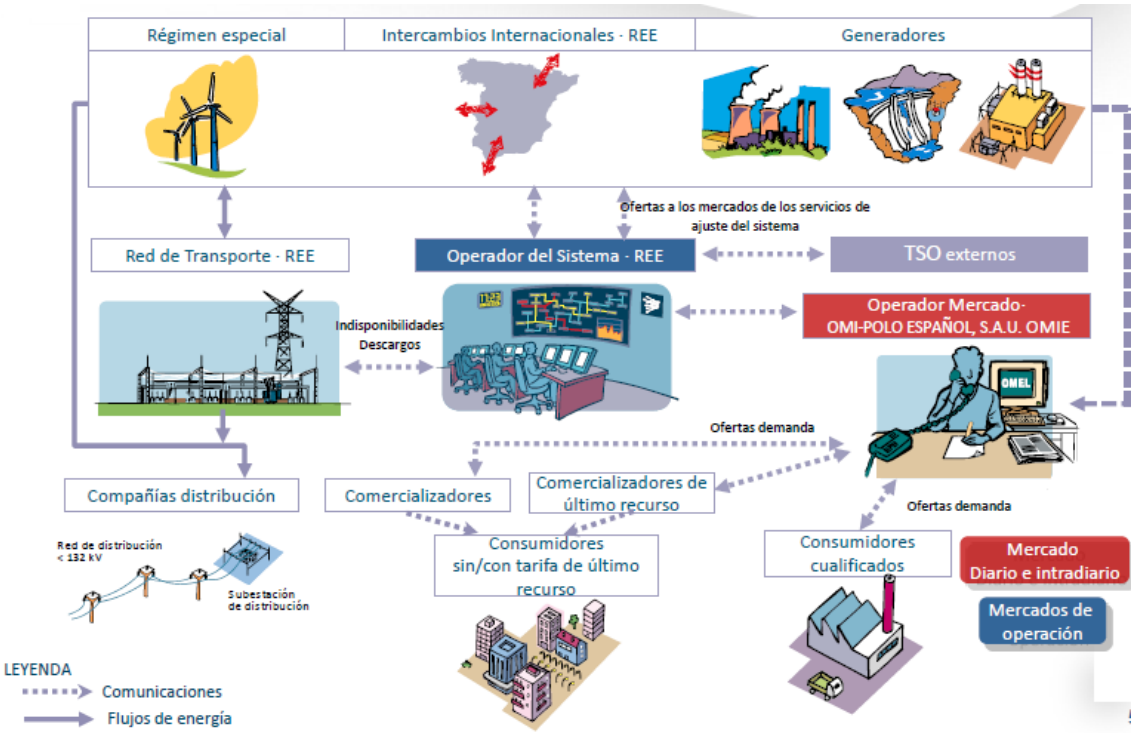


Figura 3.3. Funcionament del sistema elèctric espanyol (Font: REE).

3.2. Tarifes elèctriques

Seguidament es descriuen els conceptes associats a les tarifes elèctriques: les modalitats de contractació, les tarifes d'accés a l'electricitat i els termes que composen una factura elèctrica.

3.2.1. Modalitats de contractació

Des del 2009 amb la liberalització del mercat elèctric espanyol, el consumidor té més capacitat per controlar el seu consum d'energia elèctrica i es troba amb la possibilitat d'escollir l'empresa comercialitzadora i entre tres modalitats de tarifa elèctrica o contractació elèctrica amb l'objectiu d'adaptar-se a les necessitats del client i protegir els seus drets com a consumidor en relació amb el subministrament d'electricitat. Aquests tipus són:

- Preu Voluntari pel Petit Consumidor (PVPC).
  El PVPC (anomenada anteriorment Tarifa d'Últim Recurs, TUR) és el preu màxim que podran cobrar les COR als consumidors que decideixen acollir-se a ella. És una modalitat del mercat regulat, és a dir, els preus estan fixats per l'Estat.
  No tothom es pot acollir a aquesta modalitat ja que només es poden acollir els titulars dels punts de subministrament efectuats a tensions no superiors a 1 kV i amb una potència contractada menor o igual a 10 kW. Per tal que un consumidor s'aculli al PVPC cal complir els

requisits esmentats i formalitzar el contracte de subministrament amb una COR, segons estableix el Reial Decret 216/2014.

El PVPC suposa un estalvi a mitjà termini enfront a les següents modalitats ja que es considera el preu de l'energia com el preu que resulta directament del mercat de producció. No inclou ni serveis addicionals i la famosa lletra petita dels contractes, és a dir, les condicions del contracte estan acotades i regulades. A més a més, el consumidor té els següents drets i mesures que el protegeixen: escollir lliurement qualsevol comercialitzador i la modalitat de contractació, realitzar un canviar de comercialitzador sense costos addicionals, el dret a poder contractar a tot moment el PVPC si ha canviat de modalitat contractual, rebre informació clara, comprensible i transparent de la seva comercialitzadora, tenir a la seva disposició les dades del seu consum, rebre la factura en paper, la possibilitat d'escollir la forma de pagament i de decidir entre llogar el comptador o adquirir-lo i disposa d'un telèfon gratuït d'atenció al client.

El 2009, el Govern va crear un mecanisme per tal de protegir als ciutadans que pertanyen a uns determinats col·lectius: el bo social. Està recollit a la Llei 24/2013, segons aquesta, tenen dret a acollir-se els consumidors denominats vulnerables: consumidors que compleixin amb les característiques socials, de consum i poder adquisitiu que es determinen en la mateixa llei. El bo social representa un descompte del 25 % sobre el PVPC.

Finalment, des del 2015, els consumidors del PVPC poden acollir-se a la facturació horària, és a dir, la facturació es realitzar aplicant al consum real en cada hora el preu horari de l'energia al mercat majorista d'electricitat. Anteriorment s'estimava la distribució horària del consum mitjançant un perfil elaborat per REE.

- Contractació fixa a 12 mesos.

  Aquest tipus de contracte a preu fix anual, que també pertany al mercat regulat, té la seva cobertura jurídica en el Reial Decret 216/2014. Implica que el preu que s'apliqui al consum d'energia sigui el mateix durant tot un any, per tant, és possible contractar un preu fix durant 12 mesos per l'energia elèctrica.

  Totes les COR estan obligades a oferir aquesta modalitat com a alternativa al PVPC. El preu està fixat lliurement per cada comercialitzadora amb les següents condicions: no s'inclouen serveis addicionals, la permanència mínima és d'un any, s'estableix el límit de penalització en el contracte per si es vol rescindir el mateix de forma anticipada i és a criteri del consumidor renovar o no el contracte passada la permanència.

  La contractació fixa anual ofereix una major estabilitat del preu degut a que aquest és fix durant dotze mesos i és útil per aquells consumidors que desitgin conèixer en qualsevol moment què pagaran pel seu consum elèctric.

- Contractació bilateral.

  En aquest cas, el consumidor por contractar el subministrament d'electricitat amb qualsevol comercialitzadora en el mercat lliure conforme al preu i les condicions que pactin tan el consumidor com el comercialitzador d'energia elèctrica.

Acostumen a oferir grans descomptes en els termes de potència i/o d'energia per tal d'atraure a més consumidors. En canvi, a diferència del que passa en el mercat regulat, aquestes inclouen serveis addicionals, permanències o clàusules especials que cal tenir en compte a l'hora de valorar el total de l'oferta.

La majoria de les COR tenen empreses filials que ofereixen aquest tipus de contractació.

La CNMC, a través del seu comparador d'ofertes, publica ofertes del mercat lliure i les de preu fix anual sota el nom d'"Oferta a preu fix del comercializador de referència" de forma conjunta. Tampoc es poden comparar aquestes dues modalitats ja que ofereixen condicions i serveis diferents a més del subministrament elèctric i cal comparar-les bé.

En els següents apartats es relacionen aquests termes amb d'altres per tal de tenir una visió global del funcionament de les tarifes elèctriques.

3.2.2. Tarifes d'accés d'electricitat

Les tarifes d'accés a l'electricitat són una forma de classificar els consums (habitatges, locals comercials, indústries, etc) en funció dels nivells de tensió, la potència contractada i les característiques dels consums per horari. Aquestes es classifiquen en dos: l'alta i la baixa tensió. Aquest projecte es centra en les de baixa tensió (230 V monofàsic/400 V trifàsic) degut a que els consums no requereixen d'una potència molt elevada (superior als 450 kW i 1 kV). Així, actualment, el consumidor té la possibilitat d'escollir d'entre diferents tipologies de tarifa d'accés a l'electricitat en funció de les seves necessitats.

Aleshores, les tarifes d'accés de baixa tensió es classifiquen en funció de la potència contractada:

- Tarifa 2.0.

  Aquest tipus està destinada a consumidors amb una potència contractada inferior a 10 kW. Normalment, la majoria de les instal·lacions per aquest tipus de subministraments es realitza amb un sistema monofàsic i és la més habitual en subministraments domèstics i petites empreses, oficines o locals comercials.

  Les potències a contractar, en subministrament monofàsic, per aquest tipus de tarifa estan normalitzades i són les següents:

  Taula 3.1. Potències normalitzades a contractar a la Tarifa 2.0 (Font: Elaboració pròpia).

Potències contractades Tarifa 2.0 (kW)					
3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20

  Aquesta tipologia d'accés es pot contractar ja sigui al mercat regular com al mercat lliure i respecte al terme d'energia poden tenir un, dos o tres períodes (A, DHA o DHS). Aquestes conceptes s'exposen més endavant.

- Tarifa 2.1.
  Aquest tipus està destinada a consumidors amb una potència contractada entres els 10 i els 15 kW. Són similars a les anteriors, tot i que està destinada a grans habitatges i locals comercials o oficines més grans.
  També té unes potències normalitzades, que són:

Taula 3.2. Potències normalitzades a contractar a la Tarifa 2.1 (Font: Elaboració pròpia).

Potències contractades Tarifa 2.1 (kW)		
10,35	11,50	14,49

  Tot i poder-se contractar amb un COR, el preu de l'electricitat no seria el del PVPC, sinó hi ha un recàrrec addicional en la factura. Per tant, aquesta tipologia d'accés té la obligació d'anar al mercat lliure i, com en el cas anterior, respecte al terme d'energia poden tenir un, dos o tres períodes (A, DHA o DHS).
- Tarifa 3.0.
  Aquest tipus està destinada a consumidors amb una potència contractada superior a 15 kW i difereix bastant de les anteriors. En la majoria de casos el subministrament és trifàsic degut la major potència contractada i no té potències normalitzades.
  A més a més, té tres períodes en el terme d'energia (con en les tarifes 2.0 i 2.1), però també té tres períodes en el terme de potència. Això permet escollir el valor de potència a contractar a cada període en funció del perfil de demanda d'energia del consumidor.
  Finalment, també ha d'anar a mercat com en el cas de la tarifa 2.1.
  Els períodes en el que es divideix aquesta tipologia, que varien en funció de l'època de l'any, es mostren seguidament:

Taula 3.3. Hores de la Tarifa 3.0 (Font: Elaboració pròpia).

Període horari	Hores diàries (h/dia)	Horari segons estació	
		Hivern	Estiu
Punta	4	18:00-22:00 hores	11:00-15:00 hores
Vall	12	08:00-18:00 i 22:00-24:00 hores	08:00-11:00 i 15:00-24:00 hores
Supervall	8	00:00-08:00 hores	

Les referides a l'alta tensió són les tarifes 3.1 i de la 6.1 a la 6.5.

Alhora, les tarifes per baixa tensió anteriors es poden classificar en funció de la discriminació dels termes d'energia (i potència en el cas de la tarifa 3.0). En primer lloc cal establir els tres tipus de períodes horaris:

- Període punta (P1).
  Té un únic període de 24 h al dia i, per tant, s'aplica un mateix preu en el terme d'energia i no hi ha discriminació horària (DH).

- Període vall (P2).
  Té dos períodes diferenciats: el punta i el vall, que varien en funció de l'estació (hivern i estiu):

Taula 3.4. Hores del període horari P2 (Font: Elaboració pròpia).

Període horari	Hores diàries (h/dia)	Horari segons estació	
		Hivern	Estiu
Punta	10	12:00-22:00 hores	13:00-23:00 hores
Vall	14	00:00-12:00 i 22:00-24:00 hores	00:00-13:00 i 23:00-24:00 hores

  Per tant, s'apliquen dos preus en el terme d'energia i hi ha DH.
- Període supervall (P3).
  Té tres períodes diferenciats: el punta, el vall i el supervall, que són els següents:

Taula 3.5. Hores del període horari P3 (Font: Elaboració pròpia).

Període horari	Hores diàries (h/dia)	Horari
Punta	10	13:00-23:00 hores
Vall	8	07:00-13:00 i 23:00-01:00 hores
Supervall	6	01:00-07:00 hores

  Per tant, s'apliquen tres preus en el terme d'energia i hi ha DH.

Aleshores, a partir d'aquests períodes horaris, es poden establir les següents tarifes horàries:

- Tarifa sense DH.
  Quan no hi ha DH, la tarifa aplicada és la Tarifa per defecte (A), anomenada també tarifa sense DH.
  Es basa en el període horari P1, és a dir, s'aplica un preu únic en el terme d'energia per les 24 h diàries. És una elecció en el que no és necessari realitzar un consum elèctric controlat ja que es paga el mateix preu a qualsevol hora del dia. Alhora, el consumidor evita pagar més si consumeix en hores molt cares. En canvi, no permet estalviar ni gestionar la càrrega del consumidor i les empreses amb tarifa 3.0 no s'hi poden acollir.
- Tarifa amb DH.
  La DH és un tipus de facturació basada en diferents trams/períodes horaris, és a dir, amb diferents preus segons l'hora de consum de l'electricitat. Així, s'estableix un preu més barat durant la nit (període vall i supervall) i el doble de car durant el dia (període punta) ja que en aquest últim interval es concentra el consum d'energia total. Aquesta DH permet als consumidors estalviar molt amb un ús de l'electricitat molt específic ja que amb consumint un 33 % en el període vall suposa un gran estalvi en la factura. Alhora, cal duu a terme un control de l'ús de l'electricitat, tenir en compte que també s'aplica durant els caps de setmana i que si es realitza un consum elevat durant el dia (període punta) pot acabar resultant en un augment considerable del cost la factura. També cal tenir present que cal canviar el comptador i passar d'un convencional a un de digital.

En el mercat de l'electricitat existeixen dos tipus de DH:

- Tarifa d'eficiència de 2 períodes (DHA).
  Anomenada també tarifa amb DH de dos períodes, antigament Tarifa nocturna, o simplement tarifa amb DH.
  Es basa en els períodes punta i vall (P1 i P2) en el que la franja vall és més barata (preu reduït) i la punta més cara (preu amb recàrrec). És una elecció per consumidors que tenen un consum més elevat durant la nit (electrodomèstics) i durant el dia no són presents a l'habitatge o tenen un consum molt reduït.
- Tarifa Vehicle Elèctric (DHS).
  Anomenada també tarifa amb DH de tres períodes o, recentment, Tarifa Vehicle Elèctric (VE) o supervall.
  Es basa en els períodes punta, vall i supervall (P1, P2 i P3) en el que la franja supervall és la més barata (preu reduït), la vall és més barata però no tant com la supervall (preu intermedi) i la punta la més cara (preu amb recàrrec). Està destinada, sobretot, a aquells consumidors que disposin d'un VE ja que permet recarregar-lo durant el període supervall, d'aquí el nom de la tarifa.

De forma resumida, les tarifes d'accés a l'electricitat són les mostrades a continuació:

Taula 3.6. Resum tarifes d'accés en funció de la potència contractada (Font: Elaboració pròpia).

Tarifa	Rang potències contractades (kW)	Potència contractada (kW)
Tarifa 2.0A/DHA/DHS	P ≤ 10	3,45 4,60 5,75 6,90 8,05 9,20
Tarifa 2.1A/DHA/DHS	10 ≤ P ≤ 15	10,35 11,50 14,49
Tarifa 3.0A	P > 15	

En el següent apartat es fa una relació dels tipus de tarifa d'accés a l'electricitat amb els preus dels termes de potència i energia corresponents.

3.2.3. Factura elèctrica

La factura elèctrica, també anomenada factura o rebut de la llum, és el comprovant que rep tot consumidor d'energia elèctrica pel subministrament de la llum. En aquesta es justifica l'import total, en termes desglossats, que ha de pagar el client pel servei i en la qual s'afegeix altra informació d'interès. Generalment es realitza el pagament a través de domiciliació bancaria.

Aleshores, en tota factura elèctrica, independentment del tipus de tarifa, es tenen en compte una sèrie de conceptes, des del nom de l'empresa comercialitzadora fins els impostos associats a l'electricitat. Així, des de la Direcció General de Política Energètica i Mines, que formava part de l'anterior Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme i actualment consta en el Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital, es va publicar la Resolució de 23 de maig de 2014 per la qual s'establia el contingut mínim i el model de factura d'electricitat. És a dir, es va definir un model de factura elèctrica amb la finalitat de facilitar la comprensió per part del consumidor, cosa que han adoptat el conjunt de les COR. Alhora, aquest nou model és més transparent i senzill que els anteriors.

El model està format per dues o tres pàgines i conté la següent informació:

- Primera pàgina de la factura de la llum:
    - Logotip de l'empresa comercialitzadora.
    - Dades de la factura d'electricitat: import total a pagar, número de la factura, període de facturació.
    - Resum de la factura.
    - Dades del contracte elèctric: dades del client, tipus de contracte, Codi Universal del Punt de Subministrament (CUPS), etc.
    - Informació del consum elèctric.
- Segona pàgina de la factura de la llum:
    - Destí de l'import de la factura: gràfic explicatiu detallat de cada concepte de la factura per facilitar-ne la seva interpretació i transparència.
    - Detall de la factura: desenvolupament del consum d'electricitat exposant la potència elèctrica, el consum realitzat, el lloguer del comptador i els impostos inclosos.
- Tercera pàgina de la factura de la llum (opcional).
  En aquesta s'inclou informació útil i d'interès pel consumidor. És a dir, s'exposa informació detallada sobre l'electricitat del consumidor. Així, es recull informació sobre l'origen de l'energia elèctrica consumida durant l'any anterior i el seu impacte mediambiental. Aquestes dades s'adjunten amb la font de publicació, normalment organismes oficials del Govern.

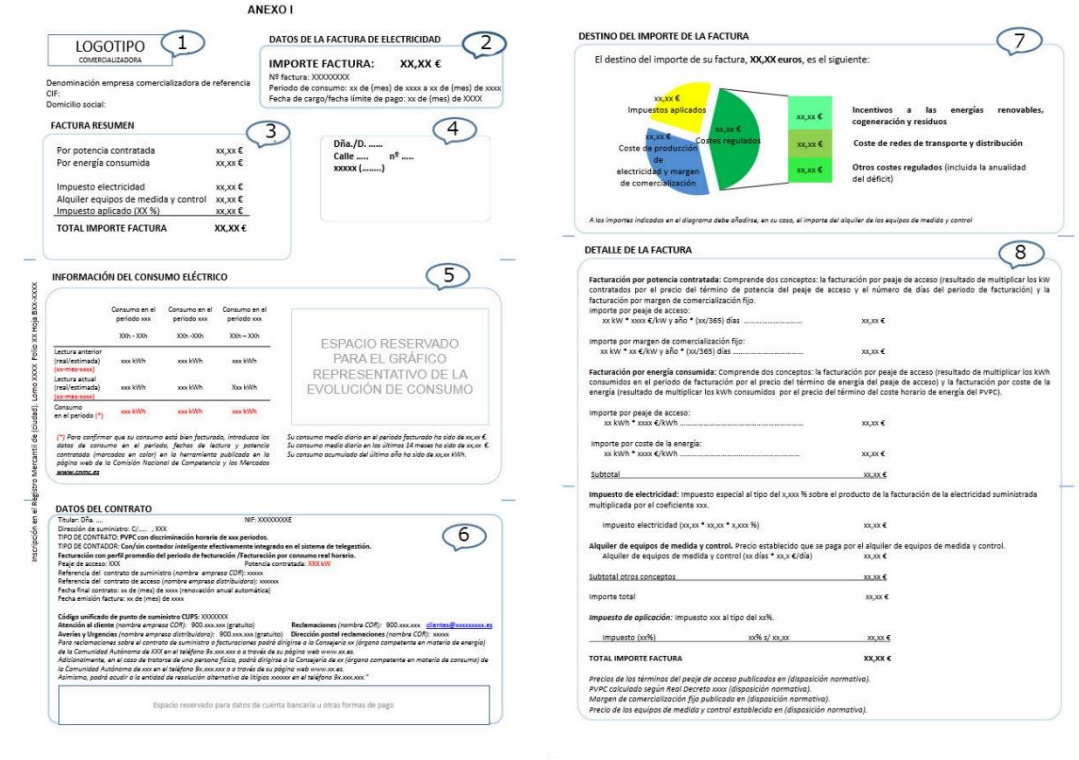


Figura 3.4. Model d'exemple de les dues primeres dues pàgines de la factura de la llum (Font: Comparadorluz.com).

D'entre tota la informació que presenta una factura elèctrica, el que interessa a tot consumidor és el seu import total i amb els termes desglossats per tal d'entendre millor el pagament d'aquesta. Aleshores, concretament i de forma detallada, a continuació es mostren els conceptes als quals es destina l'import de la factura de l'electricitat: potència contractada, energia consumida, impostos, etc.

- Terme de potència: potència contractada.
  Aquest concepte correspon a la part fixa de la factura del consumidor, és a dir, és l'import total a pagar per la potència contractada (kW), independentment del consum elèctric realitzat durant el període de facturació. El que es paga amb aquest terme és la garantia de poder connectar la potència especificada en el contracte sempre que el consumidor ho necessiti. Està compost per dos termes:
  - Peatge d'accés: està fixat i actualitzat periòdicament pel Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital, expressat en €/kW-any i és funció del tipus de tarifa (2.0, 2.1, 3.0, etc).
  - Marge de comercialització fix: està fixat en 4 €/kW-any.

  Cal convertir els valors anteriors de €/kW-any a €/kW-dia.

Aquest import s'obté del producte de la potència contractada (kW) per part del consumidor, per la suma del peatge d'accés (€/kW-any) i el marge de comercialització (€/kW-any) i pel període de facturació (dies):

$$TP = P_c \times (PEA_P + MC_P) \times P_f$$

- Terme d'energia: energia consumida.
  Aquest concepte correspon a la part variable de la factura del consumidor, és a dir, és l'import total a pagar pel consum elèctric realitzat durant el període de facturació (segons la lectura del comptador). Està compost per dos termes:
  - Peatge d'accés: està fixat pel Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital.
  - Cost de producció de l'energia elèctrica a cada període (variable): es compon del preu horari del mercat d'electricitat (diari i intradiari) i dels serveis d'ajust del sistema, així d'altres costos associats al subministrament (pagament per capacitat, servei d'interrumpibilitat, finançament OS i OM i cost de comercialització variable). Aquest cost es publica a la pàgina web de l'operador del sistema, REE.

  Aquest import s'obté del producte del consum elèctric (kWh) del consumidor, per la suma del peatge d'accés (€/kWh) i el cost de l'energia (€/kWh):

$$TE = C_E \times (PEA_E + CE)$$

- Impost especial sobre l'electricitat.
  Es tracta d'un impost especial (retribució) exigit a tots els consumidors d'electricitat el tipus impositiu del qual ve determinat per llei. Abans de l'any 2015, equivalia a un 4,864 % i des de l'1 de gener del 2015 aquest impost equival al 5,1127 % amb la següent expressió:

$$IMP_E = 4{,}864\ \% \times 1{,}05113 = 5{,}1127\ \%$$

  La base imposable és l'import resultant de la suma dels termes de potència i d'energia o consum, és a dir, al 5,1127 % se li ha de multiplicar el preu del subministrament.

$$C_{IMP_E} = I_E \times (TP + TE) = 5{,}1127\ \% \times (TP + TE)$$

- Lloguer equips de mesura.
  Aquest concepte representa el cost que cobra la distribuïdora al consumidor pel lloguer del comptador elèctric, excepte en els casos que el consumidor sigui el propietari de l'equip. El cost de lloguer, que està fixat pel Govern i varia en funció del tipus d'equip de mesura, estan exposats a l'apartat 3.4.
- Impost sobre el Valor Afegit (IVA).
  L'impost sobre l'electricitat està gravat amb el 21 % d'IVA sobre el cost total.

A continuació es mostren els peatges d'accés de baixa tensió relatius als termes de potència i energia, així com el marge de comercialització (si escau))de diferents tipus de tarifes d'accés d'electricitat i modalitats de contractació l'any 2016. Cal esmentar que ens el cas del mercat regulat cal afegir els

costos associats a altres serveis esmentats (serveis d'ajust del sistema i altres costos associats al subministrament).

Taula 3.7. Peatges d'accés i cost de l'energia per les tarifes 2.0 del PVPC (Font: Ordre IET/2735/2015).

Mercat regulat							
Preu Voluntari Petit Consumidor (PVPC)							
Tarifa 2.0	**Potència contractada (kW)**	**Peatges accés**					**Cost energia (€/kWh)**
		Terme potència TP anual (€/kW)	**Marge comercialitzadora anual (€/kW)**	**Terme energia TE (€/kWh)**			
				P1	**P2**	**P3**	
Tarifa 2.0A-PVPC sense DH	P ≤ 10	38,043426	4,000000	0,044027	-	-	Cost horari en el mercat de producció (REE)
Tarifa 2.0DHA-PVPC amb DH (2P)				0,062012	0,002215	-	
Tarifa 2.0DHS-PVPC amb DH (3P)				0,062012	0,002879	0,000886	

Taula 3.8. Peatges d'accés per la modalitat de preu fix 1 any i per diferents tarifes (Font: Ordre IET/2735/2015).

Mercat regulat								
Preu fix 1 any								
			Peatges accés					
	Tarifa	**Rang potències contractades (kW)**	**Terme potència TP anual (€/kW)**			**Terme energia TE (€/kWh)**		
						P1	**P2**	**P3**
	2.0A					0,044027	-	-
2.0	**2.0DHA**	P ≤ 10	38,043426			0,062012	0,002215	-
	2.0DHS					0,062012	0,002879	0,000886
	2.1A					0,057360	-	-
2.1	**2.1DHA**	10 ≤ P ≤ 15	44,444710			0,074568	0,013192	-
	2.1DHS					0,074568	0,017809	0,006596
			P1	**P2**	**P3**			
3.0	**3.0A**	P > 15	40,728885	24,43733	16,291555	0,018762	0,012575	0,004670

Taula 3.9. Peatges d'accés pel mercat lliure i per l'empresa Holaluz (Font: Holaluz).

Mercat lliure					
Empresa		**Holaluz**			
			Peatges accés		
	Tarifa	**Rang potències contractades (kW)**	**Terme potència TP anual (€/kW)**	**Terme energia TE (€/kWh)**	
				P1	**P2**
Tarifa de llum Un Preu/Tarifa 2.0A-2.1A	**Quota fixa prepagament**	P ≤ 10	38,043426	0,123000	-
	Consum mensual postpagament			0,125000	-
	Quota fixa prepagament	10 ≤ P ≤ 15	44,444710	0,139000	-
	Consum mensual postpagament			0,141000	-
Tarifa de llum Dos Preu/Tarifa2.0DHA-2.1DHA	**Quota fixa prepagament**	P ≤ 10	38,043426	0,155000	0,079000
	Consum mensual postpagament			0,157000	0,081000
	Quota fixa prepagament	10 ≤ P ≤ 15	44,444710	0,167000	0,089000
	Consum mensual postpagament			0,169000	0,091000

Resumint, la factura elèctrica es divideix en tres grans blocs:

- Preu de l'energia en el mercat, és a dir, el cost de produir l'electricitat (PVPC, contractació fixa a 12 mesos i contractació bilateral).
- Costos regulats (només en el PVPC el marge comercial està inclòs com a cost regulat).
- IVA i impostos especials.

Seguidament es mostra una distribució aproximada, mitjançant l'exemple d'un consumidor concret, de l'import total de la factura elèctrica, és a dir, quin percentatge li pertoca a cadascun dels conceptes esmentats recentment.

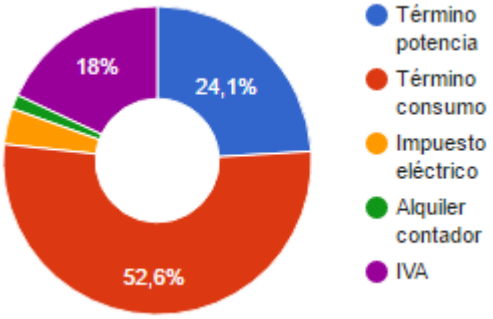


Figura 3.5. Factura elèctrica d'un consumidor amb una potència contractada de 4,6 kW i 560 kWh de consum (Font: Preciogas.com).

Es pot observar com la major part del cost de la factura recau en el terme de consum elèctric i, seguidament es troba el terme de potència. Cal destacar que els impostos o costos addicionals representen pràcticament el mateix percentatge que el terme de potència.

Presentats els termes corresponents a la factura elèctrica, és molt important ajustar la potència contractada a les necessitats del consumidor ja que si es contracta una potència superior el cost corresponent al terme fix augmentarà de forma innecessària; en canvi, si es contracta menys potència de la necessària es generaran interrupcions de subministrament. Aleshores, cal contractar una potencia adequada a les característiques de la instal·lació i de l'ús dels electrodomèstics (pics de potència). D'altra banda, es poden realitzar mesures d'estalvi energètic per reduir el consum de l'habitatge tals com utilitzar bombetes de baix consum, desendollar els electrodomèstics quan no es facin servir, canvi a tarifa amb DH si es consumeix més d'un 33 % en hores nocturnes, etc.

Finalment, s'acostuma a fer la lectura del comptador cada 2 mesos i aquesta acció és responsabilitat de l'empresa elèctrica. Alhora, d'acord amb el Reial Decret 1718/2012, la factura és bimestral per a usuaris amb una potència contractada inferior a 15 kW. A més a més, la facturació es realitzarà sempre en base a les lectures reals, ja sigui a través del comptador tradicional o intel·ligent. En el cas d'aquest

últim i si incorpora sistemes de telemesura i telegestió, es pot realitzar una lectura mensual i la facturació també serà mensual. La factura es pot obtenir de forma electrònica o en format paper, tot i que actualment s'està apostant per la facturació electrònica.

Alhora, la factura de la llum també pot incorporar el subministrament de gas a més de l'elèctric, tal i com s'ha aplicat en l'estudi posterior.

3.3. Comptadors elèctrics

El comptador d'electricitat és el dispositiu que mesura la quantitat d'electricitat que el client consumeix i es mesura en kilowatts-hora (kWh). És de gran utilitat tan per l'empresa subministradora d'electricitat com pel propi client ja que la seva lectura freqüent permet controlar el consum d'energia i avaluar l'eficiència dels electrodomèstics. Alhora, és la millor forma per conèixer exactament el consum i si les mesures d'estalvi que es pugin aplicar redueixen el consum elèctric o no.

Existeixen dos tipus de comptadors elèctrics:

- Comptador tradicional.
  Es tracta d'un dispositiu mecànic que mesura l'energia consumida de forma analògica. Hi ha diferents versions, però els més habituals un visor sota del comptador numèric on es troba un disc que té una marca vermella al seu voltant. Aquest disc té una velocitat directament proporcional al corrent consumit a cada moment pels aparells en servei. La seva lectura és senzilla i només és necessari comptar les vegades que passa la marca vermella en una unitat de temps determinada. L'error de mesura és del ±2 %. Tot i poder realitzar la DH amb un equip extern (rellotge de commutació), el seu major inconvenient és que només permet la lectura visual i, per tant, no és apte per a la telegestió.

Figura 3.6. Comptador tradicional (Font: CNMC).

- Comptador intel·ligent.
  També anomenats digitals, es tracta d'un dispositiu electrònic que mesura l'energia consumida a l'instant i que disposa d'un sistema de telegestió per tal que l'empresa pugui

conèixer la mesura de forma remota. A diferència de l'anterior, és capaç d'evitar sobrecàrregues i disminuir els pics de demanda i permet als usuaris conèixer el seu consum instantani i, conseqüentment, modificar o adaptar la seva tarifa elèctrica. Les dades arribaren a l'empresa mitjançant els mateixos cables elèctrics (semblant a l'ADSL), té un error de mesura és del ±0,5 % i és capaç de memoritzar dades i permet l'adopció de diferents períodes tarifaris. Aquest tipus de comptadors amb telegestió son més intel·ligents ja que faciliten la lectura del consum i les operacions a distancia, són més flexibles ja que possibiliten l'adaptació de les tarifes contractades als hàbits de consum i són més eficients ja que permeten aportar informació sobre el consum per facilitar l'estalvi i fer un ús responsable de l'energia elèctrica. Alhora, tenen un baix cost mensual (com es podrà observar a continuació) i el manteniment i la responsabilitat de l'estat del comptador corre a càrrec de l'empresa distribuïdora.

Figura 3.7. Comptador intel·ligent (Font: CNMC).

El comptador pot ser propietat de l'empresa subministradora o del propi client, però normalment s'acostuma a llogar a l'empresa. A més a més, aquests estan precintats i només poden ser alterats o manipulats per la companyia elèctrica. Així, en funció del tipus de comptador, hi ha un major o menor cost associat al seu lloguer. Aquest lloguer es determina multiplicant el preu de lloguer del dispositiu pel període de facturació.

Els costos del lloguer, regulats pel Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital, són els següents:

Taula 3.10. Cost del lloguer dels comptadors (Font: Ordre ITC 3860/2007)

Tipus de comptador		Preu mensual (€)
Comptador simple tarifa sense telegestió	Monofàsic	0,54
	Trifàsic	1,53
Comptadors amb DH sense telegestió	Monofàsic doble tarifa	1,11
	Trifàsic doble tarifa	2,22
	Trifàsic triple tarifa	2,79
Comptadors electrònics amb DH i telegestió domèstica	Monofàsic	0,81
	Trifàsic	1,36

El preu de lloguer del comptador inclou l'import corresponent a l'Interruptor de Control de Potència (ICP), que equival a 0,03 €/mes.

Finalment, actualment les distribuïdores estan efectuant el canvi de comptadors tradicionals (analògics) a intel·ligents (digitals) i es preveu que s'acabi el procés el 31 de desembre del 2018.

4. El vehicle elèctric

Aquest capítol està dedicat al vehicle elèctric (VE) i es dóna cobertura a tots els seus conceptes associats. En primer lloc, es realitza una breu descripció del VE i les seves tipologies.

Seguidament, es presenta la normativa amb la qual es sustenta el VE en la legislació espanyola, és a dir, la ITC-BT-52 del REBT.

A continuació, s'exposa un apartat sobre els termes i conceptes importants a tenir en compte a l'hora de parlar dels VE. Posteriorment, es duu a terme una visió general dels eixos principals de la infraestructura de recàrrega del VE: els tipus recàrrega, els modes de càrrega i els tipus de connectors. Per acabar aquest bloc descriptiu es fa una descripció dels esquemes d'instal·lació que la ITC marca, així com la previsió de càrregues de cada esquema i un apartat dedicat als passos necessaris per instal·lar un punt de recàrrega.

Finalment, es realitza un apartat centrat en els avantatges i influències del VE en molts àmbits d'actuació, des de l'operador del sistema al consumidor final.

4.1. Introducció

Quan es parla del terme VE, sovint hi ha força confusió sobre què és exactament un VE i les tipologies que existeixen actualment en el mercat.

Però, què és exactament un VE? De forma clara i concisa, només tenen la consideració de vehicles elèctrics (VE's) aquells propulsats exclusivament amb energia elèctrica, és a dir, electricitat. Així, els cotxes de propulsió híbrida o que utilitzen altres tipus de combustibles fòssils no tenen la consideració d'elèctrics. I en aquest projecte només es tenen en compte aquests tipus.

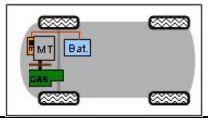
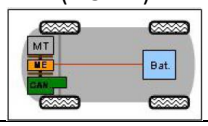
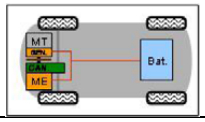
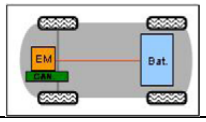
El VE està present en la societat des de finals del segle XIX (1881) quan es va dissenyar el primer tricicle amb un motor elèctric (ME) de 160 kg de pes pel francès Gustave Trouvé. Al 1891 W. Morrison va fabricar un dels primers VE's dels Estats Units d'Amèrica amb un motor de 4 CV que podia transportar 10 persones a una velocitat de 32 km/h i gaudia d'una autonomia de 80 km. Tot i que a principis del segle XX va desaparèixer per donar lloc a altres tipologies, des d'aleshores molts han estat els avenços tecnològics que han permès reduir el cost del VE, augmentar la capacitat de les seves bateries fins que actualment estan vivint un *boom* que en un futur permetrà influir en la complexa operació de qualsevol sistema elèctric de potència, la reducció del cost de la factura elèctrica i reduir les emissions contaminants i la contaminació acústica, així com la gestió de la càrrega d'un habitatge a través de la connexió dels VE's a la xarxa. Alhora, al seu voltant s'estan creant llocs de treball dedicats a la

Investigació, Desenvolupament i Innovació (I+D+I). Però encara és necessària molta recerca per tal d'arribar a l'alçada dels VC's propulsats per carburants derivats del petroli (gasolina i gasoil).

Així, quin són els motius pels quals el VE està tan de moda actualment? Ja s'han esmentat alguns en el paràgraf anterior, però l'encariment dels preus dels carburants degut a l'esgotament del petroli, els objectius de la Unió Europea (UE) pel 2020 a través de l'Estratègia Europea 20/20/20 (reducció del 20 % de les emissions de gasos defecte hivernacle, tenir un 20 % de l'energia final provinent de fonts renovables i la reducció del 20 % del consum d'energia primària) i una creixent preocupació pels aspectes mediambientals (sobretot la reducció de les emissions de CO_2) són els tres motius principals pels quals s'estigui apostant pel VE a l'actualitat.

Actualment, en el mercats dels VE's s'engloben les següents topologies:

Taula 4.1. Característiques tècniques de les tipologies de VE (Font: Diagnosi i perspectives del VE a Catalunya del Consell Assessor pell Desenvolupament Sostenible, CADS)

Tipologia VE	*Micro-Hybrid*	*Full Hybrid*	*Plug-In-Hybrid*	*EV*
Propulsió	Elèctrica paral·lela i potència elèctrica molt baixa	Elèctrica paral·lela i potència elèctrica augmentada	Elèctrica sèrie o paral·lela i potència elèctrica mitjana	Elèctrica en sèrie y potència elèctrica augmentada
Transmissió	Propulsió tradicional amb canvi de marxes	Propulsió directa amb canvi de marxes	Propulsió directa amb canvi de marxes	Únicament funció de conducció amb el motor elèctric
Funcions ME	*Start-Stop* i petita recuperació	Boost i tracció del vehicle	*Hybrid-drive* i *e-drive*	
Optimització/ Autonomia	Optimització consum (5-10 %)	Disminució consum (20-30 %) Autonomia reduïda (2-5 km)	Autonomia elèctrica mitjana (30-60 km)	Autonomia elèctrica elevada (80-120 km)
Imatge				

Com s'ha comentat, en aquest projecte només es tindran en consideració els vehicles EV, és a dir, els totalment propulsats per energia elèctrica.

Alhora, un altre cavall de batalla per la majoria de fabricants és l'autonomia dels VE, dit d'una altra forma, la capacitat de les bateries elèctriques. Aquestes, que es mesuren en watts-hora (Wh), generen electricitat a través d'un procediment electroquímic que transforma l'energia d'una reacció química en energia elèctrica. Les seves característiques més importants són la pròpia capacitat, l'esmentada autonomia, la seva vida útil, el temps de càrrega i el seu pes.

Finalment, en un futur es pot observar com el mercat del VE augmentarà i al 2050 hi haurà pràcticament un equilibri entre els VC's i els propulsats per energies netes: electricitat, pila d'hidrogen, etc.

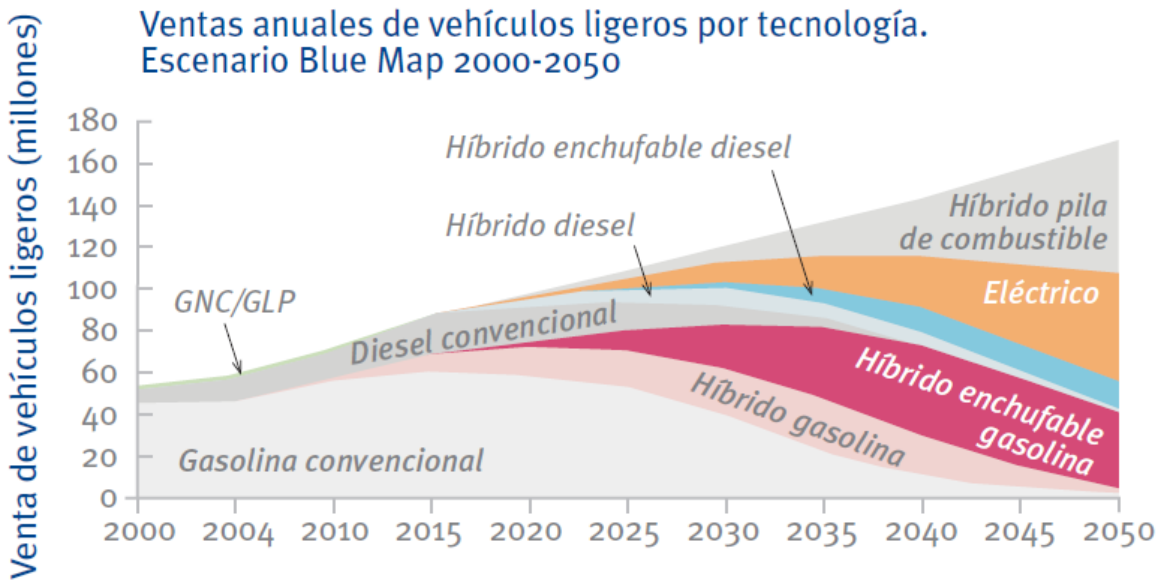


Figura 4.1. Vendes anuals de vehicles lleugers per tecnologia segons l'Escenari Blue Map 2000-2050 (Font: Agència Internacional de l'Energia, IEA)

4.2. Instrucció Tècnica Complementaria (ITC) BT-52

La Instrucció Tècnica Complementària (ITC) BT-52 del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) es va aprovar a través del Reial Decret 1053/2014, de 12 de desembre de 2014. En aquesta instrucció s'exposen les «Instal·lacions amb finalitats especials. Infraestructura per la recàrrega de vehicles elèctrics».

Aquesta normativa parteix de la necessitat de donar als consumidors o clients potencials les eines necessàries a nivell tècnic per tal de desenvolupar un nou concepte de consum: el VE. Consisteix en una norma reglamentària sobre seguretat industrial en instal·lacions energètiques tal i com estableix la Llei 21/1992 i la Llei 24/2013. Així doncs, s'emmarca dins la Llei d'Indústria i el REBT, que en modifica i completa algunes instruccions per establir les especificacions tècniques que possibilitin la càrrega segura dels VE's en qualsevol de les situacions possibles. Alhora, te l'objectiu de regular eficientment i de forma segura l'alimentació de les estacions de recàrrega.

Respecte als equips i materials, la ITC estableix que s'han d'utilitzar estacions de recàrrega amb elements de connexió normalitzats i tècnicament segurs, com a instrument dels gestors de càrregues o extensió de les instal·lacions dels particulars. A més a més, es prescriuen unes dotacions mínimes de l'estructura per a la recàrrega del VE en edificis o estacionaments de nova construcció i en vies públiques.

Així, de forma resumida, aquesta ITC defineix una sèrie de termes, exposa els esquemes d'instal·lació per a la recàrrega de VE's, determina la previsió de càrregues associada a cada esquema, descriu els requisits generals de la instal·lació (alimentació, sistemes de connexió del neutre, canalitzacions, punts de connexió, comptador secundari de mesura d'energia) i les proteccions per tal de garantir la seguretat de la instal·lació (mesures de protecció contra contactes directes i indirectes, en funció de les influències externes, contra sobreintensitats i sobretensions) i finalment, exposa les condicions particulars d'instal·lació.

Finalment, aquesta normativa només és una instrucció tècnica i, per tant, és necessària l'elaboració d'una guia tècnica amb la finalitat de donar les orientacions pràctiques mínimes, cosa que ja argumenta en la disposició addicional segona del present decret.

4.2.1. Termes i definicions

La ITC-BT-52 defineix tota una sèrie de termes interessants per entendre el conceptes associats als VE's, els seus esquemes d'instal·lació i la seva recàrrega. Així, segons la instrucció:

- Circuit de recàrrega col·lectiu.
  Circuit interior de la instal·lació receptora que, partint d'una centralització de comptadors o d'un quadre de comandament i protecció, està previst per alimentar dues o més estacions de recàrrega del VE.
- Circuit de recàrrega individual.
  Circuit interior de la instal·lació receptora que partint de la centralització de comptadors està previst per alimentar una estació de recàrrega del VE, o circuit d'un habitatge que partint del quadre general de comandament i protecció està destinat a alimentar una estació de recàrrega del VE (circuit C_{13}).
- Comptador elèctric principal.
  Comptador d'energia elèctrica destinat a la mesura d'energia consumida per una o diverses estacions de recàrrega. Aquests comptadors han de complir la reglamentació de metrologia legal aplicable i el reglament unificat de punts de mesura.
- Comptador secundari.
  Sistema de mesura individual associat a una estació de recàrrega, que permet la repercussió dels costos i la gestió dels consums. Aquests sistemes de mesura individuals han de complir la reglamentació de metrologia legal aplicable, però no estan subjectes al reglament unificat de punts de mesura atès que no es tracta de punts frontera del sistema elèctric.
- Estació de mobilitat elèctrica.
  Infraestructura de recàrrega que disposa, almenys, de dues estacions de recàrrega, que permetin la recàrrega simultània de VE amb categoria fins a M1 (VE de vuit places com a màxim exclosa la del conductor dissenyats i fabricats per al transport de passatgers) i N1 (VE la massa màxima del qual no superi les 3,5 tones dissenyats i fabricats per al transport de mercaderies),

segons la Directiva 2007/46/CE. Ha de possibilitar la recàrrega en corrent altern (monofàsic o trifàsic) o en corrent continu.

- Estació de recàrrega.
  Conjunt d'elements necessaris per efectuar la connexió del VE a la instal·lació elèctrica fixa necessària per a la seva recàrrega. Les estacions de recàrrega es classifiquen com a:
  1. Punt de recàrrega simple, compost per les proteccions necessàries, una o diverses bases de presa de corrent no específiques per al VE i, si s'escau, l'envolupant.
  2. Punt de recàrrega tipus SAVE (Sistema d'Alimentació específic del Vehicle Elèctric).
- Funció de control pilot.
  Qualsevol mitjà, ja sigui electrònic o mecànic, que asseguri que se satisfan les condicions relacionades amb la seguretat i amb la transmissió de dades requerides segons el mode de recàrrega utilitzat.
- Infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics (IVE).
  Conjunt de dispositius físics i lògics, destinats a la recàrrega de VE's que compleixin els requisits de seguretat i disponibilitat previstos per a cada cas, amb capacitat per prestar servei de recàrrega de manera completa i integral. Una IVE inclou les estacions de recàrrega, el sistema de control, les canalitzacions elèctriques, els quadres elèctrics de comandament i protecció i els equips de mesura, quan aquests siguin exclusius per a la recàrrega del VE.
  Aquest terme s'exposa a l'apartat 4.2.
- Modes de càrrega.
  Els modes de càrrega són les formes en que es poden recarregar els VE. Existeixen quatre modes de càrrega (1, 2, 3 i 4), que s'exposen a l'apartat 4.2.2.
- Punt de connexió.
  Punt en què el VE es connecta a la instal·lació elèctrica fixa necessària per a la seva recàrrega, ja sigui a una presa de corrent o a un connector.
- Sistema d'Alimentació específic de Vehicle Elèctric (SAVE).
  Conjunt d'equips muntats amb la finalitat de subministrar energia elèctrica per a la recàrrega d'un VE, incloent-hi proteccions de l'estació de recàrrega, el cable de connexió (amb conductors de fase, neutre i protecció) i la base de presa de corrent o el connector. Aquest sistema ha de permetre si s'escau la comunicació entre el VE i la instal·lació fixa. En el mode de càrrega 4 el SAVE també inclou un convertidor altern-continu (AC/DC).
- Sistema de Protecció de la Línia general d'alimentació (SPL).
  Sistema de protecció de la línia general d'alimentació contra sobrecàrregues, que evita la fallada de subministrament per al conjunt de l'edifici a causa de l'actuació dels fusibles de la caixa general de protecció, mitjançant la disminució momentània de la potència destinada a la recàrrega del VE. Aquest sistema pot actuar desconnectant càrregues, o regulant la intensitat de recàrrega quan s'utilitzin els modes 3 o 4. L'ordre de desconnexió i reconnexió pot actuar sobre un contactor o sistema equivalent.

- Vehicle elèctric (VE).
  Vehicle elèctric l'energia de propulsió del qual procedeix, totalment o parcialment, de l'electricitat de les seves bateries utilitzant per a la seva recàrrega l'energia d'una font exterior al VE, per exemple, la xarxa elèctrica.
- Tipus de connexió entre l'estació de recàrrega i el VE.
  Les tipologies de connexió entre l'estació de recàrrega i el VE que s'exposen en el següent apartat.

4.3. Tipus de connexió entre l'estació de recàrrega i el vehicle elèctric

Tal i com s'acaba de comentar, les connexions existents entre l'estació de recàrrega i el VE que s'exposen seguidament són un complement del que es desenvolupa en aquest capítol. Només es mostren les formes possibles de connexió.

En primer lloc, cal definir la llegenda de les figures següents:

1. Base de presa de corrent .
2. Clavilla.
3. Cable de connexió.
4. Connector.
5. Entrada d'alimentació al VE.
6. Carregador incorporat al VE.
7. Bateria de tracció.
8. Punt de connexió.
9. Punt de recàrrega simple.
10. SAVE.

Seguidament es mostren els casos particulars referits als VE:

- Cas A.
  Es poden trobar dos casos particulars: una connexió a un punt de recàrrega simple mitjançant una presa de corrent per a usos domèstics i anàlegs o una connexió a un punt de recàrrega tipus SAVE.

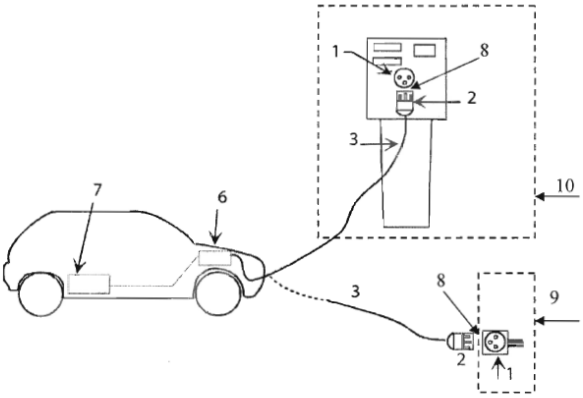


Figura 4.2. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en una clavilla amb el cable solidari al VE (Font: ITC-BT-52).

- Cas B.

  Es poden trobar dos casos particulars: una connexió a un punt de recàrrega simple mitjançant una presa de corrent per a usos domèstics i anàlegs o una connexió a un punt de recàrrega tipus SAVE.

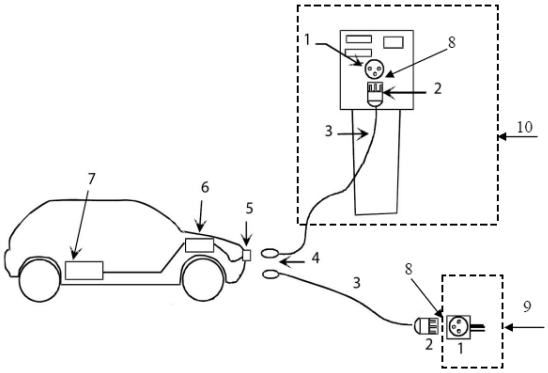


Figura 4.3. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat per un extrem en una clavilla i per l'altre en un connector, on el cable és un accessori del VE (Font: ITC-BT-52).

- Cas C.

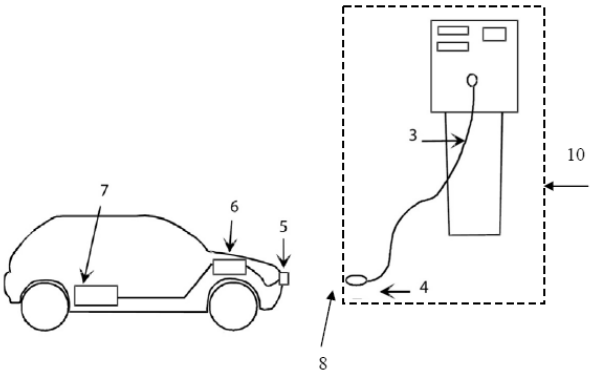


Figura 4.4. Connexió del VE a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en un connector: el cable forma part de la instal·lació fixa (Font: ITC-BT-52).

- Cas D.

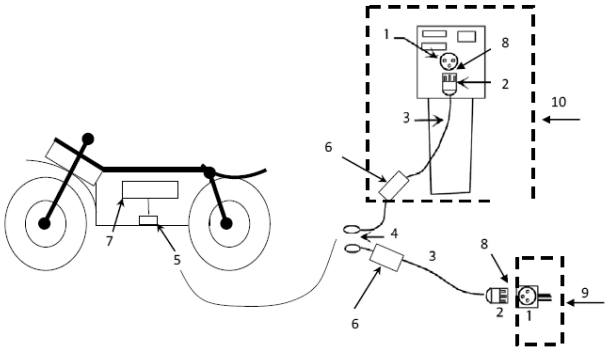


Figura 4.5. Connexió d'un VE lleuger a l'estació de recàrrega mitjançant un cable acabat en un connector: el cable incorpora el carregador (Font: ITC-BT-52).

4.4. Infraestructura de recàrrega del vehicle elèctric

Anteriorment s'ha definit el terme d'infraestructura de recàrrega o IVE com el conjunt de dispositius físics i lògics destinats a la recàrrega de VE's. Aquestes es poden trobar a l'exterior o a l'interior d'un edifici:

- Exterior (*outdoor*): són estacions de recàrrega en superfície.

Figura 4.6. Estacions de recàrrega *outdoor* (Font: Diputació de Barcelona).

- Interior (*indoor*/*wallbox*): són punts de recàrrega d'interior, habituals en aparcaments subterranis.

Figura 4.7. Estacions de recàrrega *indoor* (Font: Diputació de Barcelona).

Els eixos principals en el que qual es pot dividir la infraestructura necessària per a la recàrrega d'un VE són els següents:

- Tipus de recàrrega.
  Aquest està relacionat amb la potència del punt de recàrrega i té una influència sobre la duració/temps de la recàrrega, és a dir, a major potència contractada de l'estació menor temps de recàrrega del vehicle.
- Modes de càrrega.
  Els modes de càrrega estan relacionats amb els protocols de comunicació entre el punt de recàrrega i el propi vehicle i té un impacte en el nivell de control del procés de càrrega entre els mateixos dos punts, és a dir, tenir una capacitat major o menor de control sobre el procés.
- Tipus de connectors.
  Els tipus d'endolls estan relacionats amb la configuració del connector, és a dir, les seves propietats i característiques i influeix la compatibilitat de punt de recàrrega amb el VE, és a dir, uns determinats models de vehicles tindran un tipus de connector específic i altres models de vehicles altres endolls.

Seguidament es fa una descripció de cadascun dels tres eixos comentats.

4.4.1. Tipus de recàrrega

Per tal de recarregar el VE existeixen diferents possibilitats en funció de la velocitat del procés de càrrega, és a dir, del temps que comporta recarregar les bateries del VE, que depèn directament de la potència elèctrica disponible. Alhora, la potència és funció del tipus de corrent elèctric, altern (AC) o continu (DC). Així, una infraestructura de recàrrega amb una potència més alta permet recàrregues més ràpides i viceversa.

En principi es consideren cinc tipus de recàrrega: super-lenta, lenta, semi-ràpida, ràpida i super-ràpida, tot i que normalment s'acaben resumint en tres: recàrrega normal/convencional, ràpida i super-ràpida. Aleshores, segons el tipus de recàrrega, es poden diferenciar:

- Recàrrega normal.

  També s'anomena recàrrega lenta o convencional degut al seu ús, la càrrega domèstica, i de les tres opcions esmentades es tracta de la més senzilla, però alhora la més lenta. Consisteix en un endoll, normalment Schuko, de 230 V amb un corrent altern (AC) monofàsic de 16 A i amb una potència màxima de 3,7 kW. La recarrega completa d'un vehicle amb una bateria de capacitat d'uns 20-24 kWh dura aproximadament entre unes 6 i 8 hores i està destinada per realitzar-se preferiblement en horari nocturn mitjançant discriminació de tarifa VE (supervall o DHS).

  També es pot trobar la variant trifàsica que utilitza corrent altern a 400 V i 16 A, podent arribar als 11 kW de potència màxima i reduint el temps de recàrrega completa a 2-3 hores. Aquesta solució és bastant menys utilitzada que la monofàsica, estant aquesta última la disponible en qualsevol habitatge, d'aquí la seva importància.

  Alhora, aquí es troba la variant super-lenta que és quan la intensitat de corrent es limita a 10 A (o menys) per no disposar d'una base de recàrrega amb les adequades proteccions i instal·lació elèctrica. En aquest cas, el temps de càrrega augmenta fins arribar a les 10-12 h.

  Aquest punt específic de recàrrega o *wallbox* té una inversió inicial d'uns 1.000 € (350 € en el cas super-lent) i una despesa anual d'uns 300-650 € i, com s'ha comentat, és idoni per un punt de recàrrega vinculat en habitatges plurifamiliars o unifamiliars, flotes
  captives, empreses de logística i distribució o ús particular intensiu.

- Recàrrega ràpida.

  Anomenada també en anglès *quick-charge* (càrrega semi-ràpida), aquesta està poc estesa actualment i pot ser alimentada a través d'un corrent monofàsic de 32 A a 230 V de tensió obtenint una potència d'uns 7,5 kW (també 63 A i una potència de 14,5 kW) o amb un corrent altern trifàsic de 32 A a 400 V per obtenir una potència màxima de 22 kW (també 63 A i una potència de 43,5 kW).

  En el cas monofàsic permet recarregar el vehicle en unes 3 hores de forma completa (32 A) o en 1,5 h (63 A). En canvi, en el cas trifàsic, es redueix la recàrrega a 1h (32 A) i 30 minuts (63 A).

  Aquest punt de recàrrega semi-ràpida/ràpida té un cost d'inversió aproximat de 6.000-15.000 € i una despesa anual de 3.500-4.000 € en el cas en AC i de 15.000-20.000 € i una despesa anual de 4.000 € en el cas en DC. Està principalment enfocat sobretot a donar cobertura a les estacions de recàrrega de zones públiques (vies públiques), semipúbliques i privades (aparcaments de flotes), i al sector terciari com els centres d'oci, hospitals, cinemes o centres comercials, supermercats. En el cas en AC per municipis de menys de 2.000 habitants i en DC per municipis superiors a 10.000 habitants.

- Recàrrega super-ràpida.
  Aquest tipus, també anomenat *fast-charge* en anglès, normalment utilitza el connector específic japonès CHAdeMO per a la recàrrega amb un corrent continu (DC) 500-600 V de tensió a un corrent de 120-400 A per obtenir una potència habitual d'uns 40-80 kW (i fins a 240 kW com a màxim). En aquestes condicions permet carregar el 80 % de la bateria en un interval de 10 a 30 minuts.
  També té la versió trifàsica amb un corrent altern (AC) de 500 V amb una intensitat de fins a 250 A per obtenir fins a 220 kW de potència màxima. Així, es redueix el temps de recàrrega del 80 % de la capacitat de la bateria fins als 10 minuts.
  Aquesta estació de recàrrega ràpida, tan en AC com en DC, té una inversió aproximada de 50.000 € i una despesa anual d'uns 8.000 €. S'utilitza en municipis amb més de 15.000 habitants i en vies interurbanes, ràpides o prop d'aquestes (estacions de servei) ja que el temps que un vehicle hi estarà estacionat com a màxim es correspon a una parada de descans, al voltant dels 20-30 minuts. Les estacions que ofereixen aquest servei de recàrrega s'anomenen "electrolineres" i requereixen d'una instal·lació elèctrica complexa degut als elevats valors de tensió i corrent. Per tant, els dispositius d'aquest tipus de recàrrega no estan dissenyats ni són recomanables per a garatges particulars degut al seu elevat cost, tant de producte com d'instal·lació.

Habitualment, a la càrrega super-lenta li corresponen 10 A i a la super-ràpida, de 90 a 120 kW de potència màxima.

A mode de resum, s'adjunten dues taules amb les característiques tècniques més habituals i altres dades d'interès econòmic.

Taula 4.2. Característiques tècniques dels tipus (habituals) de processos de recàrrega del VE (Font: Institut Català de l'Energia, ICAEN).

	Punt de recàrrega lenta (normal/convencional)	**Estació de recàrrega semi-ràpida/ràpida**	**Estació de recàrrega ràpida/super-ràpida**
Tensió	230 V AC monofàsica	230 V AC monofàsica 400 V AC trifàsica	400-500 V DC
Corrent	Fins a 16 A	Fins a 32 A	Fins a 120 A
Potència	Fins a 3,7 kW	Fins a 7,3 kW (monofàsic) Fins a 22 kW (trifàsic)	Entre 40 i 80 kW (≈50 kW)
Connector	Schuko; UNE-EN 62196-2 Tipus 2 i 3	IEC 60309, UNE-EN 62196-2 Tipus 2 i 3	UNE-EN 62196-2 Tipus 2; UNE-EN 62196-3
Duració aprox. temps de càrrega	6-8 h (100 % en 8 h)	1-3 h (100 % en 4 h)	10-30 min (65 % en 15 min)
Mode de càrrega	1, 2, 3	3	3, 4

Taula 4.3. Altres dades d'interès dels tipus (habituals) de processos de recàrrega del VE (Font: ICAEN).

	Punt de recàrrega lenta (normal/convencional)		**Estació de recàrrega semi-ràpida/ràpida**		**Estació de recàrrega ràpida/super-ràpida**
Tipus	Punt de recàrrega amb endoll convencional	*Wallbox* o punt específic de recàrrega	Punt de recàrrega semi-ràpida de AC	Punt de recàrrega semi-ràpida de AC	AC i DC
Inversió inicial (€)	350	1.000	6.000-15.000	15.000-20.000	50.000
Despesa anual (€)	300-550	400-650	3.500-4.000	4.000	8.000
Idoneïtat	Ús domèstic en punts de càrrega vinculats a habitatges unifamiliars o plurifamiliars		Municipis<2.000 habitants Zones públiques i sector terciàri	Municipis>10.000 habitants Zones públiques i sector terciàri	Municipis>15.000 habitants Estacions de servei i vies ràpides

Finalment, segons l'Institut Català de l'Energia (ICAEN), les equivalències aproximades entre el temps de recàrrega en les diferents estacions i l'autonomia que li proporciona al vehicle són les següents:

Taula 4.4. Equivalències entre els processos de recàrrega del VE (Font: ICAEN).

	Punt de recàrrega lenta (normal/convencional)		**Estació de recàrrega semi-ràpida/ràpida**		**Estació de recàrrega ràpida/super-ràpida**
Tipus	*Wallbox* o punt específic de recàrrega		Punt de recàrrega semi-ràpida de AC	Punt de recàrrega semi-ràpida de AC	AC i DC
Potència de l'estació (kW)	3,3	7,5	7,5	22	50
Temps de recàrrega	1 h	1 h	1 h	1 h	20 min
Autonomia carregada equivalent aproximat (km)	20	40	40	120	120

4.4.2. Modes de càrrega

Els modes de càrrega depenen del nivell de comunicació entre el VE i la infraestructura de recàrrega. Així doncs, els modes amb numeració més alta (Mode 3 i 4) corresponen, generalment, a infraestructures amb un nivell de protocols de comunicació més elevats. El protocol de comunicació impacta també en el nivell de control del procés de càrrega entre infraestructura de recàrrega i VE, es a dir, es pot tenir més control del procés de càrrega per programar-la, veure l'estat, parar-la, reprendre-la o bolcar electricitat a la xarxa a més de mode de càrrega.

Aleshores, segons la normativa IEC-61851-1, els quatre modes de càrrega són els següents:

- Mode de càrrega 1.
  Aquesta infraestructura de recàrrega té una connexió directa del VE a la xarxa d'alimentació de baixa tensió de corrent altern (AC) mitjançant preses de corrent normalitzades/estàndards (amb clavilla CEE 7/4), és a dir, un endoll domèstic clàssic, amb una intensitat no superior als 16 A i tensió assignada a la banda de l'alimentació no superior a 250 V en AC i monofàsic, per obtenir una potència de 3,7 kW. Utilitza un connector convencional Schuko (presa domèstica com s'ha comentat) i no existeixen comunicacions entre la infraestructura de càrrega i el VE.
  Aquest tipus està orientat a la recàrrega de motocicletes i bicicletes elèctriques, amb uns consums de potència baixos i fins a 10 A de corrent (2,4 kW). Té un temps de recàrrega de 6 a 8 h.

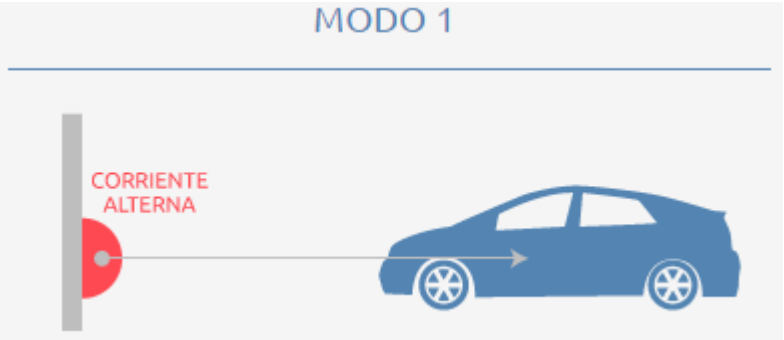


Figura 4.8. Esquema del mode de càrrega 1 amb un endoll no exclusiu (Font: Endesa).

- Mode de càrrega 2.
  Aquesta infraestructura de recàrrega en paret té una connexió mitjançant un adaptador de seguretat del VE a la xarxa d'alimentació de baixa tensió de corrent altern (AC) a través preses de corrent estàndards monofàsiques (connector convencional Schuko) sense excedir els 32 A i a 400 V en AC i trifàsic, per obtenir una potència de 22 kW, sent els valors típics 16 A a 250 V en AC i monofàsic (3,7 kW). Utilitza els conductors actius i de protecció (cable que ve amb el vehicle) juntament amb una funció de control pilot, que serveix per verificar la correcta connexió del vehicle a la xarxa, i un sistema de protecció per a les persones, contra el xoc elèctric (dispositiu de corrent diferencial), entre el VE i la clavilla (CEE 7/4) o com a part de la caixa de control situada en el cable.
  Té una comunicació baixa amb la xarxa. Té un temps de recàrrega de 6 a 8 h.

Figura 4.9. Esquema del mode de càrrega 2 amb un endoll no exclusiu amb protecció incorporada al cable (Font: Endesa).

- Mode de càrrega 3.
  Aquesta infraestructura de recàrrega té una connexió del VE a la xarxa d'alimentació de baixa tensió de corrent altern (AC) a través d'una presa específica per a la recàrrega del VE, és a dir, mitjançant un SAVE (o *wallbox*) instal·lada a la paret amb connectors tipus 1 i 2: SAE J1772, Mennekes, CCS/Combinat/COMBO o Scame. Aquesta caixa amb endoll i dedicada exclusivament a la recàrrega del VE conté els dispositius de control i proteccions i es connecta al VE amb un cable que inclou fil pilot de comunicació integrat, on la funció de control pilot s'amplia al sistema de control del SAVE, mentre aquest està connectat permanentment a la instal·lació d'alimentació fixa. Aquest mode acostuma a treballar amb corrents de fins a 63 A, sent el valor habitual 32 A a 250 V en AC (7,3 kW).
  Per tant, aquest sistema té un grau elevat de comunicació amb la xarxa, està recomanat per Euerelectric i té un temps de recàrrega de 3 a 4 h.

Figura 4.10. Esquema del mode de càrrega 3 amb un endoll exclusiu (Font: Endesa).

- Mode de càrrega 4.
  Aquesta infraestructura de recàrrega té una connexió indirecta del VE a la xarxa d'alimentació de baixa tensió de corrent altern (AC) a través d'un convertidor AC/DC. Com en el mode 3, el SAVE, així com les funcions de control i protecció i el cable de recàrrega, també està instal·lat a la paret i incorpora un carregador extern en què la funció de control pilot s'estén a l'equip

connectat permanentment a la instal·lació d'alimentació fixa. Aquest mode utilitza connectors del tipus CHAdeMO, CCS Combo o el SAE J1772. Aquest mode acostuma a treballar amb corrents de fins a 400 A i potència màxima de 240 kW, sent el valor habitual a Espanya els 125 kW a 400-500 V trifàsics.

Finalment, té un grau elevat de comunicació amb la xarxa i és exclusiu per a la recàrrega ràpida ja que té un temps de recàrrega de 30 minuts.

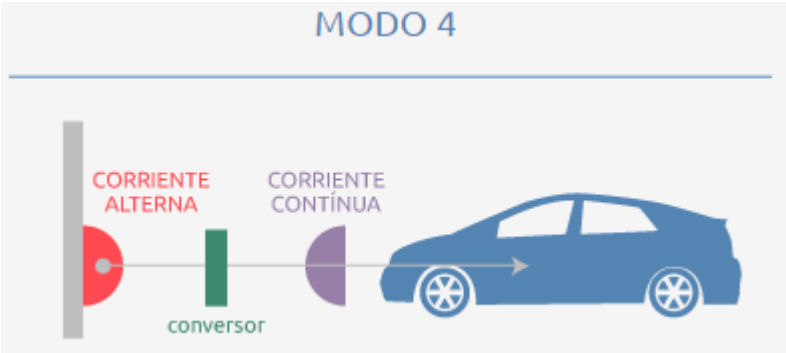


Figura 4.11. Esquema del mode de càrrega 4 amb connexió DC (Font: Endesa).

Seguidament es mostra un resum comparatiu dels 4 modes explicats en aquest apartat.

Taula 4.5. Resum de les característiques principals dels modes de càrrega del VE (Font: Circutor).

Mode de càrrega	Mode de càrrega 1	Mode de càrrega 2
Descripció	Infraestructura de recàrrega en presa tipus Schuko sense comunicació	Infraestructura de recàrrega en presa tipus Schuko i en paret, amb sistema de funció pilot incloses en el cable i amb comunicació
Connector específic per VE	No	No
Tipus càrrega	Lenta en AC	Lenta en AC
Corrent màxima	16 A per fase (3,7 kW - 11 kW)	32 A per fase (3,7 kW - 22 kW)
Proteccions	La instal·lació requereix d'una protecció diferencial i magnetotèrmica	La instal·lació requereix d'una protecció diferencial i magnetotèrmica
Característiques especials	Connexió del VE a la xarxa d'AC utilitzant preses de corrent normalitzades	Cable especial amb dispositiu electrònic intermedi amb funció de pilot de control i proteccions

Taula 4.6. Resum de les característiques principals dels modes de càrrega del VE (Font: Circutor).

Mode de càrrega	Mode de càrrega 3	Mode de càrrega 4
Descripció	Infraestructura de recàrrega en presa amb fil pilot Mennekes amb comunicació	Infraestructura de recàrrega amb conversió a DC
Connector específic per VE	Sí	Sí
Tipus càrrega	Lenta o semi-ràpida. Monofàsica o trifàsica	En DC
Corrent màxima	Segons connector utilitzat	Segons carregador
Proteccions	Incloses a la infraestructura especial pel VE	Instal·lades a la infraestructura
Característiques especials	Connexió del VE a la xarxa d'alimentació d'AC utilitzant un SAVE.	Connexió del VE utilitzant un carregador extern fix

4.4.3. Tipus de connectors

El tipus de connector és l'endoll per a la connexió de la recàrrega del VE, és a dir, la connexió entre el propi vehicle i l'estació o punt de recàrrega.

Actualment, en el mercat dels VE's, existeixen molts fabricants (alemanys, nord-americans, japonesos, francesos, italians), marques i models que presenten diferents tipus de connectors amb diferents propietats, configuracions de número d'entrades i per les comunicacions (protocols de comunicació) amb el VE. Aquesta quantitat elevada de models resulta en una no estandardització a nivell mundial dels tipus de connectors, tot i que hi ha hagut intents d'unió entre fabricants alemanys i nord-americans amb el sistema combinat (COMBO), però no s'han posat d'acord amb els fabricants francesos ni japonesos. La Comissió Electrotècnica Internacional (IEC) és qui s'encarrega d'aquesta normalització, però també ho fa la Societat d'Enginyers de l'Automoció (SAE) o la unió dels fabricants japonesos.

Aleshores, els tipus de preses o connectors més freqüents són els mostrats a continuació:

- Connector Schuko.
  Abreviatura del terme alemany *schutzkontakt* (contacte protector), es tracta del connector comú monofàsic del tipus domèstic que està definit per l'estàndard europeu CEE 7/4 Tipus F i és compatible amb totes les preses europees (excepte el Regne Unit).
  Té dos bornes d'entrada de connexió i una presa de terra i pot arribar a suportar corrents màxims de 16 A amb tensions inferiors a 250 V. Està destinat a la recàrrega lenta i no té comunicacions integrades. Per tant, permet els modes de recàrrega 1 i 2.
  És especialment utilitzat en els electrodomèstics habituals dels habitatges europeus i en VE's amb necessitat de recàrrega petites com són els vehicles híbrids, les motocicletes i bicicletes elèctriques.

Figura 4.12. Connector Schuko o domèstic (Font: Wikipèdia).

- Connector Tipus 1 o Yazaki.

  Aquest tipus de connector està definit per l'estàndard nord-americà SAE J1772 i és anomenat Tipus 1 per la norma IEC 62196-2. Va ser desenvolupat a Estats Units d'Amèrica (EEUU) per la Societat d'Enginyers de l'Automoció i fabricant el 2009 pel japonès Yazaki (d'aquí el nom del connector).

  Disposa de cinc entrades o pins de connexió (L1, L2/N, PE, CP, CS): dos de corrent (fase i neutre), el de terra i dos pins per la comunicació del vehicle amb la xarxa i la detecció de proximitat/connectivitat del vehicle. Es poden trobar dos models:

  - Recàrrega ràpida: tensió de fins a 250 V i corrent monofàsic de 80 A que subministra una potència màxima de 20 kW, sent els valors habituals 7,4 kW i 32 A.
  - Recàrrega lenta: tensió de fins a 250 V i corrent monofàsic de 16/32 A que subministra una potència màxima de 3,7 kW o 7,3 kW.

  Mesura 43 mm de diàmetre i té un disseny tal que afavoreix la seguretat per impedir l'accés al connector per part de tercers. És el connector més utilitzat en la majoria de les recàrregues pels VE's a EEUU ja que permet el mode de recàrrega 3 i és un estàndard nord-americà.

Figura 4.13. Connector Tipus 1 o Yazaki (Font: Electromovilidad).

- Connector Tipus 2 o Mennekes.

  Anomenat per la IEC 62196-2 Tipus 2 i conegut tècnicament com VDE-AR-E 2623-2-2, aquest tipus de connector (industrial i a priori no específic per vehicles elèctric) està desenvolupat per

l'empresa alemanya Mennekes (d'aquí el nom del connector) en col·laboració de RWE i Daimler.

Té set borns d'entrada o pins de connexió (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP): quatre de corrent monofàsica o trifàsica (tres fases i neutre), una presa de terra i dos pins per la comunicació entre el punt de recàrrega i el VE. En funció del tipus de recàrrega, també es troben dos models:

- Recàrrega ràpida: tensió de fins a 500 V i corrent trifàsic de 63 A que subministra una potència màxima de 43 kW.
- Recàrrega lenta: tensió de fins a 250 V i corrent monofàsic de 16/70 A que subministra una potència màxima de 3,7 kW.

Mesura 55 mm de diàmetre i permet els modes de recàrrega 2 i 3, tot i que és predominant en aquest últim. L'Associació Europea de Constructors (ACEA) ha acordat que sigui l'estàndard europeu, actualment és la presa principalment europea juntament amb el mode 3 tot i el seu elevat cost. Alhora, l'utilitzen els fabricants alemanys de vehicles.

Figura 4.14. Connector Tipus 2 o Mennekes (Font: Endesa).

- Connector Tipus 3 o Scame.

Aquest tipus de connector està definit per l'estàndard IEC 62196-2 Tipus 3 i va néixer el 2010 producte de l'aliança anomenada "EV Plug Alliance", formada entre altres pel fabricant italià Scame (d'aquí el seu nom), l'alemany Schneider Electric i el francès Legrand.

Disposa de diferents models amb 4, 5 o 7 entrades o pins de connexió (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP) en funció de la potència necessitada. El màxim són quatre pins de corrent monofàsica o trifàsica (tres fases i neutre), una presa de terra i dos pins per la comunicació entre el punt de recàrrega i el VE. Alhora, posseeixen elements de protecció que impedeixen l'accés als borns, a més de bloqueig de clavilla i tapa.

Admet un corrent màxim de 32 A a 500 V trifàsics per obtenir una potència màxima de 22 kW en el cas de recàrrega semi-ràpida o 16/32 A a 250 V monofàsics.

Tot i que ser més econòmic que els seus rivals i actualment no està gaire estès, està dedicat sobretot al mercat francès i s'utilitza a la Formula E, així com en petits VE's permeten una càrrega semi-ràpida. Permet el mode de recàrrega 3 i també està reconegut per l'ACEA, que recomana situar-lo juntament amb el Mennekes.

Figura 4.15. Connector Tipus 3 o Scame (Font: Foro Coches Eléctricos).

- Connector Tipus 4 o CHAdeMO.
  Abreviatura de *CHArge de MOve*, aquest model és l'estàndard dels fabricants japonesos i ha estat desenvolupat per una associació de fabricants nipons com TEPCO, Nissan, Mitshubishi, Toyota i Fuji (Subaru). Segons la IEC 62196-3 també se l'anomena Tipus 4.
  Té 10 borns d'entrada o pins de connexió: dos de potència, set de senyal/comunicació (protocol CAN) amb la xarxa i un sense assignació. Admet fins a un corrent de 120/200 A en DC a una tensió de 500 V trifàsics oferint fins a 62,5 kW de potència màxima. Normalment el seu procés de càrrega comença a 110 A fins a aconseguir el 50 % de la capacitat de la bateria, després d'això segueix a 44 A fins al 80 %, i finalitza el procés de recàrrega a 14 A.
  És el que té un major diàmetre de connector i cable i està destinat a càrregues super-ràpides/ultra-ràpides en corrent continu (DC), és a dir, permet el mode de recàrrega 4. Per tant, s'utilitza habitualment en les "electrolineres" que, com s'ha comentat, són estacions de recàrrega similars a les gasolines però destinades a VE's.

Figura 4.16. Connector Tipus 4 o CHAdeMO (Font: Wikipèdia).

- Connector Tipus 5 o CSS (Combined Charging System), combinat o COMBO.
  Aquest model, anomenat *Combined Charging System* i Tipus 5 per la norma IEC 62196-2 i 3, està desenvolupat conjuntament per fabricants alemanys i nord-americans com una solució estàndard i global per la recàrrega en DC.
  Disposa de nous entrades o pins de connexió (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP, DC+ DC-): quatre de corrent monofàsica o trifàsica (tres fases i neutre), una presa de terra, dos pins per la comunicació entre el punt de recàrrega (protocol *HomePlug GreenPHY*) i el VE i uns altres dos pins de potència pel DC. Així, al basar-se en el connector Tipus 2 o Mennekes al que se li han afegit els dos pins pel DC, també se'l coneix com COMBO 2 CCS. Permet fins a 850 V en DC amb un corrent màxim de 200 A, tot i que habitualment no es sobrepassen els 125 A.
  Està destinat a càrregues super-ràpides/ultra-ràpides en corrent continu (DC), és a dir, permet el mode de recàrrega 4, tot i que també admet la càrrega lenta.

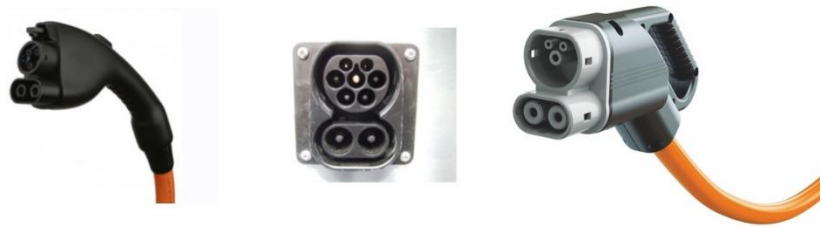


Figura 4.17. Connector Tipus 5 o CSS (Font: Endesa i Electromovilidad).

Seguidament es mostra una taula resum dels models més habituals:

Taula 4.7. Resum de les característiques principals dels tipus de connectors (Font: Circutor)

Tipus connector	1	2	4	5
Nom comercial	Yazaki	Mennekes	CHAdeMO	COMBO 2 CCS
Número de pins	5 (L1, L2/N, PE, CP, CS)	7 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)	9 (2 Potencia, 7 de senyal)	9 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP, DC+ DC-)
Tensió màxima	250 V AC monofàsica	250 V AC monofàsica 500 V AC trifàsica	500 V DC	850 V DC
Corrent màxim	32 A monofàsic (fins 7,3 kW)	70 A monofàsic 63 A trifàsic (fins 43 kW)	120 A DC	125 A DC
Normatives	IEC 62196-2	IEC 62196-2	IEC 62196-1 UL 2551	IEC 62196-2 IEC 62196-3
Característiques especials	Regulació SAE J1772	Un sol tipus per càrrega monofàsica o trifàsica	Càrrega ràpida en DC Conforme JEVS G105	Connector Combinat AC/DC
Imatge				

Apart d'aquests models, també es poden trobar altres connectors menys utilitzats com el CEEform o el SAE J1772 COMBO/COMBO 1. Alhora, en un futur es preveu un altre tipus de recàrrega o alimentació elèctrica: la inducció inductiva electromagnètica. Aquesta tracta d'una recarrega sense fil que transfereix l'electricitat mitjançant ones, des d'una bobina inductora situada a l'asfalt fins a la bobina secundària que exerceix de receptor i que va instal·lada en el vehicle. Com a avantatges resideixen el baix cost de manteniment, un procés totalment automàtic i una instal·lació fàcil i ràpida. Però el seu gran inconvenient tècnic resideix en la seva menor eficiència.

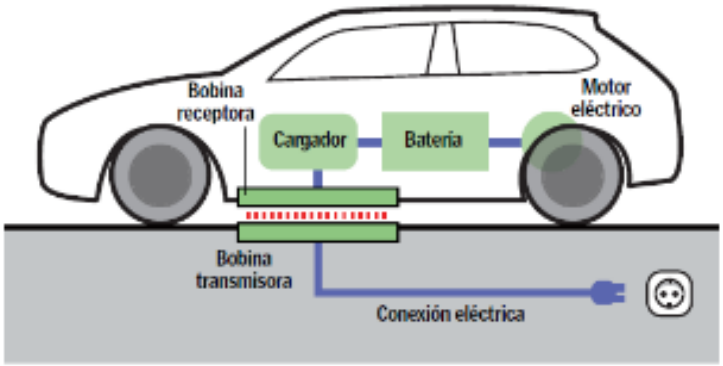


Figura 4.18. Inducció electromagnètica (Font: Contol de la Contaminación Electromagnética, CCEM).

Actualment s'està treballen en dues línies de treball:

- Investigar la inducció electromagnètica.
- Aconseguir un estàndard comú a tots els fabricants.

4.5. Esquemes d'instal·lació i previsió de càrregues

Els esquemes d'instal·lació que proposa la ITC per a l'alimentació de les estacions de recàrrega que s'alimenten de la xarxa pública de distribució d'energia elèctrica, ja siguin instal·lacions noves o la modificació d'existents, són els mostrats a continuació. Comentar que només es mostra la part corresponent a les estacions de recàrrega.

- Esquema 1.
  Es tracta d'un esquema col·lectiu o troncal amb un comptador principal comú per a les estacions de recàrrega del VE a l'origen de la instal·lació. És utilitzat quan es realitza la instal·lació d'un nou subministrament col·lectiu per a VE's.

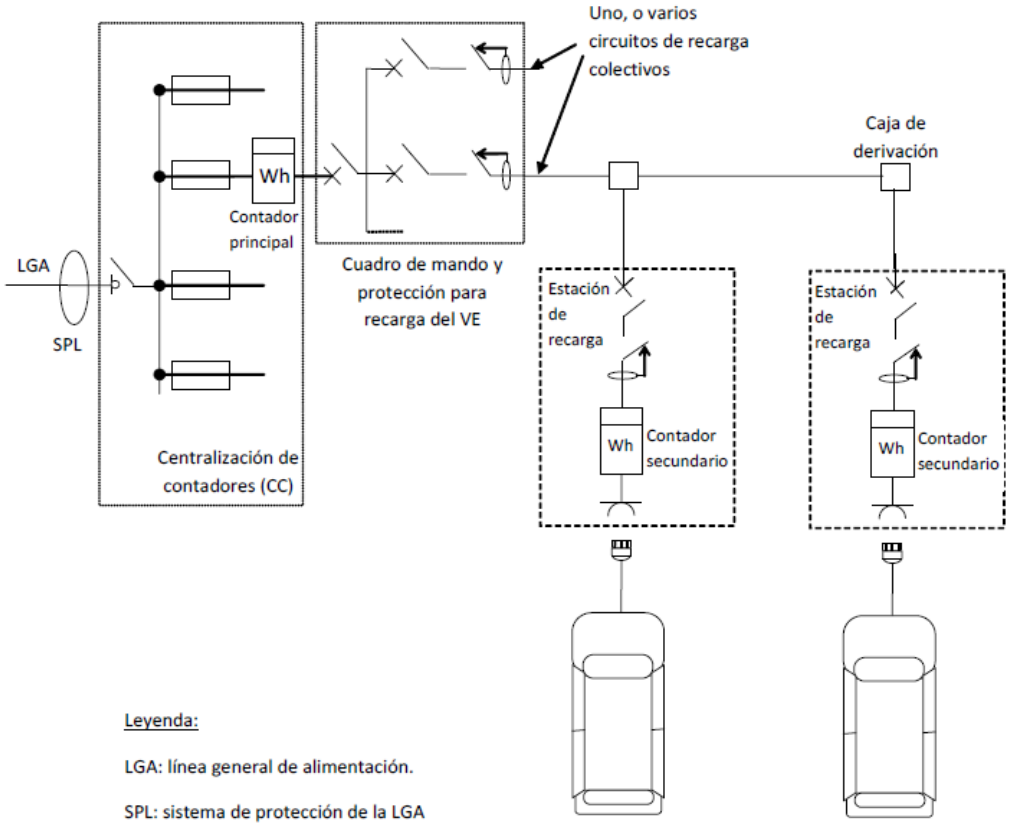


Figura 4.19. Esquema 1a: instal·lació col·lectiva troncal amb comptador principal a l'origen de la instal·lació i comptadors secundaris a les estacions de recàrrega (Font: ITC-BT-52).

Els seus avantatges són que únicament és necessari un espai per la instal·lació del nou comptador en la centralització de comptadors de l'edifici, al ser un comptador independent no té implicacions per ús de subministraments d'ús comunitari o serveis generals i permet la implantació de tarifes específiques adequades per als VE's.

Per contra, els inconvenients que presenta aquesta configuració són la necessitat de gestionar els consums i la repercussió de despeses als diferents usuaris de VE, el sobrecost en la instal·lació inicial que ha de preveure els futurs punts de recàrrega i que si no és possible instal·lar un nou comptador per falta d'espai, s'ha d'habilitar una nova centralització de comptadors.

Per tal de determinar la previsió de càrregues de la instal·lació es poden considerar dues opcions en funció de si s'instal·la o no SPL:

- Instal·lació SPL: en aquest cas cal considerar un factor de simultaneïtat de 0,30 de les càrregues del VE amb la resta de la instal·lació:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + 0{,}30 \times P_{VE} \quad (4.1)$$

- No instal·lació SPL: en aquest cas es considera un factor de simultaneïtat d'1,00 de les càrregues del VE amb la resta de la instal·lació:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + P_{VE} \quad (4.2)$$

- Esquema 2.

  En aquest cas, es tracta d'un esquema individual amb un comptador comú per l'habitatge i l'estació de recàrrega, és a dir, la instal·lació utilitza el subministrament actual de l'habitatge existent al mateix edifici i podrà tenir l'origen a l'habitatge com un circuit addicional (C_{13}, segons les modificacions a la ITC-BT-25 per part de la ITC-BT-52).

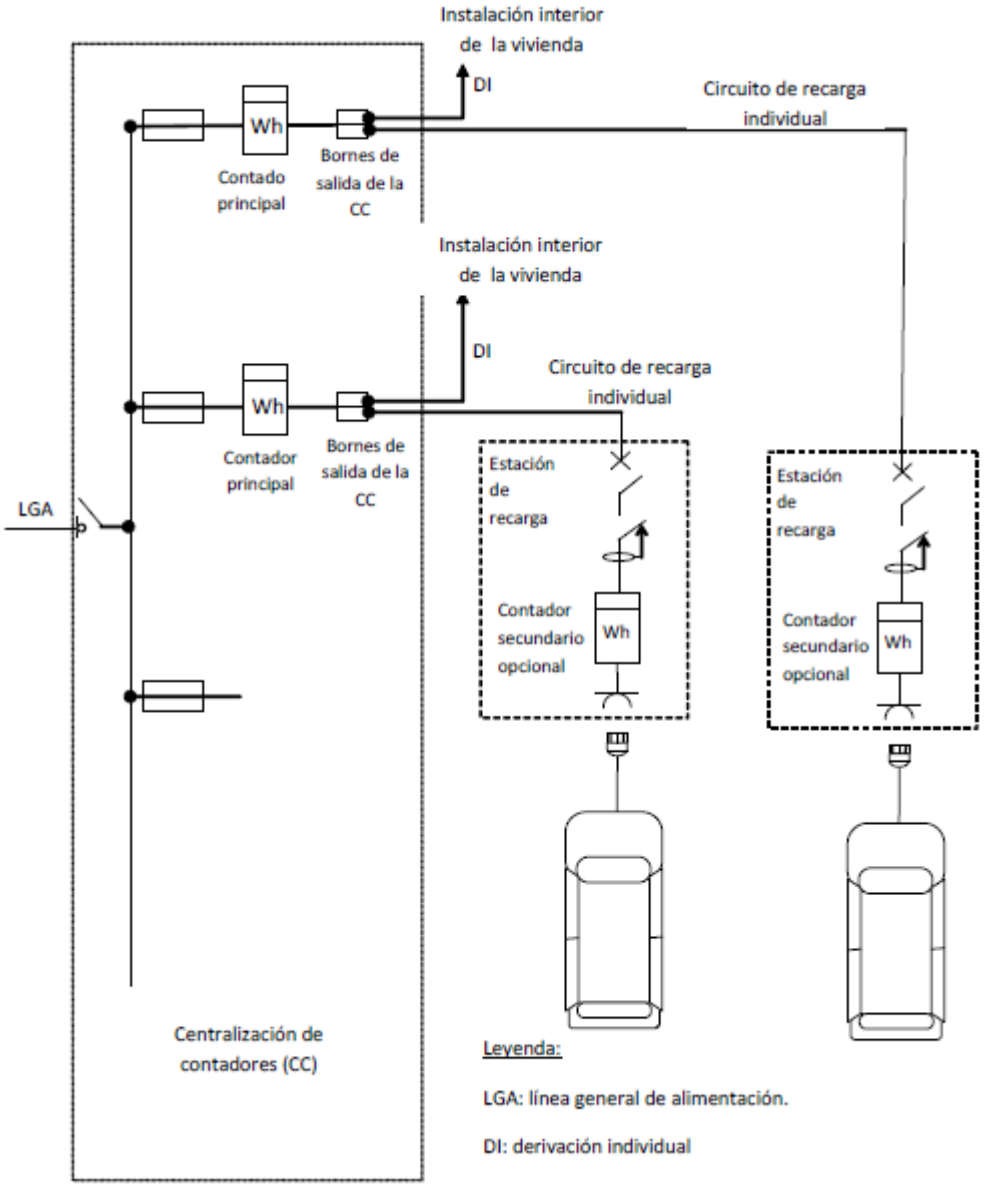


Figura 4.20. Esquema 2: instal·lació individual amb comptador principal comú per l'habitatge i per l'estació de recàrrega (Font: ITC-BT-52).

Per una banda, els avantatges d'aquest esquema són la unificació de la factura elèctrica, és dir, el consumidor rep una única factura pel consum de l'habitatge i el consum del VE, no és necessària l'alta d'un nou subministrament ni espai per a un nou comptador i s'aprofita la potència ja contractada a l'habitatge o local amb una gestió interna de la demanda.

Per altra, els seus inconvenients són l'increment dels costos de la instal·lació a mesura que la distància entre el comptador i el punt de recàrrega augmenta, cal tenir en compte si la potència contractada és la suficient o cal augmentar-la i que aquest esquema no cobreix el cas de l'aparcament ubicat en un edifici diferent del de l'habitatge, és a dir, tan l'habitatge com el punt de recàrrega han d'estar en el mateix edifici.

Per tal de determinar la previsió de càrregues de la instal·lació cal considerar un factor de simultaneïtat d'1,00 en les càrregues del VE amb la resta de la instal·lació:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + P_{VE} \tag{4.3}$$

- Esquema 3.

  Aquesta configuració considera un esquema individual amb un comptador per cada estació de recàrrega. Es tracta d'una instal·lació d'un nou subministrament individual amb un comptador principal a la centralització de comptadors per a cada estació de recàrrega. Alhora, hi ha possibilitat d'instal·lar un comptador secundari (opcional) que permet el seguiment dels consums i la gestió de la càrrega.

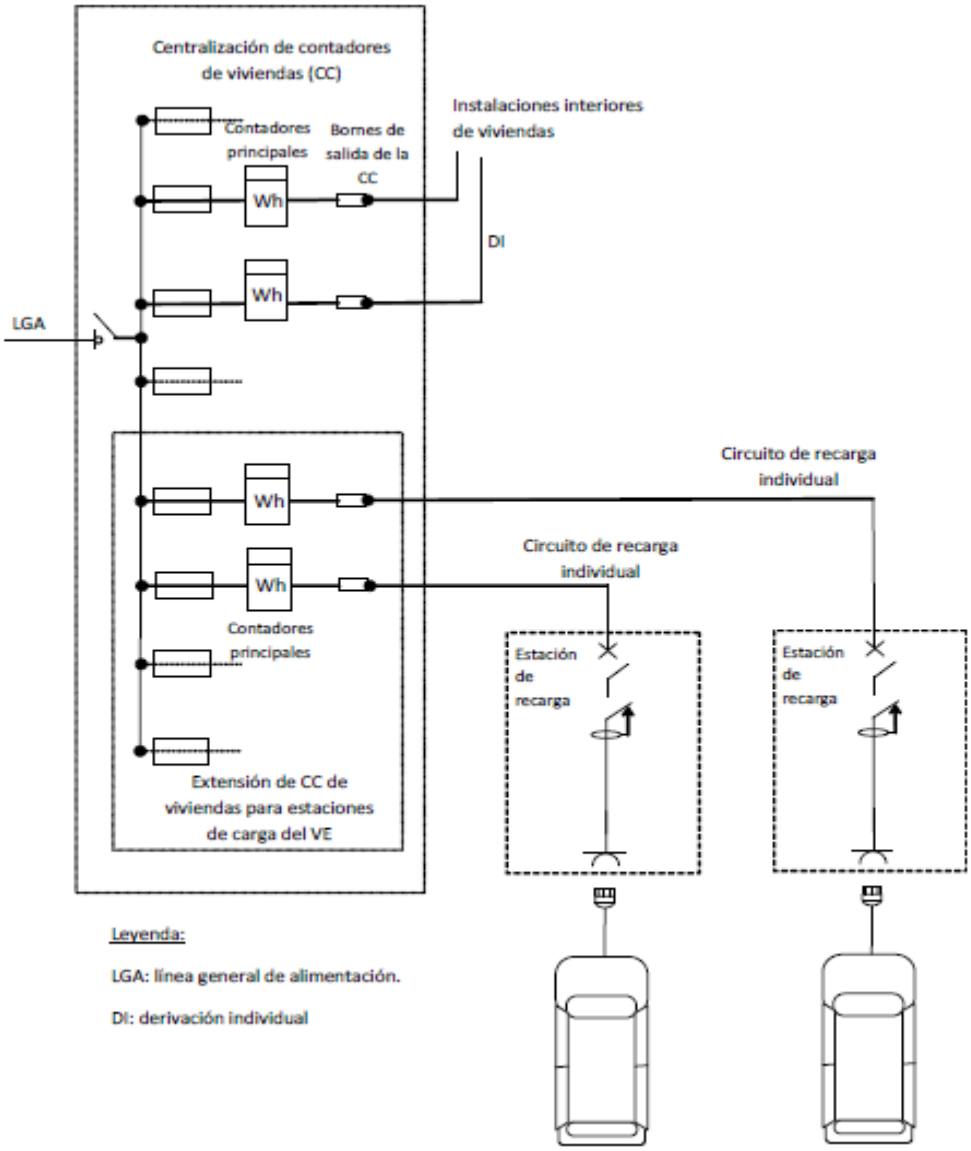


Figura 4.21. Esquema 3a: instal·lació individual amb comptador principal per cada estació de recàrrega (utilitzant la centralització existent o amb una nova) (Font: ITC-BT-52).

Aleshores, aquesta configuració presenta uns avantatges tals com que la instal·lació es realitza de forma individual sense afectar els subministraments d'ús comú o compartits amb la comunitat de veïns o altres consumidors, al ser una instalL3ació individual i independent hi ha una llibertat d'elecció d'oferta i companyia subministradora i que, no com en el cas anterior, és una alternativa interessant en cas de no habitar en el mateix bloc d'habitatges on hi ha la plaça d'aparcament de VE.

Per contra, aquesta instal·lació presenta uns costos superiors als altres sistemes de recàrrega, cal més espai per a la centralització de comptadors degut a que són subministraments individuals i com que hi ha dos contractes diferents, un per l'habitatge i l'altre per VE, es genera

doble facturació elèctrica i, per tant, es produeix un increment en els costos fixos (terme de potència).

Per tal de determinar la previsió de càrregues de la instal·lació cal considerar un factor de simultaneïtat d'1,00 en les càrregues del VE amb la resta de la instal·lació:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + P_{VE} \quad (4.4)$$

- Esquema 4.

Aquesta instal·lació considera un esquema amb circuit o circuits addicionals per la recàrrega del VE. Així, la instal·lació utilitza el subministrament existent a la instal·lació amb un circuit addicional (C_{13}, segons les modificacions a la ITC-BT-25 per part de la ITC-BT-52). Es pot distingir entre una instal·lació d'un punt de recàrrega en un habitatge unifamiliar i en habitatges unifamiliars amb aparcaments comunitaris en el que el comptador secundari (opcional a cada estació de recàrrega) permet la facturació individualitzada de les despeses.

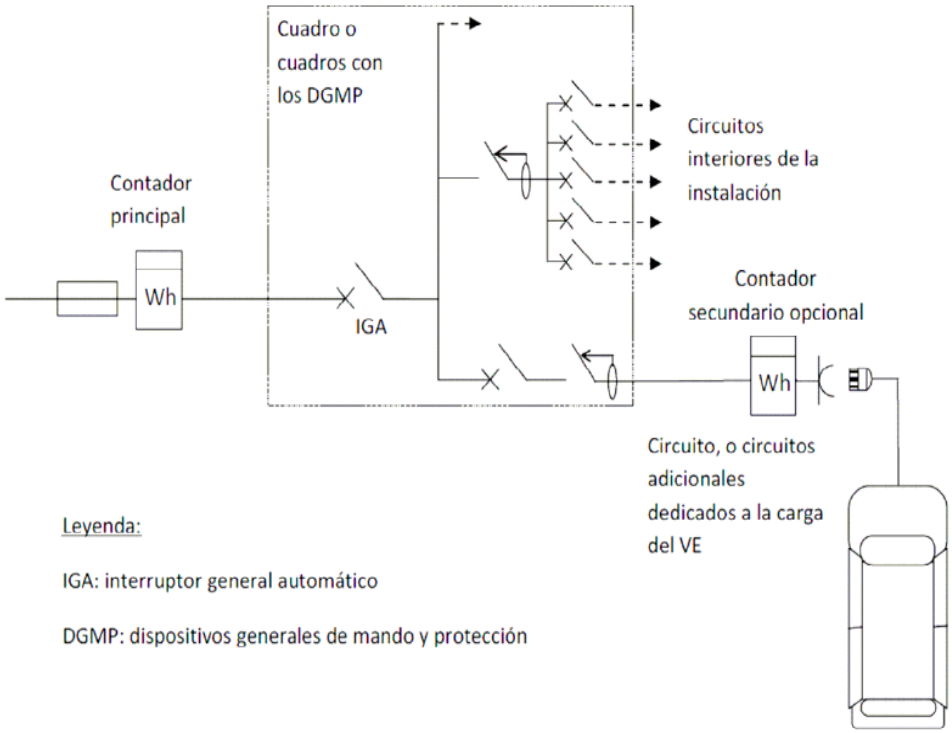


Figura 4.22. Esquema 4a: instal·lació amb un circuit addicional individual per la recàrrega del VE en habitatges unifamiliars (Font: ITC-BT-52).

Com a únic avantatge sobresurt els seus baixos costos d'instal·lació ja que no necessita alta d'un nou subministrament ni espai per a un nou comptador.

Però d'alta banda, presenta nombrosos inconvenients tals com que s'ha utilitzar el subministrament existent a la comunitat de l'aparcament i la comunitat podria denegar-hi l'accés, que és necessari gestionar els consums i la repercussió de despeses als diferents

usuaris de VE, que no permet la implantació de tarifes específiques adequades per als VE's i que s'ha de fer una revisió de la instal·lació elèctrica existent i de la potència disponible per als VE's per tal d'assegurar la idoneïtat i seguretat d'aquesta alternativa.

Per tal de determinar la previsió de càrregues de la instal·lació cal considerar un factor de simultaneïtat d'1,00 en les càrregues del VE amb la resta de la instal·lació:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + P_{VE} \tag{4.5}$$

Finalment, els esquemes 1, 2 i 3 s'han tingut en compte per realitzar l'anàlisi; en canvi, l'esquema 4 no s'ha considerat en l'estudi dut a terme en aquest projecte (Capítol 6) degut als seus inconvenients i la no possibilitat de gestionar la càrrega correctament.

4.6. Passos a seguir per a la instal·lació d'un punt de recàrrega

En primer lloc, cal realitzar un estudi de si és necessària o no l'adquisició del VE tenint en compte les necessitat de mobilitat de l'usuari: valoració econòmica i els quilòmetres anuals tenint en compte la vida útil (8-12 anys) i els costos associats, el cost del punt de recàrrega vinculat, etc.

Seguidament i entrant en detall, aquests són els passos a seguir per tal d'instal·lar un punt de recàrrega:

1. Escollir la localització del punt de recàrrega.
   Va en funció de si la presa de recàrrega s'ubica e un recinte tancat (interior) o es situa a la intempèrie (exterior).
2. Tipus de connectors.
   Escollir d'entre els connectors més habituals presentats: connector Schuko, connector Tipus 1 o Yazaki, connector Tipus 2 o Mennekes, connector Tipus 3 o Scame, connector Tipus 4 CHAdeMO o connector Tipus 5 CSS COMBO.
3. Modes de recàrrega.
   Segons la norma IEC-61851-1 s'ha d'escollir d'entre els quatre modes de recàrrega exposats: mode 1, 2, 3 o 4, els dos primers són punts de recàrrega vinculats més senzills i econòmics, el mode 3 és més segur, robust i dedicat pel VE (*wallbox*) i el mode 4 normalment queda fora de l'abast.
4. Potència de recàrrega.
   És funció de la velocitat de recàrrega. Així, està la càrrega lenta (3,6 kW i 10 h), la càrrega semi-ràpida (7,2 kW i 6 h), la càrrega ràpida (22 kW i 1h 30 minuts) i la càrrega super-ràpida (50 kW o superior i 20-30 minuts).
5. Comptador de consum de la companyia.
   Dit d'una altra forma, es collir d'entre els esquemes d'instal·lació que proposa la ITC-BT-52: esquemes 1, 2, 3 o 4.

6. Proteccions i complements.
   Les proteccions diferencial i magnetotèrmica necessàries pel punt de recàrrega, així com els mesuradors d'energia individuals per conèixer el consum del VE.
7. Realització instal·lació.

Normalment es recomana, després de la compra del VE, la instal·lació de l'esquema 2 ja que no seria necessària ni l'adquisició d'un nou comptador ni un augment de la potència contractada i es podria gestionar la càrrega de l'habitatge. Per exemple, mantenint la potència contractada de 5,75 kW i adoptant una tarifa DHS i una recàrrega lenta de 2,3-3,6 kW (230V i 10/16 A). Respecte a la infraestructura de recàrrega, s'acostuma a utilitzar el mode de càrrega 3 (*wallbox*) amb els connectors Tipus 1 o 2 (Yazaki o Mennekes).

4.7. Influències i avantatges

El VE presenta una sèrie d'avantatges tan pel TSO com per la factura elèctrica del consumidor, és a dir, abasta una gran zona d'influència.

En primer lloc cal destacar que el context energètic en que es troba actualment la UE afavoreix la introducció del VE en el sistema: l'Estratègia Europea del 20/20/20 que, com s'ha esmentat, desenvolupa les fonts d'energia renovable i millora l'eficiència, fet que implica una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, així com una millora de l'eficiència global del sistema amb la integració de les energies renovables en el sistema elèctric. Per tant, el VE forma part del futur en el camí cap a un nou model energètic, ja sigui en la gestió de la demanda, en l'emmagatzemament de l'energia o amb l'ús de les energies renovables.

A nivell energètic, s'ha esmentat la millora en l'eficiència del sistema elèctric i, per tant, una ajuda pel TSO. Però, a què es deu? La introducció del VE en el sistema i duent a terme una recàrrega intel·ligent, permetrà aplanar la corba de demanda del sistema en el seu conjunt ja que el VE es carrega en les hores vall (desplaçament cap a les hores de menys consum), optimitzarà les infraestructures de generació i xarxes elèctriques excedentàries, la qual cosa permetrà una major integració d'energies renovables. Però aquesta recàrrega intel·ligent ha d'anar lligada al desenvolupament d'un sistema de gestió de recàrrega intel·ligent ja que s'adapti a les necessitats dels consumidors i fomenti la càrrega fora de les hores de màxima demanda.

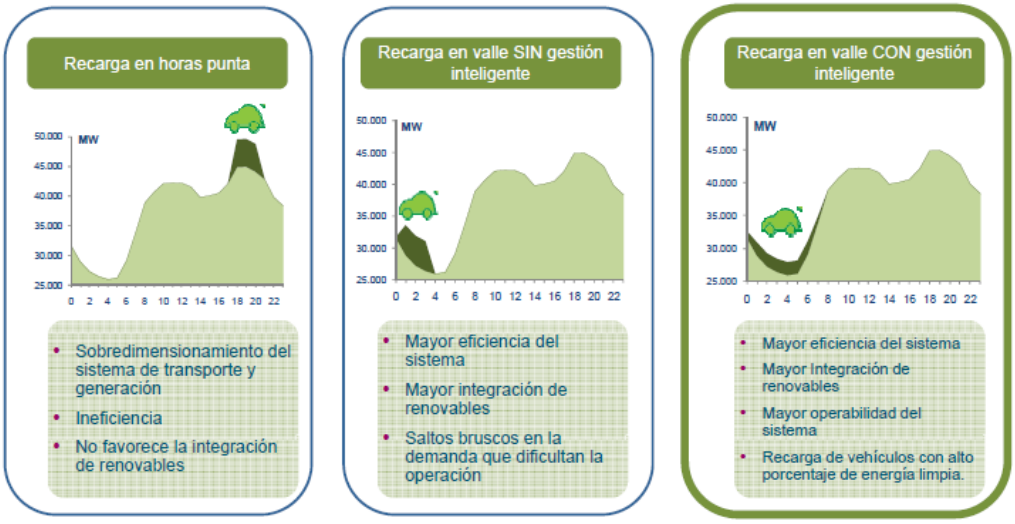


Figura 4.23. Diferents moments de recàrrega del VE i les seves afectacions (Font: REE).

Com es pot observar, adquirint una recàrrega en períodes vall i amb una gestió intel·ligent de la càrrega s'obté una major eficiència del sistema, major integració de renovables, major operativitat del sistema i una recàrrega del VE amb un percentatge elevat d'energia neta, així com un aplanament de la corba de demanda.

Per altra banda, a nivell espanyol, es pot observar com el transport té un pes específic elevat en el consum d'energia final (sobre un 41 % segons dades oficials del govern espanyol). I quasi el 99 % de l'energia prové de derivats del petroli, així que la introducció del VE en el dia a dia de l'estat suposaria una reducció de les emissions de CO_2 i una reducció de la dependència energètica exterior dels derivats del petroli. A nivell ambiental, i lligat amb el tema del transport, l'aire seria més net i pur degut a la reducció de les emissions locals (PM_{10}, NOx, CO, CO_2) i es produiria una disminució de la contaminació acústica.

Finalment, a nivell econòmic i d'interès per la majoria de les famílies, el VE garanteix un impost de matriculació gratuït i descomptes en l'impost de vehicles de tracció mecànica (IVTM) de fins al 75 % (en funció del municipi), la gratuïtat dels peatges en les autopistes de la Generalitat de Catalunya (ecoviaT), un accés a les tarifes reduïdes en aparcaments públics municipals, una menor despesa de manteniment i un menor cost de l'energia (entre 1 i 2 € per cada 100 km en funció de la tarifa contractada). Alhora, l'amortització del cost del vehicle al voltant es preveu al voltant dels 80.000 km. Alhora, la introducció del VE en la vida quotidiana no només permet una gestió del consum, sinó que juntament amb aquesta gestió, permet reduir el cost associat a la tarifa elèctrica adaptant-la a les noves necessitats, és a dir, acollint-se a la tarifa DHS.

I en el futur, el VE oferirà serveis d'emmagatzematge distribuït d'energia, permetent abocar-ne de nou a la xarxa en els moments de màxima demanda l'energia que s'ha emmagatzemat durant la nit. Això s'anomena *Vehicle to Grid* (V2G), en el que el vehicle actua com a bateria i podran oferir serveis a

l'operació del sistema. A més a més d'un retorn de l'energia en els moments punta diaris, cal esmentar una col·laboració en la reposició dels servei en situacions d'emergència, participació en els serveis complementaris de l'operació del sistema i l'aportació al sistema elèctric de la flexibilitat que requereix el nou model energètic.

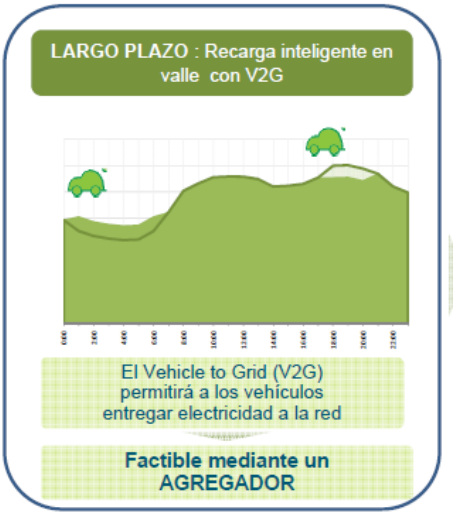


Figura 4.24. Funcionament del V2G (Font: REE).

5. Avaluació inicial de la demanda

Aquest capítol desenvolupa un estudi amb el fi de determinar l'avaluació de la demanda elèctrica de la instal·lació en les seves condicions inicials, és a dir, sense tenir en compte el VE. Alhora, s'introdueix, a petita escala, la gestió de la demanda amb la possibilitat per part dels consumidors, concretament les famílies, d'acollir-se a la tarifa DHA, la coneguda anteriorment com Tarifa nocturna.

Primerament, es duu a terme la previsió de càrregues de l'edifici segons la ITC-BT-10 del REBT considerant que, com s'ha comentat en el Capítol 2, es tracta d'un edifici destinat principalment a habitatges. Aquest resultat serà un valor de referència per tal de dimensionar la instal·lació elèctrica i fer una comparació amb el valor obtingut en el pròxim capítol respecte a la secció de la Línia General d'Alimentació (LGA), la potència total de la instal·lació i els costos associats que comporten.

Seguidament es defineixen els consums energètics dels diferents tipus de famílies, així com els serveis i altres usos associats a l'edifici. Amb aquestes dades de partida es procedeix a determinar les corbes de demanda elèctrica de les famílies mencionades en funció del tipus de tarifa escollida: amb o sense DH. A més a més, aquestes corbes determinades es poden comparar amb les corbes de referència que proporciona REE.

Finalment, s'extreuen un conjunt de conclusions a nivell econòmic sobre la tarifa que millor s'adapta a cada consumidor, és a dir, tenint en compte el cost de la factura elèctrica (i de gas en alguns casos, quan sigui procedent).

5.1. Previsió de càrregues sense vehicle elèctric

Per tal de conèixer la previsió de càrregues de l'edifici cal determinar la potència de cada consumidor. Aquesta es basa en la ITC-BT-10 del REBT, referida a la «Previsió de càrregues per a subministraments en baixa tensió», en la que s'exposen els valors i condicions per tal d'establir una primera impressió de la instal·lació elèctrica a dissenyar. En el cas d'aquest projecte, és útil per tal d'obtenir una visió general i poder-la comparar amb la del capítol següent.

Aleshores, la previsió de càrregues sense tenir en compte la presència del vehicle elèctric, és a dir, en les condicions inicials, es calcula mitjançant la següent expressió:

$$P_{TOTAL} = P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK} \tag{5.1}$$

Desglossant els termes anteriors:

- Càrrega corresponent als habitatges.
  L'edifici consta de 2 habitatges a la planta baixa i 4 habitatges per planta des del primer pis al cinquè. Per tant, hi ha un total de 22 habitatges, dels quals els 2 de la planta baixa tenen un Grau d'electrificació bàsica (GEB) i els 20 restants un Grau d'electrificació elevada (GEE).
  - L'electrificació bàsica permet la utilització dels aparells elèctrics d´ús comú en un habitatge.
    Així, s'ha considerat una potència de 5.750 W a 230 V i amb un calibre de l'Interruptor General Automàtic (IGA) de 25 A.
  - L'electrificació elevada és la que correspon a habitatges amb una previsió d'utilització aparells electrodomèstics superior a l'electrificació bàsica o amb la previsió d'utilització de sistemes de calefacció elèctrica, aire condicionat o amb una superfície superior als 160 m^2.
    Així, s'ha considerat una potència de 9.200 W a 230 V i amb un calibre d'IGA de 40 A.

  Aleshores, el càlcul de la càrrega corresponent als habitatges es realitza a través de la següent expressió:

$$P_{HAB} = P_{mitjana} \times C_S = \frac{P_{GEB} \times N_{GEB} + P_{GEE} \times N_{GEE}}{N_{GEB} + N_{GEE}} \times C_S \qquad (5.2)$$

$$C_S\ (22\ habitatges) = 15{,}3 + (n - 21) \times 0{,}5 = 15{,}3 + (22 - 21) \times 0{,}5 = 15{,}8$$

$$P_{HAB} = \frac{5.750\ W \times 2 + 9.200\ W \times 20}{2 + 20} \times 15{,}8 = 140.404{,}55\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent als habitatges és de 140.404,55 W.

- Càrrega corresponent als serveis generals.
  La càrrega corresponent als serveis generals de l'edifici és la suma de la potència prevista en els diferents serveis d'ús comú de l'edifici:
  - Ascensor.
    Dues unitats del tipus ITA-2 amb les següents característiques tècniques: 400 kg de càrrega, un nombre màxim de 5 persones, una velocitat d'1,00 m/s i amb una potència unitària de 7.500 W, el que fa un total de 15.000 W.

$$P_{ascensor} = 2\ unitats \times 7.500\ {}^{W}/_{unitat} = 15.000\ W$$

    A més a més, segons la ITC-BT-47 relativa a «Motors», s'ha de multiplicar aquest valor per un factor d'1,30 pel càlcul de la màxima intensitat del corrent d'arrencada:

$$P'_{ascensor} = 1{,}30 \times P_{ascensor} = 1{,}3 \times 15.000\ W = 19.500\ W$$

- Enllumenat del portal i espais comuns.
  Aquest valor és funció del tipus d'enllumenat i de la superfície. Així, amb un enllumenat fluorescent de 8 W per metre quadrat i una superfície totals de 330 m^2:

$$P_{espais\ comuns} = 330\ m^2 \times 8\ {}^{W}/_{m^2} = 2.640\ W$$

  Com en el cas de l'ascensor i segons la ITC-BT-44 relativa a «Receptors per enllumenat», s'ha de multiplicar aquest valor per un coeficient d'1,80 pel cas de làmpades de descàrrega:

$$P'_{espais\ comuns} = 1{,}80 \times P_{espais\ comuns} = 1{,}8 \times 2.640\ W = 4.752\ W$$

- Enllumenat de la caixa de l'escala.
  Seguint el punt anterior, aquest valor també és funció del tipus d'enllumenat i de la superfície. Així, amb un enllumenat fluorescent de 4 W per metre quadrat i una superfície totals de 70 m^2:

$$P_{caixa\ escala} = 70\ m^2 \times 4\ {}^{W}/_{m^2} = 280\ W$$

  Com en el cas de l'ascensor i segons la ITC-BT-44 relativa a «Receptors per enllumenat», s'ha de multiplicar aquest valor per un coeficient d'1,8 pel cas de làmpades de descàrrega:

$$P'_{caixa\ escala} = 1{,}8 \times P_{caixa\ escala} = 1{,}8 \times 280\ W = 504\ W$$

Així, la càrrega corresponent als serveis generals és la suma de tots els valors anteriors:

$$P_{SG} = \sum P = P'_{ascensor} + P'_{espais\ comuns} + P'_{caixa\ escala}$$
$$= 19.500\ W + 4.752\ W + 504\ W = 24.756\ W$$

Per tant, la càrrega corresponent a als serveis generals de l'edifici és de 24.756 W.

- Càrrega corresponent al local comercial.
  La càrrega corresponent al local comercial és funció de la superfície d'aquest. Així, el local té una superfície de 200 m^2 i, segons la ITC, són 100 W per metre quadrat:

$$P_{LC} = 200\ m^2 \times 100\ {}^{W}/_{m^2} = 20.000\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent al local comercial és de 20.000 W.

- Càrrega corresponent a l'aparcament.
  La càrrega corresponent a l'aparcament és funció de la superfície construïda i del tipus de ventilació que presenta: natural o forçada. Així, l'aparcament té una superfície de 800 m^2 i amb ventilació forçada, és a dir, corresponen 20 W per metre quadrat:

$$P_{PK} = 800\ m^2 \times 20\ {}^{W}/_{m^2} = 16.000\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent a l'aparcament és de 16.000 W.

Finalment, la previsió de càrregues de l'edifici és la següent:

$$P_{TOTAL} = P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK} \tag{5.3}$$

$$P_{TOTAL} = 140.404{,}55\ W + 24.756\ W + 20.000\ W + 16.000\ W = 201.160{,}55\ W = 201{,}16\ kW$$

Per tant, la previsió de càrregues de l'edifici és de 201.160,55 W (201,16 kW).

A continuació es mostra l'anterior informació de forma resumida:

Taula 5.1. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials (Font: Elaboració pròpia).

Càrrega	Potència (kW)
Habitatges	140,40
Serveis Generals	24,76
Locals Comercials	20,00
Aparcament	16,00
Potència total	**201,16**

Juntament amb la previsió de càrregues de l'edifici sense el VE, també és interessant i convenient fer una breu descripció de l'Escomesa i la Caixa General de Protecció (CGP) per tal de comparar-la amb la del pròxim capítol i veure els seus costos associats. Aleshores, segons la ITC-BT-11 del REBT referida a les «Escomeses», la ITC-BT-13 del REBT referida a les «Caixes generals de protecció», la ITC-BT-14 REBT referida a la «Línia General d'Alimentació (LGA)», la ITC-BT-16 referida als «Comptadors» i les NTP-IEBT de l'empresa subministradora d'energia elèctrica Endesa:

- Escomesa.

  És la part de la instal·lació de la xarxa de distribució que alimenta la CGP.

  Endesa determina el punt de connexió a la xarxa de distribució. L'emplaçament de la CGP es fixa de comú acord entre el promotor i la pròpia Endesa, té lliure i permanent accés i està situada en el límit de la propietat. La longitud de l'escomesa és el més curta possible.

  En aquest cas es tracta d'una escomesa subterrània. Per assegurar la qualitat del servei, l'escomesa s'efectua mitjançant el sistema d'entrada i sortida a través d'una Caixa de Seccionament (CS).

  La instal·lació es realitza d'acord amb l'indicat en la NTP Línies Subterrànies de BT. En els creuaments i paral·lelismes dels conductors de les escomeses amb altres canalitzacions d'aigua, gas, línies de telecomunicació i amb altres conductors d'energia elèctrica, les separacions mínimes són les indicades les NTP.

  El punt d'unió de l'escomesa amb la xarxa de distribució no està a menys de 0,60 m de profunditat, presa aquesta mesura des de la part superior dels cables en els quals es realitza la connexió.

L'itinerari, el tipus de rasa a utilitzar, l'obertura de la rasa, l'estesa dels cables, el farcit i tancament de la rasa s'efectua sota la supervisió del personal d'Endesa o entitat autoritzada per aquesta.

- Caixa General de Protecció (CGP).

  La Caixa General de Protecció (CGP) és la caixa que allotja els elements de protecció de la LGA. Assenyalen el principi de la propietat de les instal·lacions dels usuaris.

  La CGP s'instal·la sobre la façana exterior de l'edifici, en un lloc de lliure i permanent accés (fixada de comú acord entre la Propietat i Endesa), i el més propera possible a la xarxa de distribució pública.

  Al ser una escomesa subterrània, la CGP s'instal·la en un nínxol en paret, que es tanca amb una porta metàl·lica, amb grau de protecció IK-10, revestida exteriorment i protegida contra la corrosió, i amb un pany distribuït per Endesa. Finalment, la part inferior de la CGP es troba a 0,90 m del sòl.

  Està constituïda per una envolupant aïllant de classe tèrmica A, grau de protecció IP-43 i IK-08, que conté els dispositius de connexió i les bases per curtcircuits fusibles.

  Per triar la CGP de l'edifici es procedeix a calcular la intensitat prevista del propi edifici tenint en compte un factor de potència de 0,90, segons el REBT.

$$P_p = \sqrt{3} \times V \times I_p \times \cos(\varphi) \tag{5.4}$$

$$P_p = P_{TOTAL} = 201.160{,}55\ W \quad ; \quad \cos(\varphi) = 0{,}90$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times V \times \cos(\varphi)} = \frac{201.160{,}55\ W}{\sqrt{3} \times 400\ V \times 0{,}90} = 322{,}61\ A$$

  Aleshores, a partir d'aquest valor es tria la CGP segons les NTP-IEBT de l'empresa subministradora d'energia elèctrica Endesa, amb les següents característiques:

  - Esquema 9: xarxa subterrània.
  - Bases de fusibles: 3 bases de fusible del Tipus BUC (Base Unipolar Tancada), NH0 i tamany 2.
  - Fusibles: intensitat màxima del fusible (la immediatament superior a la intensitat prevista) 400 A.

  Per tant, es tria una CGP-9-400.

- Línia General d'Alimentació (LGA).

  La Línia General d'Alimentació (LGA) és aquella que enllaça la CGP amb la Centralització de Comptadors (CC).

  La LGA està constituïda per conductors aïllats a l'interior de tubs encastats, és a dir, el mètode d'instal·lació B1 segons la ITC-BT-19. El traçat és el més curt i rectilini possible i discorre per zones d'ús comú.

Les característiques dels cables escollits de la LGA són els següents, segons la ITC-BT-14 i les NTP-IEBT:

- Els conductors (3 fases i neutre) són unipolars i aïllats amb una tensió assignada de 0,6/1 kV.
- Els cables són no propagadors de l'incendi ni de flama i amb emissió de fums i opacitat reduïda.
- El material del conductor és de coure (Cu) i la secció mínima de 16 mm^2.
- Al ser una LGA destinada a comptadors totalment centralitzats, la caiguda de tensió màxima és de 0,5 %.
- És una instal·lació encastada amb un tipus de cable normalitzat RZ1-K (AS), conductor de coure classe 5, aïllament de polietilè reticulat i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina. És a dir, tipus de cable XLPE, trifàsic, que treballa a 90 °C i amb una resistivitat de $\rho_{Cu}(90\ ℃) = {}^{1}/_{44}\ \Omega \times mm^2/_m$.
- Té una longitud de 15 m.

Per tant, el càlcul per dimensionar la LGA és el següent, amb les dades de la CGP:

$$I_p = 322{,}61\ A = I_B$$

El dimensionament de la LGA ha de complir els següents dos requisits:

- Criteri de la caiguda de tensió màxima admissible ($\varepsilon_{máx} = 0{,}50\ \%$).
- Criteri de la intensitat màxima admissible (I_z).

La secció mínima, per complir amb el primer requisit, de la LGA és:

$$S_{mín} = \frac{100 \times \rho \times L}{\varepsilon_{máx} \times V^2} \times P \tag{5.5}$$

$$S_{mín} = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{0{,}50\ \% \times (400\ V)^2} \times 201.160{,}55\ W = 85{,}72\ mm^2$$

A continuació, amb el segon requisit, s'extreu de la ITC-BT-19 (conductor XLPE3 i B1), que:

$$I_z = 224\ A \quad ; \quad S = 95\ mm^2$$

Es comprova si compleix amb la caiguda de tensió màxima admissible:

$$\varepsilon = \frac{100 \times \rho \times L}{S \times V^2} \times P \tag{5.6}$$

$$\varepsilon = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{95\ mm^2 \times (400\ V)^2} \times 201.160{,}55\ W = 0{,}45\ \% < 0{,}50\ \%$$

Per tant, al complir amb els dos requisits, la secció serà:

$$I_z = 224\ A \quad ; \quad S = 95\ mm^2$$

A continuació, amb la ITC-BT-14, es determina la secció del conductor del neutre i el diàmetre exterior dels tubs:

$$S_F = 95\ mm^2 \quad \rightarrow \quad S_N = 50\ mm^2 \quad ; \quad \emptyset = 140\ mm$$

Per tant, la LGA es dimensiona amb una secció dels conductors de les fases de 95 mm^2, del conductor del neutre de 50 mm^2, un diàmetre exterior dels tubs de 140 mm, una intensitat màxima de 224 A i una caiguda de tensió de 0,45 %.

- Centralització de Comptadors (CC).

  Segons la ITC-BT-16 del REBT referida als «Comptadors»: ubicació i sistemes d'instal·lació», i les NTP-IEBT d'Endesa, l'edifici dimensionament és un edifici destinat a habitatges i locals comercials. Es necessiten 25 comptadors repartits en:

  - 22 comptadors pels 22 habitatges.
  - 1 comptador pels serveis generals.
  - 1 comptador pel local comercial.
  - 1 comptador per l'aparcament.

  Al tenir 25 comptadors es fa una centralització concentrada de comptadors i al ser major que 16 cal un local que compleixi amb els graus de protecció IK-40 i IK-09 i amb el que marca la instrucció i les normes respecte a la seva ubicació, dimensions, proteccions, etc.

  L'Interruptor General de Maniobra (IGM) és l'element destinat a deixar fora de servei la CC i, per a l'edifici s'ha escollit un IGM de 250 A ja que la previsió de càrrega és superior de 150 kW.

$$I_{IGM} = 250\ A$$

Els fusibles de cada Derivació Individual (DI) són:

- Subministrament GEB: 63 A/Subministrament GEE: 100 A.
- Subministrament monofàsic/trifàsic: depèn de la potència.

Resumidament, la instal·lació d'enllaç queda tal com es mostra a continuació:

Taula 5.2. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials (Font: Elaboració pròpia).

Element	Intensitat càlcul (A)	Intensitat fusible/màxima (A)	Secció (mm^2)	Característiques
CGP	322,61	400	-	CGP-9-400
LGA	322,61	224	95	Longitud de 15 m, secció fases 95 mm^2, secció neutre de 50 mm^2 i diàmetre tubs 140 mm
CC	-	-	-	25 comptadors ubicats en un local
IGM	-	250	-	P > 150 kW
Fusibles DI	-	63/100	-	GEB/GEE

5.2. Definició consums energètics

La definició dels consums energètics no és una tasca gens fàcil i, a més a més, és la més rellevant per tal de realitzar un bon estudi. Consisteix en realitzar una descripció de cada consum familiar o comunitari, exposar horaris, potències, etc. També és de gran importància per tal de determinar les corbes de demanda del pròxim apartat.

Aquest ha consistit, en primer lloc, amb una recerca profunda de diferents tipologies de famílies amb els seus hàbits, usos i necessitats amb l'objectiu d'ajustar-les al màxim casos reals ja que són dades d'elaboració pròpia. Posteriorment, també s'han definit els consum dels serveis i usos associats a l'edifici: serveis generals, locals comercials i aparcament.

Començant per aquests últims, els serveis i usos associats a l'edifici es poden definir tal com:

- Serveis generals.
  S'ha considerat que l'ascensor està en funcionament durant 1 h al llarg del dia i que l'enllumenat de les zones comuns i altres espais està en funcionament unes 8 h diàries.
- Local comercial.
  S'ha considerat que el local comercial es troba en horari laboral des de les 8 del matí a les 8 de la nit, és a dir, un total de 12 h diàries consumint energia.
- Aparcament.
  S'ha considerat que, al llarg del dia, els serveis de l'aparcament com la ventilació i la il·luminació funcionen durant 10 h.

Per tal d'obtenir la potència i el consum anual, el procediment de càlcul és el descrit a continuació:

- Potència:
  - Determinar la potència de cada consum.
  - Aplicar ells factors de simultaneïtat i utilització (si s'escau).
  - Obtenció de la potència total del consum resultat del producte de la potència pels factors.

$$P_T\ (kW) = P\ (kW) \times F_s \times F_u \times F_s \tag{5.7}$$

- Energia/Consum:
  - Definir les unitats necessàries i la potència unitària.
  - Definir l'interval de funcionament, és a dir, el número d'hores que estan en funcionament els serveis o usos.
  - Obtenció del consum mensual resultat del producte del número d'hores (h) per la potència total (kW) i anual multiplicant pels dies d'un any (365 dies).

$$Consum\ elèctric\ (kWh) = P_T\ (kW) \times H\ (h) \times 365\ dies \tag{5.8}$$

Seguidament es mostren els resultats obtinguts d'aquests serveis. D'entre tota la informació, els resultats ressaltats en negre són els que resulten útils per determinar les tarifes.

Taula 5.3. Potència i consum energètic dels serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Serveis generals				
Tipus	**Potència**			
	Potència prevista (W)	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Ascensor (ITE-ITA)	19500	1,00	0,75	14625,00
Enllumenat edifici	5256	1,00	1,00	5256,00
				19881,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**19,8810**

Serveis generals							
Tipus	**Energia/Consum**						
	Unitats	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Ascensor (ITE-ITA)	2	7312,50	14625,00	1	1	409,50	
Enllumenat edifici	-	5256,00	5256,00	8	8	1177,344	
					Consum mensual total (kWh)	**1586,84**	
					Consum energia anual (kWh)	**19042,13**	**19043**

Taula 5.4. Potència i consum energètic del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Local comercial				
Tipus	**Potència**			
	Potència prevista (W)	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Local comercial	20000	1,00	1,00	20000,00
				20000,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**20,0000**

Local comercial							
Tipus	**Energia/Consum**						
	Unitats	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Local comercial	1	20000	20000	12	0	4800,00	
					Consum mensual total (kWh)	**4800,00**	
					Consum energia anual (kWh)	**57600,00**	**57600**

Taula 5.5. Potència i consum energètic de l'aparcament (Font: Elaboració pròpia).

Aparcament				
Tipus	**Potència**			
	Potència prevista (W)	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Aparcament	16000	1,00	0,75	12000,00
				12000,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**12,0000**

Aparcament							
Tipus	**Energia/Consum**						
	Unitats	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Aparcament	-	12000	12000	10	8	3168,00	
					Consum mensual total (kWh)	**3168,00**	
					Consum energia anual (kWh)	**38016,00**	**38016**

Respecte a les famílies, en primer lloc es mostra una descripció detallada de cadascuna de les quatre tipologies considerades:

- Família Tipus 1.
  Aquest primer tipus de família considerat està format per 2 membres d'edat avançada i jubilada (65 anys), sense fills, que viuen a la planta baixa de l'edifici (Baixos1ª i Baixos2ª) i disposen d'un VC tot i que fer-ne ús reduït d'aquest en benefici del transport públic. Tenen un horari flexible de les set del matí a dos quarts d'onze de la nit, passant la major part del dia a l'habitatge, sobretot en horari de tarda. Els horaris dels diferents menjars importants al llarg del dia són els següents:
  - Esmorzar: 7-7.30 h.
  - Dinar: 13.30-14.15 h.
  - Sopar: 20.30-21.15 h.

  Aleshores, respecte a la potència prevista, tenen un GEB de 5.750 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 25 A degut al seu baix consum d'electricitat, la utilització d'aparells i equipament elèctric d'ús comú a un habitatge i la combinació de l'electricitat amb el gas natural (7.500 kWh anuals).
- Família Tipus 2.
  El segon cas considerat es tracta d´una família tradicional formada per 3 membres: dos pares d'entre 35 i 40 anys i 1 fill/a d'entre 8 i 12 anys al seu càrrec; i viuen entre el segon i tercer pis de l'edifici (1r1ª-2n2ª). En aquest cas, disposen d'un VC que utilitza el pare de la família per portar el fill a l'escola i per anar a la feina cada dia i assistir a altres activitats de tarda, així com en sortides familiars els caps de setmana; la mare utilitza el transport públic per anar a la feina. El menor té un horari escolar de dos quarts de nou a les cinc de la tarda i els pares disposen d'un horari diferent en funció de la feina de cada membre: mentre la mare, funcionària a l'Administració pública, disposa d'una jornada laboral de matí de dos quarts de vuit a dos quarts de tres de la tarda, el pare té una jornada laboral fraccionada de matí i tarda de dos quarts de nou del matí a dos quarts d'una i de les tres a les sis de la tarda. Tenen un horari de retorn a l'habitatge esglaonat des de les tres de la tarda a les vuit del vespre, en funció d'activitats extraescolars tant del menor com dels pares. En general, tenen un horari de dos quarts de set del matí a les onze de la nit. Així, els horaris dels diferents menjars importants al llarg del dia són els següents:
  - Esmorzar: 6.30-8 h.
  - Dinar: 15-15.45 h/a la feina o a l'escola.
  - Sopar: 20.45-21-30 h.

  Aleshores, respecte a la potència prevista, tots els casos considerats en aquest tipus de família tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat i combinació d'aquesta amb el gas natural (9.000 kWh anuals).
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, d'una assecadora i amb un nombre de punts d'utilització de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6.

- Família Tipus 3.

  Aquest tipus de família considerat és tradicional i està format per 4 membres: els dos pares d'entre uns 45 i 50 anys i 2 fills/es amb unes edats d'entre 16 i 18 anys; i viuen entre el tercer i cinquè pis de l'edifici (2n3ª-4t2ª). Com en el cas anterior, disposen d'un VC que utilitza tant el pare com la mare de la família per anar a la feina cada dia i assistir a altres activitats de tarda, així com en sortides familiars els caps de setmana; en canvi, els fills van amb transport públic a l'escola/institut. Els pares tenen un horari flexible en funció de la feina començant la jornada laboral a les vuit del matí i durant els matins no es troben presents a l'habitatge, els fills/es tenen una jornada escolar compacta al matí de les vuit del matí a dos quarts de tres del migdia. Els membres tornen esglaonadament des de les tres del migdia fins a dos quarts de nou del vespre, en funció de les activitats extraescolars i la feina. Així, l'horari general és de tres quarts de set del matí a dos quarts de dotze de la nit:

  - Esmorzar: 7-7.30 h.
  - Dinar: 15-15.45 h/a la feina o a l'escola.
  - Sopar: 21-22 h.

Aleshores, respecte a la potència prevista, tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat i combinació d'aquesta amb el gas natural (6.000 kWh anuals).
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, d'una assecadora, un nombre de punts d'utilització d'enllumenat superior a 30 i de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6.

- Família Tipus 4.

  Finalment, l'últim cas considerat en l'estudi per dur a terme l'anàlisi es tracta d'una família nombrosa formada per 5 membres: els dos pares d'uns 40-45 anys amb els seus tres fills/es d'entre 6 i 10 anys que viuen entre el cinquè i sisè pis de l'edifici (4t3ª-5è4ª). La família disposa de dos VC's d'ús diari per anar a la feina, a l'escola i altres activitats de tarda, així com en sortides familiars els caps de setmana. El pare té un horari flexible i la seva jornada laboral comença a les nou del matí i es pot allargar fins les set o quarts de vuit del vespre, en funció de la feina i d'altres activitats de tarda. La mare té una jornada laboral de matí que comença a les vuit del matí i acaba a dos quarts de cinc de la tarda. Els fills tenen l'horari escolar de nou

del matí a cinc de la tarda. Durant les tardes, en funció de les activitats extraescolars, s'arriba a l'habitatge entre quarts de sis i quarts de vuit del vespre. Així, l'horari general és de tres quarts de set del matí a les onze de la nit.

- Esmorzar: 6.45-7.30 h.
- Dinar: - (a la feina o a l'escola).
- Sopar: 20.15-21 h.

Aleshores, respecte a la potència prevista, tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat.
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, de la calefacció elèctrica, d'una assecadora, un nombre de punts d'utilització d'enllumenat superior a 30 i de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6.

De forma esquemàtica, seguidament es mostra una taula amb les característiques més importants dels quatre tipus de família considerades.

Taula 5.6. Tipus de família 1 i 2 considerats en l'avaluació inicial (Font: Elaboració pròpia).

Tipus famílies condicions inicials										
Tipus família	**Subgrup**	**Pis**	**Número**	**Grau electrificació**	**Potència prevista (W)**	**Membres**	**Fills**	**VE**	**VC**	**Habitatges totals**
1	1.1	Baixos	1	Bàsica	5750	2	0	0	1	2
	1.2	Baixos	2	Bàsica	5750		0	0	1	
2	2.1	1	1	Elevada	9200	3	1	0	1	6
	2.2	1	2	Elevada	9200		1	0	1	
	2.3	1	3	Elevada	9200		1	0	1	
	2.4	1	4	Elevada	9200		1	0	1	
	2.5	2	1	Elevada	9200		1	0	1	
	2.6	2	2	Elevada	9200		1	0	1	

Taula 5.7. Tipus de família 3 i 4 considerats en l'avaluació inicial (Font: Elaboració pròpia).

Tipus famílies condicions inicials										
Tipus família	**Subgrup**	**Pis**	**Número**	**Grau electrificació**	**Potència prevista (W)**	**Membres**	**Fills**	**VE**	**VC**	**Habitatges totals**
3	3.1	2	3	Elevada	9200	4	2	0	1	8
	3.2	2	4	Elevada	9200		2	0	1	
	3.3	3	1	Elevada	9200		2	0	1	
	3.4	3	2	Elevada	9200		2	0	1	
	3.5	3	3	Elevada	9200		2	0	1	
	3.6	3	4	Elevada	9200		2	0	1	
	3.7	4	1	Elevada	9200		2	0	1	
	3.8	4	2	Elevada	9200		2	0	1	
4	4.1	4	3	Elevada	9200	5	3	0	2	6
	4.2	4	4	Elevada	9200		3	0	2	
	4.3	5	1	Elevada	9200		3	0	2	
	4.4	5	2	Elevada	9200		3	0	2	
	4.5	5	3	Elevada	9200		3	0	2	
	4.6	5	4	Elevada	9200		3	0	2	
Sumatori total								0	28	22
								28		

Seguidament, s'han definit els possibles electrodomèstic i aparells elèctrics que es podrien considerar en un habitatge tipus.

Taula 5.8. Consum elèctrics dels aparells i electrodomèstics considerats en l'avaluació inicial (Font: Elaboració pròpia).

Consum elèctric			
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Circuit**	**Potència (W)**
Cuina	Nevera	C2	500-750
	Forn	C3	2500-3500
	Cuina	C3	900-2000/GAS
	Pla treball i altres aparells	C5	900-1500
	Rentaplats	C4	1500-2500
Bugaderia/Neteja	Rentadora	C4	1500-2500
	Assecadora	C10	2000-3000
Climatització i ACS	Aire condicionat	C9	1250-2500
	Calefacció	C8	1250-2500/GAS
	Termo elèctric	C4	1500-3500/GAS
Entreteniment i Altres	TV	C2	500-1000
	Miscel·lània	C2	1500-3000
Bany	Bany	C5	1000-1500
Il·luminació	Il·luminació interior	C1	250-400

Per tal d'obtenir la potència a contractar i el consum anual, el procediment de càlcul és el descrit a continuació. En aquest cas s'ha d'aplicar a cada equip electrodomèstic considerat i per les quatre famílies.

- Potència:
  - Determinar la potència de cada consum.
  - Aplicar ells factors de simultaneïtat i utilització (si s'escau).
  - Obtenció de la potència total del consum resultat del producte de la potència pels factors.

$$P_T\ (kW) = P\ (kW) \times F_s \times F_u \times F_s \tag{5.9}$$

- Energia/Consum:
  - Definir les unitats necessàries i la potència unitària.
  - Definir l'interval de funcionament, és a dir, el número d'hores que estan en funcionament els serveis o usos.
  - Obtenció del consum resultat del producte del número d'hores (h) per la potència total (kW).

$$Consum\ elèctric\ (kWh) = P_T\ (kW) \times H\ (h) \times 365\ dies \tag{5.10}$$

A continuació es mostren els resultats obtinguts per cadascuna de les famílies. D'entre tota la informació, els resultats ressaltats en negre són els que resulten útils per determinar les tarifes.

Taula 5.9. Potència de la família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEB	Potència prevista (W)	5750
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	500	0,20	0,25	25,00
	Forn	-	2500	0,50	0,75	937,50
	Cuina	Gas	0	0,50	0,75	0,00
	Pla treball i altres aparells	-	900	0,40	0,50	180,00
	Rentaplats	-	1500	0,66	0,75	742,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	1500	0,66	0,75	742,50
	Assecadora	-	0	1,00	0,75	0,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	0	1,00	1,00	0,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Gas	0	0,66	0,75	0,00
Entreteniment i Altres	TV	-	500	0,20	0,25	25,00
	Miscel·lània	-	1500	0,20	0,25	75,00
Bany	Bany	-	1000	0,40	0,50	200,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	250	0,75	0,50	93,75
						3021,25
					Factor simultaneïtat Fs	0,75
					Potència total (kW)	**2,2659**

Taula 5.10. Consum energètic de la família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	25,00	25,00	24	24	16,80	
	Forn	1	937,50	937,50	1,25	1,50	34,69	
	Cuina	0	0,00	0,00	3	3	0,00	
	Pla treball i altres aparells	3	60,00	180,00	4,25	4,50	21,78	
	Rentaplats	1	742,50	742,50	2	1,50	38,61	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	742,50	742,50	2	1,50	38,61	
	Assecadora	0	0,00	0,00	0	0	0,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	0	0,00	0,00	0	0	0,00	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	4	0,00	
	Termo elèctric	0	0,00	0,00	1	0,50	0,00	
Entreteniment i Altres	TV	1	25,00	25,00	6	6	4,20	
	Miscel·lània	8	9,38	75,00	4	4	8,40	
Bany	Bany	3	66,67	200,00	2,50	2	13,20	
Il·luminació	Il·luminació interior	25	3,75	93,75	11,50	12	30,56	
						Consum mensual total (kWh)	**206,85**	
						Consum energia anual (kWh)	**2482,20**	**2483**
						Consum gas anual (kWh)	**7500**	

Taula 5.11. Potència de la família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	500	0,20	0,25	25,00
	Forn	-	2500	0,50	0,75	937,50
	Cuina	Gas	0	0,50	0,75	0,00
	Pla treball i altres aparells	-	900	0,40	0,50	180,00
	Rentaplats	-	1500	0,66	0,75	742,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	1500	0,66	0,75	742,50
	Assecadora	-	2000	1,00	0,75	1500,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	1250	1,00	1,00	1250,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Gas	0	0,66	0,75	0,00
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	2000	0,20	0,25	100,00
Bany	Bany	-	1000	0,40	0,50	200,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	300	0,75	0,50	112,50
						5840,00
					Factor simultaneïtat Fs	0,75
					Potència total (kW)	**4,3800**

Taula 5.12. Consum energètic de la família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	25,00	25,00	24	24	16,80	
	Forn	1	937,50	937,50	0,75	1	21,56	
	Cuina	0	0,00	0,00	2,50	2,50	0,00	
	Pla treball i altres aparells	3	60,00	180,00	3,50	3,50	17,64	
	Rentaplats	1	742,50	742,50	2	2	41,58	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	742,50	742,50	2	2	41,58	
	Assecadora	1	1500,00	1500,00	2	2	84,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	1250,00	1250,00	2,50	4	102,50	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	4	0,00	
	Termo elèctric	0	0,00	0,00	1,50	1	0,00	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	4	6	6,40	
	Miscel·lània	10	10,00	100,00	6	6	16,80	
Bany	Bany	5	40,00	200,00	2,25	2	12,20	
Il·luminació	Il·luminació interior	30	3,75	112,50	8,75	12	30,49	
						Consum mensual total (kWh)	**391,55**	
						Consum energia anual (kWh)	**4698,60**	**4699**
						Consum gas anual (kWh)	**9000**	

Taula 5.13. Potència de la família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	750	0,20	0,25	37,50
	Forn	-	1250	0,50	0,75	468,75
	Cuina	Elèctric	1500	0,50	0,75	562,50
	Pla treball i altres aparells	-	1000	0,40	0,50	200,00
	Rentaplats	-	2000	0,66	0,75	990,00
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	2000	0,66	0,75	990,00
	Assecadora	-	2250	1,00	0,75	1687,50
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	1750	1,00	1,00	1750,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Elèctric	2500	0,66	0,75	1237,50
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	2750	0,20	0,25	137,50
Bany	Bany	-	1250	0,40	0,50	250,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	350	0,75	0,50	131,25
						8492,50
					Factor simultaneïtat Fs	0,60
					Potència total (kW)	**5,0955**

Taula 5.14. Consum energètic de la família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	37,50	37,50	24	24	25,20	
	Forn	1	468,75	468,75	0,75	1,50	12,66	
	Cuina	1	562,50	562,50	1,50	1,50	23,63	
	Pla treball i altres aparells	4	50,00	200,00	2,75	1	12,60	
	Rentaplats	1	990,00	990,00	2	2	55,44	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	990,00	990,00	2	2	55,44	
	Assecadora	1	1687,50	1687,50	2	2	94,50	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	1750,00	1750,00	4	6	224,00	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	6	0,00	
	Termo elèctric	1	1237,50	1237,50	0,75	1,50	33,41	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	4	6	6,40	
	Miscel·lània	12	11,46	137,50	6	6	23,10	
Bany	Bany	6	41,67	250,00	2,25	2,50	16,25	
Il·luminació	Il·luminació interior	35	3,75	131,25	9	12	36,23	
						Consum mensual total (kWh)	**618,85**	
						Consum energia anual (kWh)	**7426,19**	**7427**
						Consum gas anual (kWh)	**6000**	

Taula 5.15. Potència de la família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	750	0,20	0,25	37,50
	Forn	-	3500	0,50	0,75	1312,50
	Cuina	Elèctric	2000	0,50	0,75	750,00
	Pla treball i altres aparells	-	1500	0,40	0,50	300,00
	Rentaplats	-	2500	0,66	0,75	1237,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	2500	0,66	0,75	1237,50
	Assecadora	-	3000	1,00	0,75	2250,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	2500	1,00	1,00	2500,00
	Calefacció	Elèctric	2500	1,00	1,00	2500,00
	Termo elèctric	Elèctric	3500	0,66	0,75	1732,50
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	3000	0,20	0,25	150,00
Bany	Bany	-	1500	0,40	0,50	300,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	400	0,75	0,50	150,00
						14507,50
					Factor simultaneïtat Fs	0,60
					Potència total (kW)	**8,7045**

Taula 5.16. Consum energètic de la família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	37,50	37,50	24	24	25,20	
	Forn	1	1312,50	1312,50	0,50	1,50	28,88	
	Cuina	1	750,00	750,00	1,75	1,50	35,25	
	Pla treball i altres aparells	5	60,00	300,00	3,25	2	24,30	
	Rentaplats	1	1237,50	1237,50	2	2	69,30	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	1237,50	1237,50	2	2	69,30	
	Assecadora	1	2250,00	2250,00	2	2	126,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	2500,00	2500,00	4	6	320,00	
	Calefacció	1	2500,00	2500,00	4	6	320,00	
	Termo elèctric	1	1732,50	1732,50	0,75	1,50	46,78	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	6	8	9,20	
	Miscel·lània	14	10,71	150,00	6	6	25,20	
Bany	Bany	8	37,50	300,00	1,75	2	15,30	
Il·luminació	Il·luminació interior	40	3,75	150,00	6,25	12	33,15	
						Consum mensual total (kWh)	**1147,85**	
						Consum energia anual (kWh)	**13774,23**	**13775**
						Consum gas anual (kWh)	**0**	

Descrits els consums de tots els serveis i habitatges de l'edifici en les seves condicions inicials, és a dir, sense la introducció del VE, és possible obtenir les corbes de demanda elèctrica dels consums familiars (la resta no entra dins l'abast del projecte).

5.3. Corbes de demanda elèctrica

En aquest apartat s'exposen les corbes de demanda elèctrica que s'han obtingut resultat de les consideracions realitzades a l'apartat anterior i només considerant els habitatges. Per tal d'arribar a determinar aquestes corbes s'ha distribuït el consum elèctric dels electrodomèstics i aparells elèctrics considerats al llarg del dia en funció de les necessitats, hàbits i horaris de cada tipus de família en intervals de temps de 15 minuts, per donar un total de 96 variables. Alhora, també es diferencien dos tipus de corbes en funció del consum energètic de cada consumidor. És a dir, es mostren les corbes per un cas de consum seguint una tarifa A i per un tipus de tarifa DHA.

En primer lloc, s'exposen dues corbes de demanda de referència que proposa REE. Aquestes s'obtenen a partir dels perfils que el Sistema d'Informació de Mesures Elèctriques (SIMEL) facilita a través d'una taula de valors, els càlculs dels quals es basen en la Resolució de 28 de desembre de 2016 de la Direcció General de Política Energètica i Mines. En aquesta normativa, entre d'altres conceptes, es classifiquen els consumidors en quatre categories:

- Categoria a.
  Consumidors amb peatge d'accés 2.0A i 2.1A i equips de mesura d'un sol període (perfil tipus P^a).
- Categoria b.
  Consumidors amb peatge d'accés 2.0DHA i 2.1DHA i equips de mesura adaptat a l'horari d'aquests peatges d'accés (perfil tipus P^b).
- Categoria c.
  Consumidors amb peatge d'accés 3.0A i 3.1A amb mesura en baixa tensió i registre en 6 períodes, d'acord amb l'establert en el punt 5 del document (perfil tipus P^c).
- Categoria d.
  Consumidors amb peatge d'accés 2.0DHS i 2.1DHS i equips de mesura adaptat a l'horari d'aquests peatges d'accés (perfil tipus P^d).

En concret, en aquest capítol només interessen les categories a i b. Així, seguidament es mostren la corbes de demandes de referència de les tarifes 2.0 A i 2.1 pel dia 12 d'abril de 2016 (dia a l'atzar).

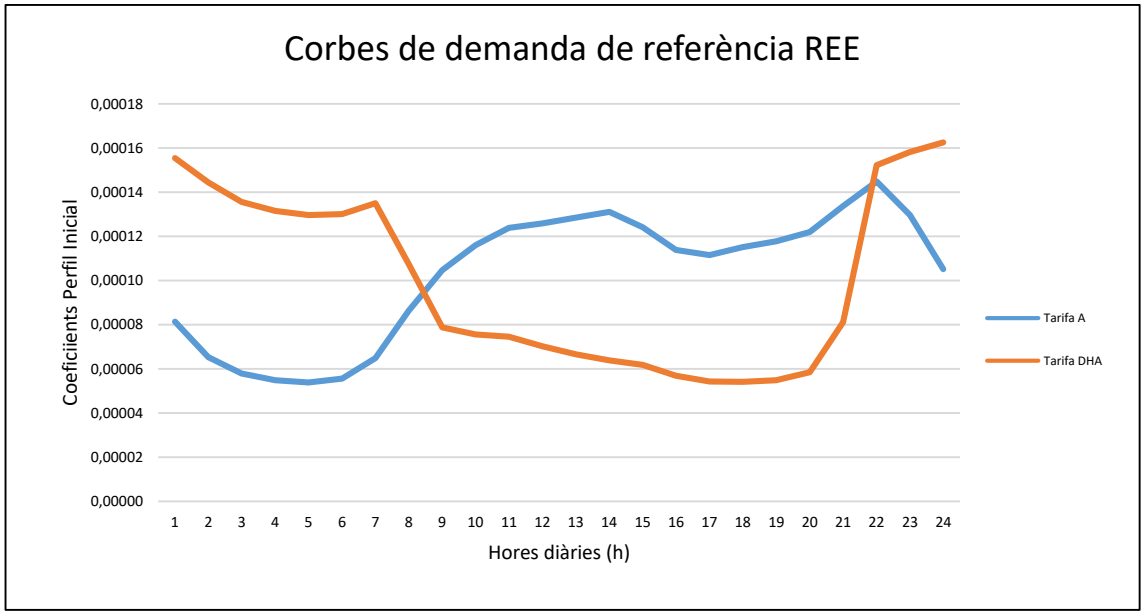


Figura 5.1. Corbes de demanda elèctrica de referència per les tarifes A i DHA del 12 d'abril de 2016 (Font: REE/SIMEL).

En la figura anterior es pot observar com en la tarifa A (no DH) es produeix la major part del consum elèctric durant les hores diürnes; en canvi, en la tarifa DHA es produeix aquest consum en les hores vall, és a dir, en les hores nocturnes.

Les corbes obtingudes en aquest capítol han de seguir un patró semblant al proposat REE, o almenys que s'aproximin al màxim per tal d'apropar-se a casos reals. S'han obtingut fent el sumatori de la potència per l'interval de temps (15 min) de tots els electrodomèstics. Són de gran ajuda per l'usuari i per realitzar l'estudi ja que complementen l'aparat anterior de forma gràfica.

D'entrada, es mostren les corbes de demanda elèctrica obtingudes respecte a la tarifa A o per defecte. En aquesta, al ser el preu fix durant les 24 hores del dia, no cal desplaçar els consums a les hores nocturnes, és a dir, els consumidors poden consumir a l'hora que desitgin.

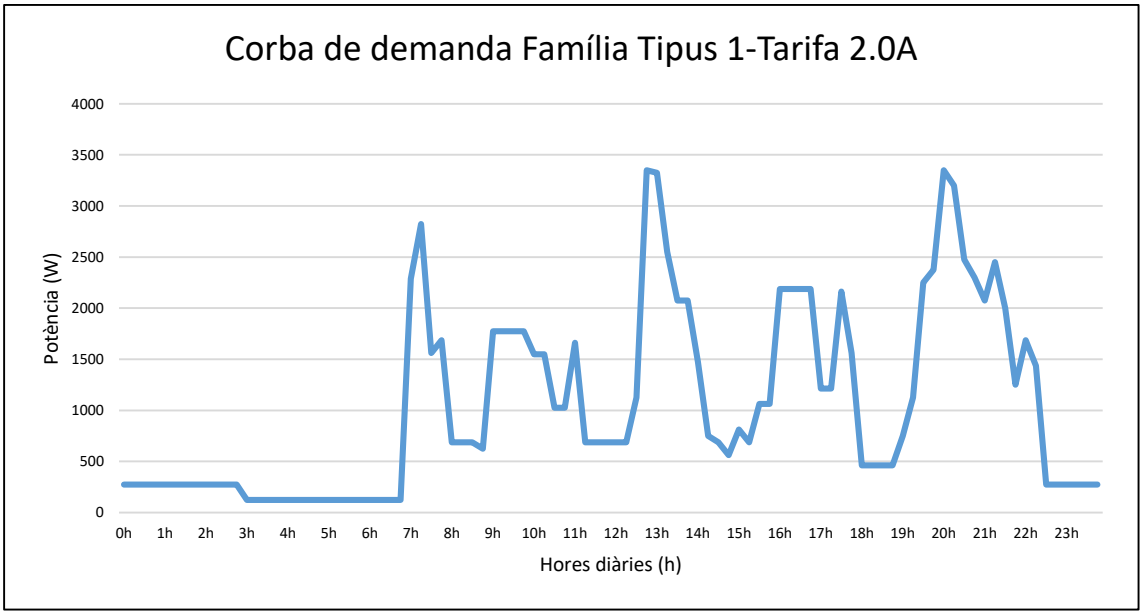


Figura 5.2. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 1 i Tarifa A (Font: Elaboració pròpia).

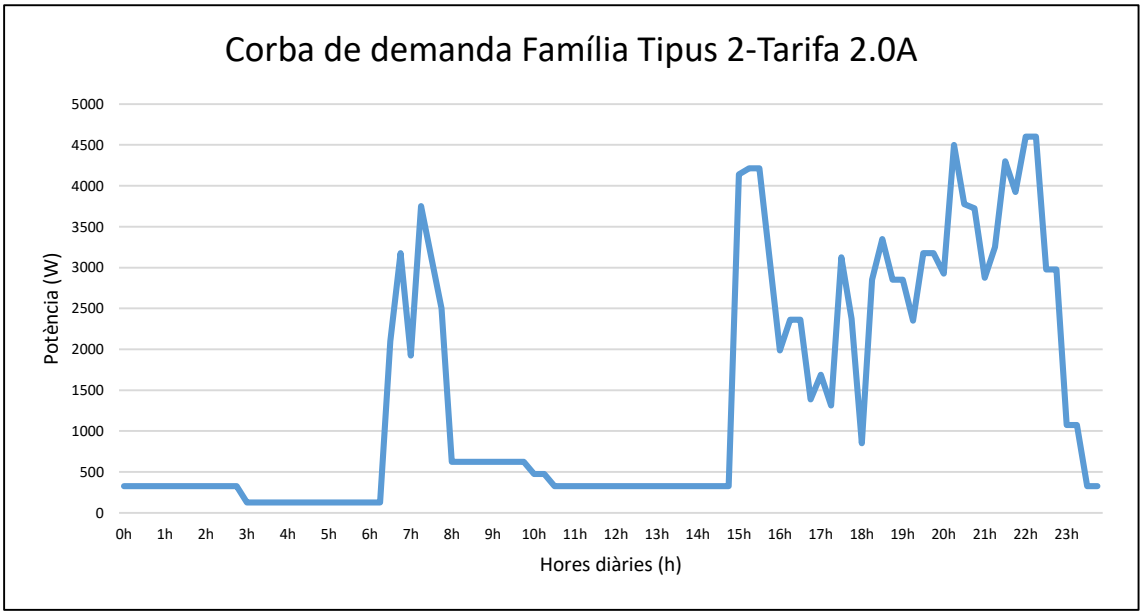


Figura 5.3. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa A (Font: Elaboració pròpia).

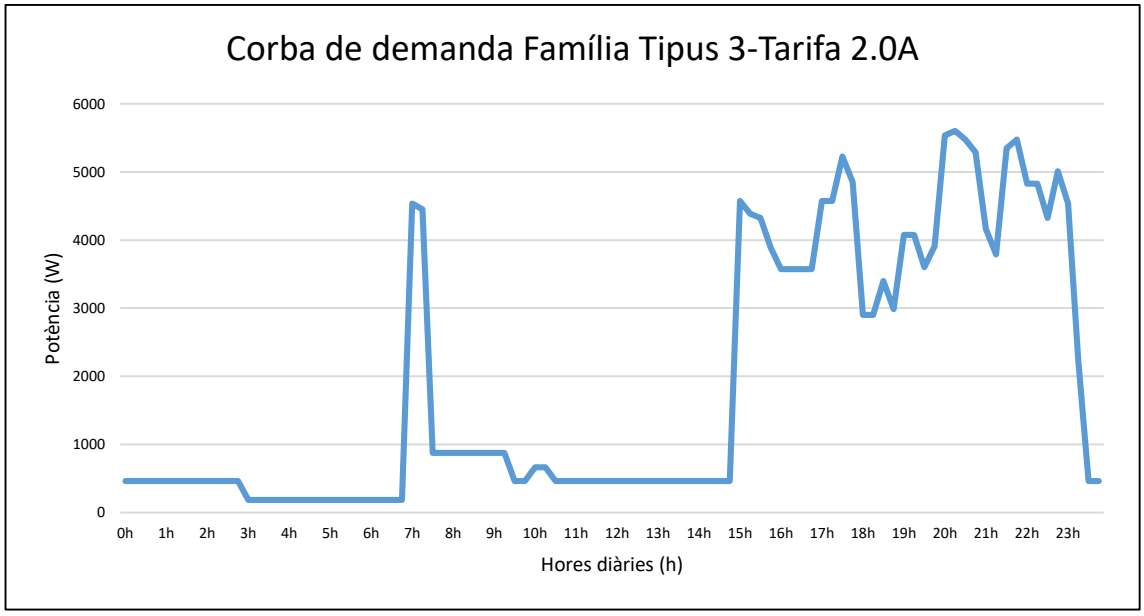


Figura 5.4. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa A (Font: Elaboració pròpia).

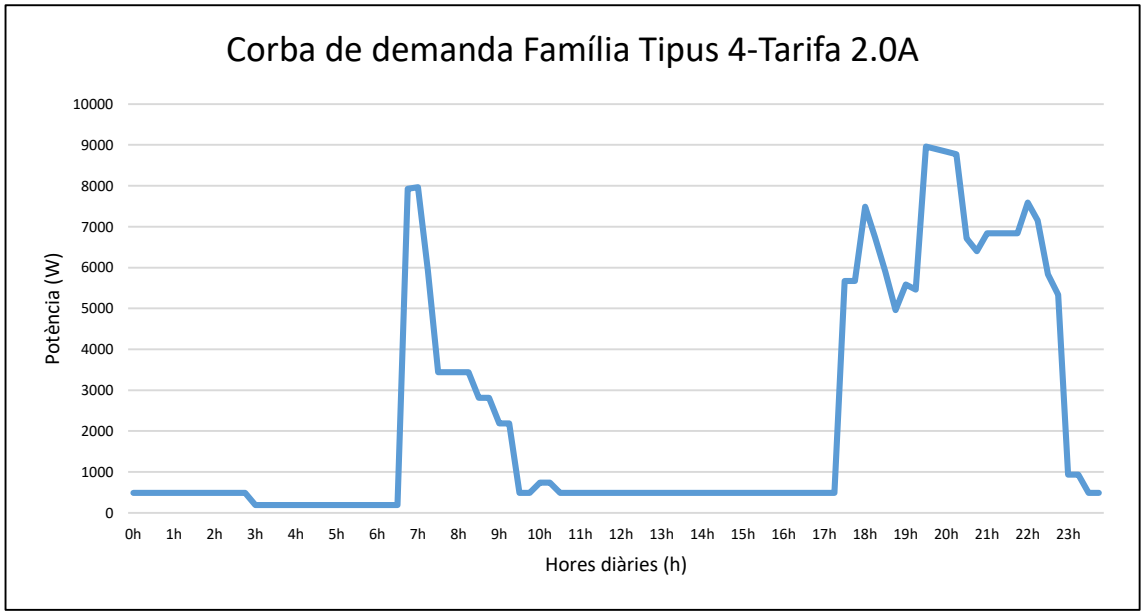


Figura 5.5. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa A (Font: Elaboració pròpia).

En les quatre figures anteriors es poden observar pics de demanda elevats i consums en períodes concrets del dia degut a la concentració de funcionament d'electrodomèstics o altres aparells elèctrics. Per tant, aquest és un clar desavantatge per aquest tipus de tarifa ja que es necessària la contractació d'una potència més elevada per tal de poder consumir en aquests períodes i d'aquesta forma.

Seguidament, a partir de les corbes anteriors obtingudes es duu a terme una petita gestió de la càrrega amb la introducció de la tarifa DHA, és a dir, la tarifa amb DH. L'única diferència amb les anteriors

il·lustracions és que el consum dels electrodomèstics de gran capacitat tals com la rentadora, el rentaplats o l'assecadora s'han desplaçat a les hores nocturnes, a les hores més barates.

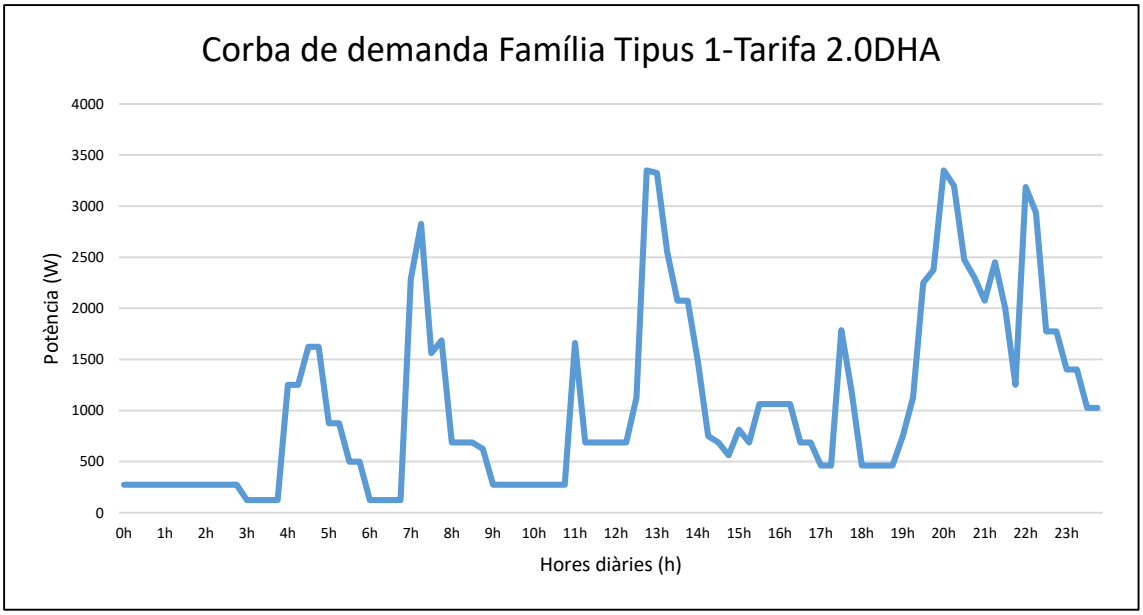


Figura 5.6. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 1 i Tarifa DHA (Font: Elaboració pròpia).

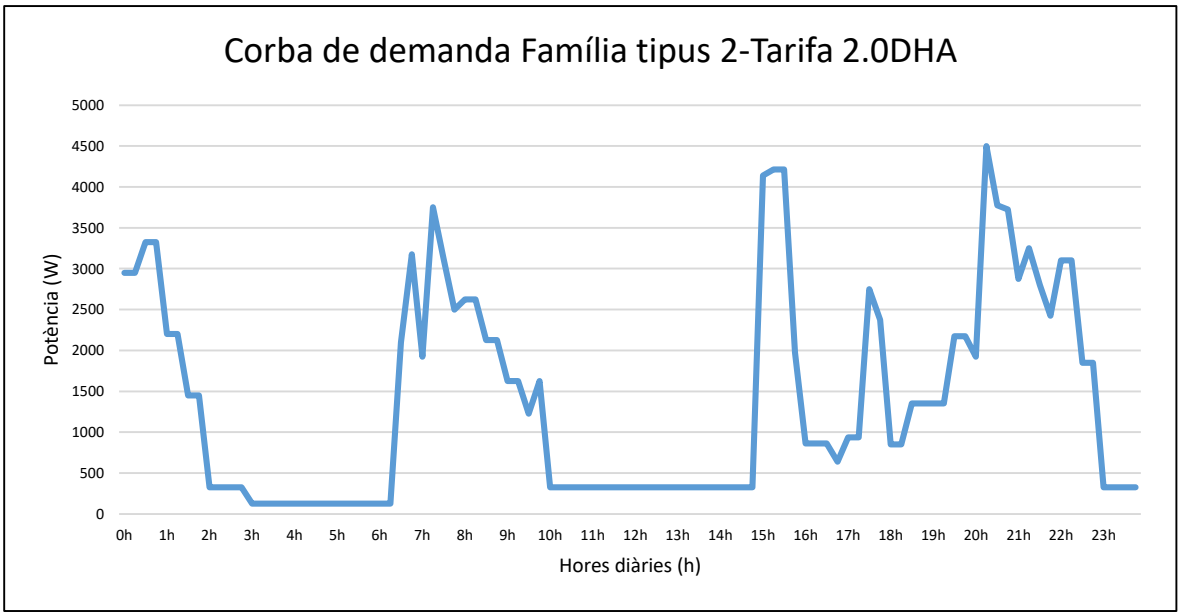


Figura 5.7. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa DHA (Font: Elaboració pròpia).

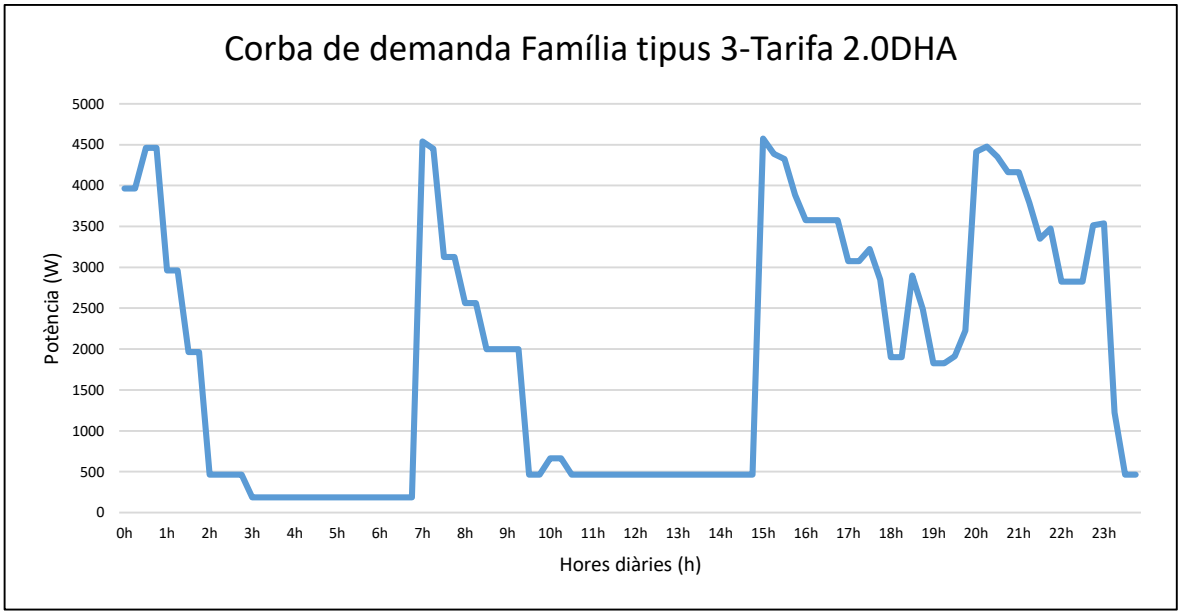


Figura 5.8. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa DHA (Font: Elaboració pròpia).

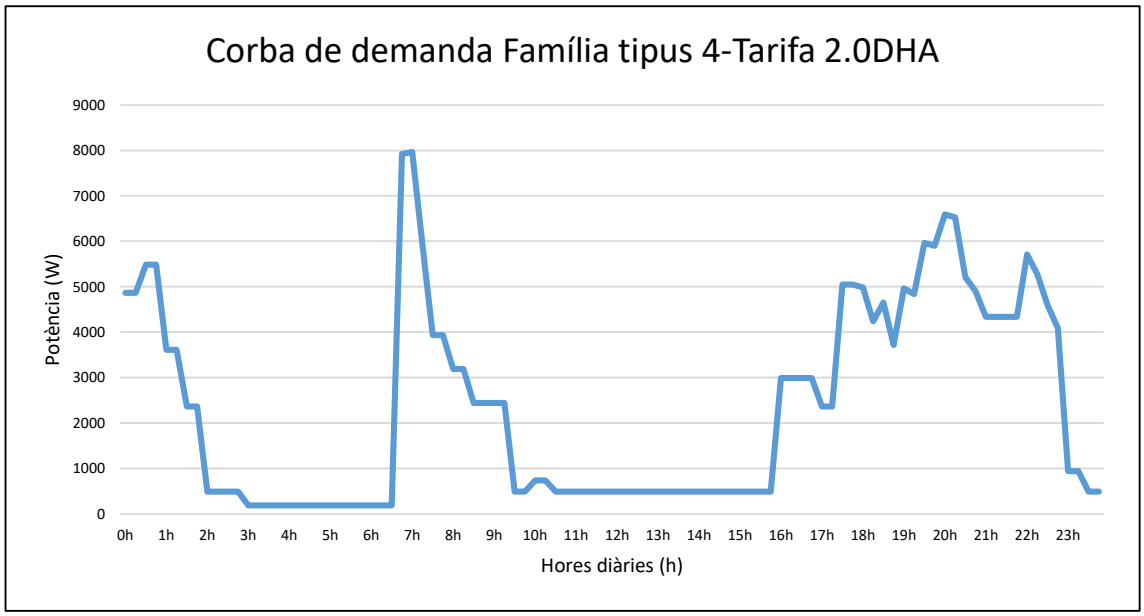


Figura 5.9. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa DHA (Font: Elaboració pròpia).

Aleshores, observant aquestes quatre noves figures es pot percebre com els pics de demanda elèctrica són inferiors que en la tarifa sense DH ja que al introduir una petita gestió de la càrrega desplaçant els consums més elevats a les hores més barates, les nocturnes, es pot aconseguir reduir la potència contractada i, conseqüentment, el terme de potencia de la factura.

Aquestes gràfiques obtingudes són de gran ajuda per tal de determinar les potències a contractar per cada consumidor ja que la potència a contractar la marca el pic de demanda elèctrica. És a dir, si el

consumidor vol complir amb tots els seus hàbits i necessitats mantenint el servei sense interrupcions o talls degut a la connexió d'un elevat nombre d'aparells, cal que contracti el valor immediatament superior al seu pic de demanda.

Finalment, a partir de totes aquestes dades obtingudes, en el següent apartat s'avalua econòmicament els efectes que tenen les dues tarifes i s'escull la que millor s'adapta a cada usuari tenint en compte el component econòmic, és a dir, la factura de la llum més barata.

5.4. Avaluació econòmica sense vehicle elèctric

En aquest apartat es mostren les dues modalitats de tarifa considerades en aquest estudi sense VE: tarifes sense i amb DH, és a dir, A i DHA, per tal d'extreure'n una conclusió després de realitzar una avaluació econòmica. Així, l'objectiu principal és el de determinar la tarifa (A o DHA) que millor s'adapta als hàbits de cada tipus de família tenint en compte, alhora, el cost de la factura elèctrica. Es considera que l'estudi és vàlid per 1 any, és a dir, només es té en compte el valor de les factures en el seu primer any.

Descrits tots els consums de l'edifici en la seva avaluació inicial i mostrades les seves corbes de consum elèctric, a continuació es mostren les taules resum amb les potències de càlcul, potències a contractar en les tarifes d'accés A i DHA, així com els consums mensuals i anuals.

En primer lloc, es mostren les tarifes dels serveis i usos associats a l'edifici. En les tarifes 3.0A es pot observar la diferencia entre els tres períodes tan pel terme de potència com pel de l'energia.

Taula 5.17. Característiques Serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Serveis generals		
Tarifa d'accés	**3.0A**	
Potència prevista REBT (W)	19,88	
Factor simultaneïtat Fs	1	
Potència prevista (kW)	19,88	
Potència a contractar (kW)	20	**15+20+5**
Consum mensual total (kWh)	1586,84	
Consum energia anual (kWh)	19043	**4501+12041+2501**

Taula 5.18. Característiques Local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Local comercial	
Tarifa d'accés	**3.0A**
Potència prevista REBT (W)	20,00
Factor simultaneïtat Fs	1
Potència prevista (kW)	20,00

Potència a contractar (kW)	20	**15+20+2,5**
Consum mensual total (kWh)	1586,84	
Consum energia anual (kWh)	57600	**18520+37080+2000**

Taula 5.19. Característiques Aparcament (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Aparcament	
Tarifa d'accés	**2.1A**
Potència prevista REBT (W)	12,00
Factor simultaneïtat Fs	1
Potència prevista (kW)	12,00
Potència a contractar (kW)	**14,49**
Consum mensual total (kWh)	3168,00
Consum energia anual (kWh)	**38016**

Seguidament, es mostren els costos de les tarifes de les famílies. En el cas de les tarifes DHA també s'inclou la distribució del consum pels dos períodes.

Taula 5.20. Característiques Família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 1		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	3021,25	
Factor simultaneïtat Fs	0,75	
Potència prevista (kW)	2,27	
Potència a contractar (kW)	**3,45**	
Consum mensual total (kWh)	206,85	
Consum energia anual (kWh)	**2483**	**1197+1286**
Consum gas natural anual (kWh)	**7500**	

Taula 5.21. Característiques Família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 2		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**5840,00**	
Factor simultaneïtat Fs	0,75	
Potència prevista (kW)	4,38	
Potència a contractar (kW)	**4,60**	
Consum mensual total (kWh)	391,55	
Consum energia anual (kWh)	**4699**	**2319+2380**
Consum gas natural anual (kWh)	**9000**	

Taula 5.22. Característiques Família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 3		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**8492,50**	
Factor simultaneïtat Fs	0,60	
Potència prevista (kW)	5,10	
Potència a contractar (kW)	**5,75**	**4,60**
Consum mensual total (kWh)	618,85	
Consum energia anual (kWh)	**7427**	**4209+3218**
Consum gas natural anual (kWh)	**6000**	

Taula 5.23. Característiques Família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 4		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**14507,50**	
Factor simultaneïtat Fs	0,60	
Potència prevista (kW)	8,70	
Potència a contractar (kW)	**9,20**	**8,05**
Consum mensual total (kWh)	1147,85	
Consum energia anual (kWh)	**13775**	**8030+5745**
Consum gas natural anual (kWh)	**0**	

Aleshores, amb les dades mostrades en les taules anteriors es poden obtenir els costos de les factures elèctriques de l'edifici sense la introducció del VE. Aquestes s'han obtingut a partir de l'eina que facilita la CNMC, el 'Comparador d'ofertes d'energia', en el que després d'escollir entre el tipus de subministrament que el consumidor desitja contractar (electricitat, gas natural o ofertes conjuntes), s'introdueixen les dades necessàries tal com mostra la següent figura.

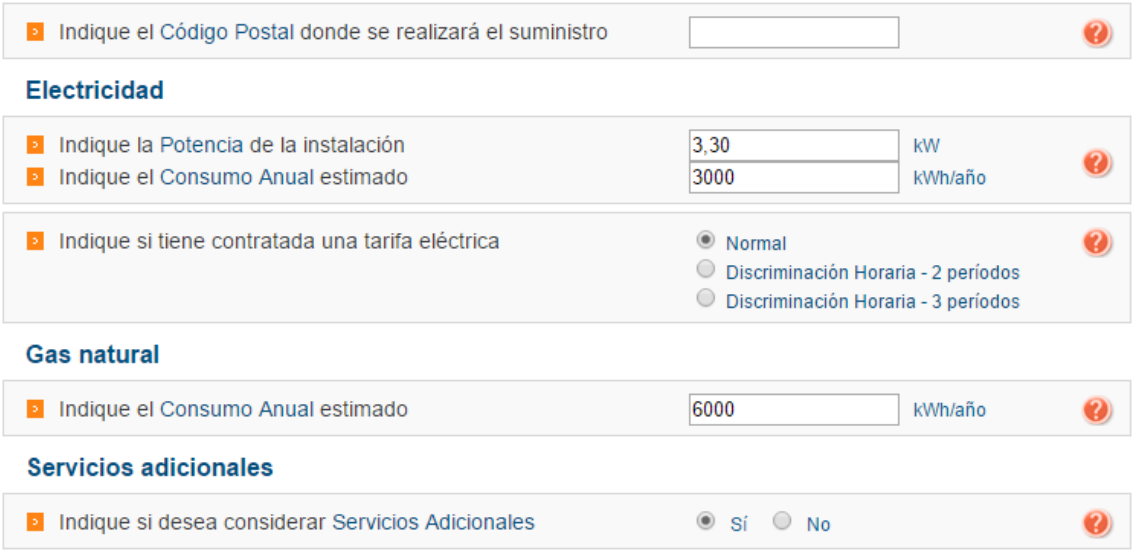


Figura 5.10. Formulari del 'Comparador d'ofertes d'energia' (Font: CNMC).

Introduïdes les dades requerides, es poden determinar les factures de tots els consums considerats en l'estudi. Mencionar que s'han considerat tan les ofertes d'electricitat com les conjuntes en els casos necessaris, és a dir, en les famílies Tipus 1, 2 i 3 s'ha considerat electricitat+gas natural. Alhora, tot i que la CNMC proposa uns valors per defecte en el cas de la tarifa DHA, s'ha repartit en funció de les necessitats reals de cada consumidor, és a dir, en funció de l'hora de consum de l'aparell elèctric aquest va cap al període P1 o P2 (punta o vall).

Seguidament, es mostra el cost total associat al serveis de l'edifici: serveis generals, local comercial i aparcament.

Taula 5.24. Cost de la factura dels serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Serveis generals	
Tarifa	3.0A
Potència (kW)	15+20+5
Consum energia (kWh)	4501+12041+2501
Cost total (€)	**3539,66**

Taula 5.25. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Local comercial	
Tarifa	3.0A
Potència (kW)	15+20+2,5
Consum energia (kWh)	18520+37080+2000
Cost total (€)	**7916,53**

Taula 5.26. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Aparcament	
Tarifa	2.1A
Potència (kW)	14,49
Consum energia (kWh)	38016
Cost total (€)	**7056,53**

Seguidament es mostren els costos de les tarifes pels habitatges.

Taula 5.27. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1		
Tarifa	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència (kW)	3,45	
Consum energia (kWh)	2483	1197+1286
Consum gas natural (kWh)	7500	
Cost total (€)	**1072,99**	**1032,78**
Habitatges totals	2	
Cost total (€)	**2145,98**	**2065,56**

Taula 5.28. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2		
Tarifa	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència (kW)	4,60	
Consum energia (kWh)	4699	2319+2380
Consum gas natural (kWh)	9000	
Cost total (€)	**1563,09**	**1480,92**
Habitatges totals	6	
Cost total (€)	**9378,54**	**8885,52**

Taula 5.29. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3		
Tarifa	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència (kW)	5,75	4,60
Consum energia (kWh)	7427	4209+3218
Consum gas natural (kWh)	6000	
Cost total (€)	**1881,19**	**1757,29**
Habitatges totals	8	
Cost total (€)	**15049,52**	**14058,32**

Taula 5.30. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4		
Tarifa	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència (kW)	9,20	8,05
Consum energia (kWh)	13775	8030+5745
Consum gas natural (kWh)	0	
Cost total (€)	**2472,57**	**2274,68**
Habitatges totals	6	
Cost total (€)	**19780,56**	**13648,08**

Totes les factures obtingudes són del mercat lliure i, en la majoria de casos, el segon any de pagament és més car degut a que en el primer s'inclouen grans descomptes en la factura. És per això que només s'ha tingut en compte el primer any.

De forma resumida, el cost total de l'edifici es mostra en les següents taules:

Taula 5.31. Cost de la factura dels habitatges (Font: Elaboració pròpia).

Habitatges			
Tipus família/Consum	**Habitatges totals**	**Tarifa 2.0A**	**Tarifa 2.0DHA**
Tipus 1	2	2145,98	2065,56
Tipus 2	6	9378,54	8885,52
Tipus 3	8	15049,52	14058,32
Tipus 4	6	19780,56	18197,44
Cost total habitatges (€)		**46354,60**	**43206,84**

Taula 5.32. Cost de la factura dels serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 3.0A
Serveis generals	3539,66
Cost total serveis generals (€)	**3539,66**

Taula 5.33. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 3.0A
Local comercial	7916,53
Cost total local comercial (€)	**7916,53**

Taula 5.34. Cost de la factura de l'aparcament (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 2.1A
Aparcament	7056,53
Cost total aparcament (€)	**7056,53**

En funció de si es tria o no tarifa amb DH en el cas dels habitatges, el cost total és el següent:

- Cost total de l'edifici considerant la tarifa A en el cas dels habitatges: 64.867,32 €.
- Cost total de l'edifici considerant la tarifa DHA en el cas dels habitatges: 61.719,56 €.

Finalment, mostrades totes les opcions, es pot concloure que les tarifes DHA són les que millor s'ajusten a les necessitats dels consumidors. Es pot observar com hi ha una diferència d'entre 20 i 200 € entre una tipologia de tarifa d'accés i l'altre, és a dir, entre distribuir el consum de forma equitativa i tenint en compte el preu dels dos períodes. En teoria, aquest repartiment hauria de ser d'un 70 % pel període punta i sobre el 30 % pel període vall. Com es pot observar, això no es compleix però continua sent rentable i millor la tarifa amb DH. A la resta de serveis, al ser tarifes 2.1A o 3.0A, l'únic que s'ha pogut realitzar és una distribució coherent del consum per tal d'aproximar-se a la realitat.

A més a més, es pot observar una diferència evident en els Tipus 3 i 4 respecte a la potència contractada en les tarifes A i DHA. Tot i que el consum en els dos períodes és semblant, el fet de reduir el terme fix de la factura, té afectació directa en el cost final de la mateixa en forma d'abaratiment.

6. Gestió de la demanda amb vehicle elèctric

En aquest capítol es segueix un procediment semblant a l'anterior. L'única diferència entre ambdós capítols és que en aquest s'introdueix el VE a la instal·lació. Així, es desenvolupa un estudi amb el fi de determinar l'avaluació de la demanda elèctrica de la instal·lació al introduir la presència del VE. Alhora, l'objectiu principal d'aquest capítol és la gestió de la càrrega de la instal·lació, introduint la tarifa del Vehicle Elèctric o DHS (anteriorment Tarifa supervall), i observar-ne les diferències amb el cas anterior, així com escollir l'esquema d'instal·lació que millor s'adapta a les exigències econòmiques.

En primer lloc, es duu a terme la previsió de càrregues de l'edifici segons la ITC-BT-10 del REBT considerant que, com s'ha comentat en el Capítol 2, es tracta d'un edifici destinat principalment a habitatges. S'ha de tenir en compte la introducció del VE i els seus possibles esquemes d'instal·lació descrits en la ITC-BT-52.

Seguidament es tornen a definir els consums energètics dels diferents tipus de famílies, així com els serveis i altres usos associats a l'edifici, tenint en compte el VE. Com en el cas anterior, aquestes dades permeten determinar les corbes de demanda elèctrica de les famílies mencionades en funció del tipus de tarifa escollida: DHA o A, respectivament, i amb la DHS.

Finalment, s'extreuen un conjunt de conclusions a nivell econòmic sobre l'esquema d'instal·lació adequat pel VE i la tarifa que millor s'adapta a cada consumidor, és a dir, tenint en compte el cost de la factura elèctrica (i de gas en alguns casos, quan sigui procedent).

6.1. Definició gestió de la demanda

La gestió de la demanda es pot entendre, a gran trets, com la planificació i implementació de mesures destinades a influir en la forma de consumir l'energia, tal que es produeixin els canvis desitjats en la corba de la demanda elèctrica. Amb aquestes mesures es contribueix a una gestió més eficient i sostenible d'una càrrega en concret i dels sistema elèctric en general. Moltes opcions són possibles per tal de gestionar la demanda d'una càrrega i les més destacades, segons REE, són les següents:

- Reducció del consum:
    - Introducció de millores en l'eficiència d'equips i processos.
    - Conscienciació social sobre l'estalvi energètic i el consum responsable.
- Desplaçament del consum de l'hora punta a la vall:
    - A través de la DH.
    - Resposta als preus de mercat.
- Ompliment de valls:
    - Centrals de bombeig.
    - Tecnologies d'emmagatzematge.

- Recàrrega del VE.
- Reducció del consum en les hores punta del sistema:
  - Mitjançant el servei d'interrumpibilitat.
  - A través de la gestió automàtica de càrregues.

Els efectes que tenen aquestes mesures es mostra en la següent figura.

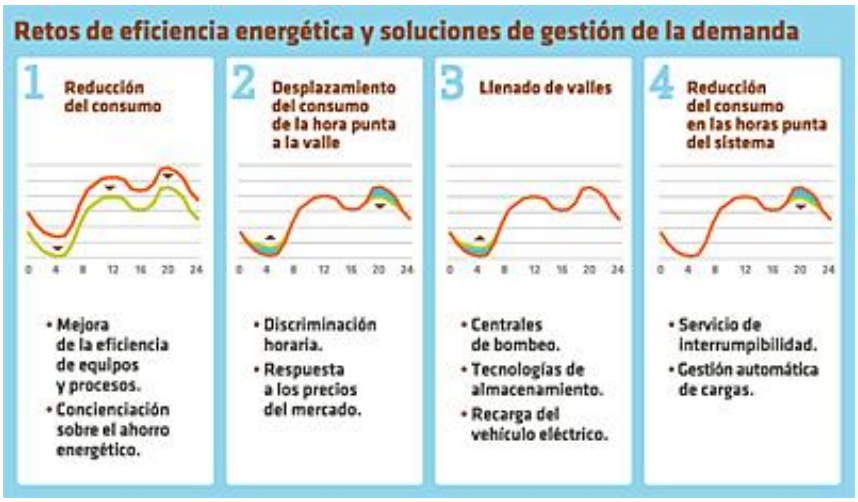


Figura 6.1. Mesures d'eficiència energètica i gestió de la demanda (Font: REE).

Tot i que en el capítol anterior ja s'ha introduït, a menor escala, el concepte de gestió de la demanda, aquest capítol es basa en la introducció del VE en una instal·lació.

6.2. Previsió de càrregues amb vehicle elèctric

Com en el capítol anterior, per tal de conèixer la previsió de càrregues de l'edifici, cal determinar la potència de cada consumidor a partir de la ITC-BT-10 del REBT. També és de gran utilitat per poder-la comparar amb la del capítol anterior.

Aleshores, la previsió de càrregues amb la introducció del vehicle elèctric és funció de l'esquema d'instal·lació proposat per la ITC-BT-152 del REBT. Entre els tres tipus d'esquema, l'única diferència entre ells serà la potència dels habitatges i la corresponent als VE's; en canvi, tan els serveis generals com el local comercial i l'aparcament seran els mateixos que en el Capítol 4.

L'expressió general de càlcul és la següent:

$$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + C \times P_{VE} \tag{6.1}$$

Es considera un coeficient C igual a 0,30 en l'esquema 1 ja que s'instal·la SPL i igual a la unitat en els altres dos esquemes.

Així, recordant aquests tres valors anteriors:

- Càrrega corresponent als serveis generals (ascensor, enllumenat del portal i espais comuns i enllumenat de la caixa de l'escala).

$$P_{SG} = 24.756\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent a als serveis generals de l'edifici és de 24.756 W.

- Càrrega corresponent al local comercial.

$$P_{LC} = 20.000\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent al local comercial és de 20.000 W.

- Càrrega corresponent a l'aparcament.

$$P_{PK} = 16.000\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent a l'aparcament és de 16.000 W.

Aleshores, en el cas de la potència dels habitatges i dels VE's depèn de l'esquema:

- Esquema d'instal·lació 1.
  Consta d'un esquema individual per cada habitatge (22 comptadors independents) i d'un esquema col·lectiu o troncal amb un comptador principal a l'origen de la instal·lació, és a dir, amb 1 comptador pel conjunt de VE's. Com que en aquest cas són independents el punt de recàrrega del VE i l'habitatge (a nivell de dimensionament elèctric):
  - Càrrega corresponent als habitatges.
    Es consideren 2 habitatges de GEB amb una potència de 5.750 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 25 A i els 20 restants de GEE amb una potència de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A.
    Aleshores, el càlcul de la càrrega corresponent als habitatges es realitza a través de la següent expressió:

$$P_{HAB} = P_{mitjana} \times C_S = \frac{P_{GEB} \times N_{GEB} + P_{GEE} \times N_{GEE}}{N_{GEB} + N_{GEE}} \times C_S \qquad (6.2)$$

$$C_S\ (22\ habitatges) = 15{,}3 + (n - 21) \times 0{,}5 = 15{,}3 + (22 - 21) \times 0{,}5 = 15{,}8$$

$$P_{HAB} = \frac{5.750\ W \times 2 + 9.200\ W \times 20}{2 + 20} \times 15{,}8 = 140.404{,}55\ W$$

    Per tant, la càrrega corresponent als habitatges és de 140.404,55 W.

  - Càrrega corresponent al punt de recàrrega de VE's.
    Al considerar l'esquema d'instal·lació 1 un comptador únic pels 23 VE's es considera una potència unitària de 3.680 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 16 A.

$$P_{VE} = P_{VE\ unitària} \times N_{VE} = 3.680\ {}^{W}/_{unitat} \times 23\ unitats = 84.640\ W$$

    Per tant, la càrrega corresponent al punt de recàrrega de VE's és de 84.640 W.

- Esquema d'instal·lació 2.
  Aquest cas consta d'un esquema individual amb un comptador comú per l'habitatge i l'estació de recàrrega i de 6 comptadors individuals pels 6 VE's restants (es podria haver

considerat un esquema semblant a l'1, però s'ha escollit un de forma individual pels restants). Aleshores,

- Càrrega corresponent al conjunt format pels 22 habitatges i 1 VE com a màxim per cada habitatges (només els de GEE).
  Consta de 2 habitatges de GEB amb una potència de 5.750 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 25 A, de 14 habitatges de GEE amb una potència de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A i els 6 habitatges restants de GEE amb una potència d'11.500 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 50 A. Aquests últims 6 habitatges, al tenir 2 VE's, se'ls hi afegeix un altre comptador individual pel vehicle restant.
  Aleshores, el càlcul de la càrrega corresponent als habitatges es realitza a través de la següent expressió:

$$P_{HAB} = P_{mitjana} \times C_S = \frac{P_{GEB} \times N_{GEB} + P_{GEE} \times N_{GEE}}{N_{GEB} + N_{GEE}} \times C_S \qquad (6.3)$$

$$C_S\ (22\ habitatges) = 15{,}3 + (n - 21) \times 0{,}5 = 15{,}3 + (22 - 21) \times 0{,}5 = 15{,}8$$

$$P_{HAB} = \frac{5.750\ W \times 2 + 9.200\ W \times 14 + 11.500\ W \times 6}{2 + 14 + 6} \times 15{,}8 = 150.315{,}45\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent als habitatges és de 150.315,45 W.

- Càrrega corresponent als 6 punts de recàrrega de VE's restants dels habitatges GEE d'11.500 W.
  En el cas dels 6 comptadors restants dels 6 habitatges de potència 11.500 W, la càrrega corresponent als punt de recàrrega de VE's de forma individual és considerant una potència unitària de 3.680 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 16 A.

$$P_{VE} = P_{VE\ unitària} = 3.680\ W$$

  Com que pel dimensionat elèctric es sumen potències, es realitza de forma conjunta, és a dir, es multiplica pel nombre de vehicles restants:

$$P_{VE} = P_{VE\ unitària} \times N_{VE} = 3.680\ {}^{W}/_{unitat} \times 6\ unitats = 22.080\ W$$

  Per tant, la càrrega corresponent als punt de recàrrega de VE's restants és de 22.080 W.

- Esquema d'instal·lació 3.

Aquest cas és semblant a l'esquema 1 ja que es consideren 22 comptadors independents, un per cada habitatge, i d'un esquema individual per cada estació de recàrrega. Com que en aquest cas són independents el punt de recàrrega del VE i l'habitatge (a nivell de dimensionament elèctric):

- Càrrega corresponent als habitatges.
  Es consideren 2 habitatges de GEB amb una potència de 5.750 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 25 A i els 20 restants de GEE amb una potència de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A
  Aleshores, el càlcul de la càrrega corresponent als habitatges es realitza a través de la següent expressió:

$$P_{HAB} = P_{mitjana} \times C_S = \frac{P_{GEB} \times N_{GEB} + P_{GEE} \times N_{GEE}}{N_{GEB} + N_{GEE}} \times C_S \qquad (6.4)$$

$$C_S\ (22\ habitatges) = 15{,}3 + (n - 21) \times 0{,}5 = 15{,}3 + (22 - 21) \times 0{,}5 = 15{,}8$$

$$P_{HAB} = \frac{5.750\ W \times 2 + 9.200\ W \times 20}{2 + 20} \times 15{,}8 = 140.404{,}55\ W$$

Per tant, la càrrega corresponent als habitatges és de 140.404,55 W.

- Càrrega corresponent als punts de recàrrega de VE's.
  Al considerar un comptador per cada VE, es tindrà un total de 23 comptadors amb una potència unitària de 3.680 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 16 A.
  $$P_{VE} = P_{VE\ unitària} = 3.680\ W$$
  Com que pel dimensionat elèctric es sumen potències, es realitza de forma conjunta, és a dir, es multiplica pel nombre de vehicles restants:
  $$P_{VE} = P_{VE\ unitària} \times N_{VE} = 3.680\ {}^{W}/_{unitat} \times 23\ unitats = 84.640\ W$$
  Per tant, la càrrega corresponent als punts de recàrrega de VE's és de 84.640 W, com en el primer esquema, però distribuït de forma unitària.

Finalment, la previsió de càrregues de l'edifici és la següent:

- Esquemes 1 i 3.
  $$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + C \times P_{VE} \quad (6.5)$$
  $$P_{TOTAL} = (140.404{,}55\ W + 24.756\ W + 20.000\ W + 16.000\ W) + 0{,}30 \times 84.640\ W = 226.552{,}55\ W = 226{,}55\ kW$$
  Per tant, la previsió de càrregues de l'edifici és de 226.552,55 W (226,55 kW).
- Esquema 2.
  $$P_{TOTAL} = (P_{HAB} + P_{SG} + P_{LC} + P_{PK}) + C \times P_{VE} \quad (6.6)$$
  $$P_{TOTAL} = (150.315{,}45\ W + 24.756\ W + 20.000\ W + 16.000\ W) + 1 \times 22.080\ W = 217.695{,}45\ W = 217{,}70\ kW$$
  Per tant, la previsió de càrregues de l'edifici és de 217.695,45 W (217,70 kW).

A continuació es mostra l'anterior informació de forma resumida:

Taula 6.1. Previsió de càrregues de l'edifici en les condicions inicials.

Càrrega	**Potència (kW)**	
Esquema	**1 i 3**	**2**
Habitatges	140,40	150,32
Serveis Generals	24,76	24,76
Locals Comercials	20,00	20,00
Aparcament	16,00	16,00
Vehicle elèctric	84,64	22,08
Potència total	**226,55**	**217,70**

Juntament amb la previsió de càrregues de l'edifici sense el vehicle elèctric, també és interessant i convenient fer una breu descripció de l'Escomesa i la Caixa General de Protecció (CGP) per tal de comparar-la amb la del pròxim capítol i veure els seus costos associats. Aleshores, segons la ITC-BT-11 del REBT referida a les «Escomeses», la ITC-BT-13 del REBT referida a les «Caixes generals de protecció», la ITC-BT-14 REBT referida a la «Línia General d'Alimentació (LGA)», la ITC-BT-16 referida als «Comptadors» i les NTP-IEBT de l'empresa subministradora d'energia elèctrica Endesa. Sense repetir els mateixos conceptes, seguidament es mostra el dimensionat.

- Escomesa.

- Caixa General de Protecció (CGP).
  Per l'esquema 1 i 3:

$$P_p = \sqrt{3} \times V \times I_p \times \cos(\varphi) \tag{6.7}$$

$$P_p = P_{TOTAL} = 226.552{,}55\ W \quad ; \quad \cos(\varphi) = 0{,}90$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times V \times \cos(\varphi)} = \frac{226.552{,}55\ W}{\sqrt{3} \times 400\ V \times 0{,}90} = 363{,}33\ A$$

Aleshores, a partir d'aquest valor es tria la CGP segons les NTP-IEBT de l'empresa subministradora d'energia elèctrica Endesa, amb les següents característiques:

- Esquema 9: xarxa subterrània.
- Bases de fusibles: 3 bases de fusible del Tipus BUC (Base Unipolar Tancada), NH0 i tamany 2.
- Fusibles: intensitat màxima del fusible (la immediatament superior a la intensitat prevista) 400 A.

Per tant, es tria una CGP-9-400.
Per l'esquema 2:

$$P_p = \sqrt{3} \times V \times I_p \times \cos(\varphi) \tag{6.8}$$

$$P_p = P_{TOTAL} = 217.695{,}45\ W \quad ; \quad \cos(\varphi) = 0{,}90$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \times V \times \cos(\varphi)} = \frac{217.695{,}45\ W}{\sqrt{3} \times 400\ V \times 0{,}90} = 349{,}13\ A$$

Aleshores, a partir d'aquest valor es tria la CGP segons les NTP-IEBT de l'empresa subministradora d'energia elèctrica Endesa, amb les següents característiques:

- Esquema 9: xarxa subterrània.
- Bases de fusibles: 3 bases de fusible del Tipus BUC (Base Unipolar Tancada), NH0 i tamany 2.
- Fusibles: intensitat màxima del fusible (la immediatament superior a la intensitat prevista) 400 A.

Per tant, es tria una CGP-9-400.

- Línia General d'Alimentació (LGA).
  En el cas dels esquemes 1 i 3, el càlcul per dimensionar la LGA és el següent, amb les dades de la CGP:

$$I_p = 363{,}33\ \ A = I_B$$

El dimensionament de la LGA ha de complir els següents dos requisits:

- Criteri de la caiguda de tensió màxima admissible ($\varepsilon_{máx} = 0{,}50\ \%$).
- Criteri de la intensitat màxima admissible (I_z).

La secció mínima, per complir amb el primer requisit, de la LGA és:

$$S_{mín} = \frac{100 \times \rho \times L}{\varepsilon_{máx} \times V^2} \times P \tag{6.9}$$

$$S_{mín} = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{0{,}50\ \% \times (400\ V)^2} \times 226.552{,}55\ W = 96{,}54\ mm^2$$

A continuació, amb el segon requisit, s'extreu de la ITC-BT-19 (conductor XLPE3 i B1), que:

$$I_z = 260\ A \quad ; \quad S = 120\ mm^2$$

Es comprova si compleix amb la caiguda de tensió màxima admissible:

$$\varepsilon = \frac{100 \times \rho \times L}{S \times V^2} \times P \tag{6.10}$$

$$\varepsilon = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{120\ mm^2 \times (400\ V)^2} \times 226.552{,}55\ W = 0{,}40\ \% < 0{,}50\ \%$$

Per tant, al complir amb els dos requisits, la secció serà:

$$I_z = 260\ A \quad ; \quad S = 120\ mm^2$$

A continuació, amb la ITC-BT-14, es determina la secció del conductor del neutre i el diàmetre exterior dels tubs:

$$S_F = 120\ mm^2 \quad \rightarrow \quad S_N = 70\ mm^2 \quad ; \quad \emptyset = 160\ mm$$

Per tant, la Línia General d'Alimentació es dimensiona amb una secció dels conductors de les fases de 120 mm^2, del conductor del neutre de 70 mm^2, un diàmetre exterior dels tubs de 160 mm, una intensitat màxima de 260 A i una caiguda de tensió de 0,40 %.

En el cas de l'esquema 2, el càlcul per dimensionar la LGA és el següent, amb les dades de la CGP:

$$I_p = 349{,}13\ A = I_B$$

El dimensionament de la LGA ha de complir els següents dos requisits:

- Criteri de la caiguda de tensió màxima admissible ($\varepsilon_{máx} = 0{,}50\ \%$).
- Criteri de la intensitat màxima admissible (I_z).

La secció mínima, per complir amb el primer requisit, de la LGA és:

$$S_{mín} = \frac{100 \times \rho \times L}{\varepsilon_{máx} \times V^2} \times P \tag{6.11}$$

$$S_{mín} = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{0{,}50\ \% \times (400\ V)^2} \times 217.695{,}45\ W = 92{,}77\ mm^2$$

A continuació, amb el segon requisit, s'extreu de la ITC-BT-19 (conductor XLPE3 i B1), que:

$$I_z = 224\ A \quad ; \quad S = 95\ mm^2$$

Es comprova si compleix amb la caiguda de tensió màxima admissible:

$$\varepsilon = \frac{100 \times \rho \times L}{S \times V^2} \times P \tag{6.12}$$

$$\varepsilon = \frac{100 \times \frac{1}{44}\ \Omega \times mm^2/_m \times 15\ m}{95\ mm^2 \times (400\ V)^2} \times 201.160{,}55\ W = 0{,}49\ \% < 0{,}50\ \%$$

Per tant, al complir amb els dos requisits, la secció serà:

$$I_z = 224\ A \quad ; \quad S = 95\ mm^2$$

A continuació, amb la ITC-BT-14, es determina la secció del conductor del neutre i el diàmetre exterior dels tubs:

$$S_F = 95\ mm^2 \quad \rightarrow \quad S_N = 50\ mm^2 \quad ; \quad \emptyset = 140\ mm$$

Per tant, la LGA es dimensiona amb una secció dels conductors de les fases de 95 mm^2, del conductor del neutre de 50 mm^2, un diàmetre exterior dels tubs de 140 mm, una intensitat màxima de 224 A i una caiguda de tensió de 0,49 %.

- Centralització de Comptadors (CC).
  Segons la ITC-BT-16 del REBT referida als «Comptadors»: ubicació i sistemes d'instal·lació», i les NTP-IEBT d'Endesa, l'edifici dimensionament és un edifici destinat a habitatges i locals comercials. En funció de l'esquema es necessiten:
  - Esquema 1:
    - 22 comptadors pels 22 habitatges.
    - 1 comptador pels serveis generals.
    - 1 comptador pel local comercial.
    - 1 comptador per l'aparcament.
    - 1 comptador pel conjunt de VE's.
  - Esquema 2:
    - 22 comptadors pel conjunt format pels 22 habitatges i els que disposin d'un VE.
    - 1 comptador pels serveis generals.
    - 1 comptador pel local comercial.
    - 1 comptador per l'aparcament.
    - 6 comptadors pels VE's restants.
  - Esquema 3:
    - 22 comptadors pels 22 habitatges.
    - 1 comptador pels serveis generals.
    - 1 comptador pel local comercial.
    - 1 comptador per l'aparcament.
    - 23 comptadors per cada VE individualment.

Al tenir en tots casos un gran quantitat de comptadors es fa una centralització concentrada de comptadors i al ser major que 16 cal un local que compleixi amb els graus de protecció IK-40 i IK-09 i amb el que marca la instrucció i les normes respecte a la seva ubicació, dimensions, proteccions, etc. En l'esquema 3 són necessàries dues CC, una pel conjunt d'habitatges, serveis generals, local comercial i aparcament i l'altre pels VE's independents. S'ha escollit un IGM de 250 A ja que la previsió de càrrega és superior de 150 kW per la primera CC i 150 A per l'altra ja que la seva potència és menor a 90 kW:

$$I_{IGM_1} = 250\ A$$
$$I_{IGM_2} = 150\ A\ (esquema\ 3)$$

Els fusibles de cada DI són:

- Subministrament GEB: 63 A.
- Subministrament GEE: 100 A.
- Subministrament monofàsic/trifàsic: depèn de la potència.

Resumidament, la instal·lació d'enllaç queda tal com es mostra a continuació:

Taula 6.2. Previsió de càrregues de l'edifici amb la introducció del VE (Font: Elaboració pròpia).

Element	Intensitat càlcul (A)	Intensitat fusible/màxima (A)	Secció (mm^2)	Característiques
CGP	363,33	400	-	CGP-9-400
	349,13	400	-	CGP-9-400
LGA	363,33	260	120	Longitud de 15 m, secció fases 120 mm^2, secció neutre de 70 mm^2 i diàmetre tubs 160 mm
	349,13	224	95	Longitud de 15 m, secció fases 95 mm^2, secció neutre de 50 mm^2 i diàmetre tubs 140 mm
CC	-	-	-	Esquema 1 26 comptadors ubicats en un local i 1 CC
				Esquema 2 31 comptadors ubicats en un local i 1 CC
				Esquema 3 48 comptadors ubicats en un local i 2 CC
IGM	-	250	-	P > 150 kW (esq. 1 i 2)
		150	-	P < 90 kW (esq. 3)
Fusibles DI	-	63/100	-	GEB/GEE

6.3. Definició consums energètics

En aquest apartat s'han redefinit els consums energètics dels habitatges ja que és de gran importància per tal de determinar les corbes de demanda del pròxim apartat.

En primer lloc, s'exposen els consum dels serveis i usos associats a l'edifici: serveis generals, locals comercials i aparcament, tal i com s'ha realitzat en el capítol anterior.

- Serveis generals.
  S'ha considerat que l'ascensor està en funcionament durant 1 h al llarg del dia i que l'enllumenat de les zones comuns i altres espais està en funcionament unes 8 h diàries.
- Local comercial.
  S'ha considerat que el local comercial es troba en horari laboral des de les 8 del matí a les 8 de la nit, és a dir, un total de 12 h diàries consumint energia.
- Aparcament.
  S'ha considerat que, al llarg del dia, els serveis de l'aparcament com la ventilació i la il·luminació funcionen durant 10 h.

Per tal d'obtenir la potència a contractar i el consum anual, el procediment de càlcul és el descrit en l'apartat 5.2. Els resultats respecte a aquests serveis són els mateixos que s'han obtingut en les Taules 5.3, 5,4 i 5.5.

En aquest capítol, cal afegir-hi la recàrrega dels VE que, en l'esquema 1 i 3, es consideren com a consums independents dels habitatges: en el primer esquema com un conjunt sota el mateix comptador i en el cas de l'esquema 3, amb una nova CC i els 22 comptadors individuals per cada vehicle. En l'esquema 2 està inclòs en el mateix comptador de l'habitatge. El procés de recàrrega del VE s'ha establert en 7 h i es realitza durant el període supervall, és a dir, entre la 1 d la matinada i les 7 del matí.

Amb el mateix procediment de càlcul, a continuació es mostren els resultats de la potència i el consum anual dels VE's.

Taula 6.3. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 1 (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle elèctric Esquema 1				
		Potència		
Tipus	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Vehicle elèctric	84640	1,00	1,00	84640,00
				84640,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**84,6400**

				Energia/Consum			
Tipus	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Vehicle elèctric	23	3680	84640	7	7	16589,44	
					Consum mensual total (kWh)	**16589,44**	
					Consum energia anual (kWh)	**199073,28**	**199074**

Taula 6.4. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 2 (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle elèctric Esquema 2				
		Potència		
Tipus	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Vehicle elèctric	22080	1,00	1,00	22080,00
				22080,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**22,0800**

				Energia/Consum			
Tipus	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Vehicle elèctric	6	3680	22080	7	7	4327,68	
					Consum mensual total (kWh)	**4327,68**	
					Consum energia anual (kWh)	**51932,16**	**51933**

Taula 6.5. Potència i consum energètic del VE segons l'esquema 3 (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle elèctric Esquema 3				
		Potència		
Tipus	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Vehicle elèctric	3680	1,00	1,00	3680,00
				3680,00
			Factor simultaneïtat Fs	1,00
			Potència total (kW)	**3,6800**

				Energia/Consum			
Tipus	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Vehicle elèctric	1	3680	3680	7	7	721,28	
					Consum mensual total (kWh)	**721,28**	
					Consum energia anual (kWh)	**8655,36**	**8656**

Respecte a la definició de les famílies, seguidament es mostra una descripció detallada de cadascuna de les quatre tipologies considerades amb l'única diferència amb el capítol anterior de la introducció del VE en els Tipus 2, 3 i 4:

- Família Tipus 1.

  Aquest primer tipus de família considerat està format per 2 membres d'edat avançada i jubilada (65 anys), sense fills, que viuen a la planta baixa de l'edifici (Baixos1ª i Baixos2ª) i disposen d'un VC tot i que fer-ne ús reduït d'aquest en benefici del transport públic. Tenen un horari flexible de les set del matí a dos quarts d'onze de la nit, passant la major part del dia a l'habitatge, sobretot en horari de tarda. Els horaris dels diferents menjars importants al llarg del dia són els següents:

  - Esmorzar: 7-7.30 h.
  - Dinar: 13.30-14.15 h.
  - Sopar: 20.30-21.15 h.

  Aleshores, respecte a la potència prevista, tenen un GEB de 5.750 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 25 A degut al seu baix consum d'electricitat, la utilització d'aparells i equipament elèctric d'ús comú a un habitatge i la combinació de l'electricitat amb el gas natural (7.500 kWh anuals).

- Família Tipus 2.

  El segon cas considerat es tracta d´una família tradicional formada per 3 membres: dos pares d'entre 35 i 40 anys i 1 fill/a d'entre 8 i 12 anys al seu càrrec; i viuen entre el segon i tercer pis de l'edifici (1r1ª-2n2ª). En aquest cas, disposen d'un VC o VE que utilitza el pare de la família per portar el fill a l'escola i per anar a la feina cada dia i assistir a altres activitats de tarda, així com en sortides familiars els caps de setmana; la mare utilitza el transport públic per anar a la feina. El menor té un horari escolar de dos quarts de nou a les cinc de la tarda i els pares disposen d'un horari diferent en funció de la feina de cada membre: mentre la mare, funcionària a l'Administració pública, disposa d'una jornada laboral de matí de dos quarts de vuit a dos quarts de tres de la tarda, el pare té una jornada laboral fraccionada de matí i tarda de dos quarts de nou del matí a dos quarts d'una i de les tres a les sis de la tarda. Tenen un horari de retorn a l'habitatge esglaonat des de les tres de la tarda a les vuit del vespre, en funció d'activitats extraescolars tant del menor com dels pares. En general, tenen un horari de dos quarts de set del matí a les onze de la nit. Així, els horaris dels diferents menjars importants al llarg del dia són els següents:

  - Esmorzar: 6.30-8 h.
  - Dinar: 15-15.45 h/a la feina o a l'escola.
  - Sopar: 20.45-21-30 h.

Aleshores, respecte a la potència prevista, en els tres esquemes d'instal·lació i tots els casos considerats en aquest tipus de família tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat i combinació d'aquesta amb el gas natural (9.000 kWh anuals).
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, d'una assecadora i amb un nombre de punts d'utilització de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6 i punt per la recàrrega del VE (en l'esquema 2).

- Família Tipus 3.

Aquest tipus de família considerat és tradicional i està format per 4 membres: els dos pares d'entre uns 45 i 50 anys i 2 fills/es amb unes edats d'entre 16 i 18 anys; i viuen entre el tercer i cinquè pis de l'edifici (2n3ª-4t2ª). Com en el cas anterior, disposen d'un VE que utilitza tant el pare com la mare de la família per anar a la feina cada dia i assistir a altres activitats de tarda, així com en sortides familiars els caps de setmana; en canvi, els fills van amb transport públic a l'escola/institut. Els pares tenen un horari flexible en funció de la feina començant la jornada laboral a les vuit del matí i durant els matins no es troben presents a l'habitatge, els fills/es tenen una jornada escolar compacta al matí de les vuit del matí a dos quarts de tres del migdia. Els membres tornen esglaonadament des de les tres del migdia fins a dos quarts de nou del vespre, en funció de les activitats extraescolars i la feina. Així, l'horari general és de tres quarts de set del matí a dos quarts de dotze de la nit:

- Esmorzar: 7-7.30 h.
- Dinar: 15-15.45 h/a la feina o a l'escola.
- Sopar: 21-22 h.

Aleshores, respecte a la potència prevista, en els tres esquemes d'instal·lació i tots els casos considerats en aquest tipus de família tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat i combinació d'aquesta amb el gas natural (6.000 kWh anuals).
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, d'una assecadora, un nombre de punts d'utilització d'enllumenat superior a 30 i de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6 i punt per la recàrrega del VE (en l'esquema 2).

- Família Tipus 4.

Finalment, l'últim cas considerat en l'estudi per dur a terme l'anàlisi es tracta d'una família nombrosa formada per 5 membres: els dos pares d'uns 40-45 anys amb els seus tres fills/es d'entre 6 i 10 anys que viuen entre el cinquè i sisè pis de l'edifici (4t3ª-5è4ª). La família disposa de dos VE's d'ús diari per anar a la feina, a l'escola i altres activitats de tarda, així com en

sortides familiars els caps de setmana. El pare té un horari flexible i la seva jornada laboral comença a les nou del matí i es pot allargar fins les set o quarts de vuit del vespre, en funció de la feina i d'altres activitats de tarda. La mare té una jornada laboral de matí que comença a les vuit del matí i acaba a dos quarts de cinc de la tarda. Els fills tenen l'horari escolar de nou del matí a cinc de la tarda. Durant les tardes, en funció de les activitats extraescolars, s'arriba a l'habitatge entre quarts de sis i quarts de vuit del vespre. Així, l'horari general és de tres quarts de set del matí a les onze de la nit.

- Esmorzar: 6.45-7.30 h.
- Dinar: - (a la feina o a l'escola).
- Sopar: 20.15-21 h.

Aleshores, respecte a la potència prevista, cal diferenciar entre el tipus d'esquema d'instal·lació: en els esquemes 1 i 3 tenen un GEE de 9.200 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 40 A i en l'esquema 2 tenen un GEE d' 11.500 W a 230 V amb un calibre de l'IGA de 50 A degut a:

- Elevat consum d'electricitat.
- Previsió d'utilització d'aparells electrodomèstics i equipament elèctric superior a l'electrificació bàsica: instal·lació d'aire condicionat, de la calefacció elèctrica, d'una assecadora, un nombre de punts d'utilització d'enllumenat superior a 30 i de preses de corrent d'ús general superior a 20 així com un nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina superior a 6 i punt per la recàrrega del VE (en l'esquema 2).

De forma esquemàtica, seguidament es mostra una taula amb les característiques més importants dels quatre tipus de família considerades.

Taula 6.6. Tipus de família 1 i 2 considerats en la gestió de la càrrega (Font: Elaboració pròpia).

Tipus famílies gestió càrrega										
Tipus família	**Subgrup**	**Pis**	**Número**	**Grau electrificació**	**Potència prevista (W)**	**Membres**	**Fills**	**VE**	**VC**	**Habitatges totals**
1	1.1	Baixos	1	Bàsica	5750	2	0	0	1	2
	1.2	Baixos	2	Bàsica	5750		0	0	1	
2	2.1	1	1	Elevada	9200	3	1	0	1	6
	2.2	1	2	Elevada	9200		1	0	1	
	2.3	1	3	Elevada	9200		1	0	1	
	2.4	1	4	Elevada	9200		1	1	0	
	2.5	2	1	Elevada	9200		1	1	0	
	2.6	2	2	Elevada	9200		1	1	0	

Taula 6.7. Tipus de família 3 i 4 considerats en la gestió de la càrrega (Font: Elaboració pròpia).

Tipus famílies gestió càrrega										
Tipus família	**Subgrup**	**Pis**	**Número**	**Grau electrificació**	**Potència prevista (W)**	**Membres**	**Fills**	**VE**	**VC**	**Habitatges totals**
3	3.1	2	3	Elevada	9200	4	2	1	0	8
	3.2	2	4	Elevada	9200		2	1	0	
	3.3	3	1	Elevada	9200		2	1	0	
	3.4	3	2	Elevada	9200		2	1	0	
	3.5	3	3	Elevada	9200		2	1	0	
	3.6	3	4	Elevada	9200		2	1	0	
	3.7	4	1	Elevada	9200		2	1	0	
	3.8	4	2	Elevada	9200		2	1	0	
4	4.1	4	3	Elevada	11500	5	3	2	0	6
	4.2	4	4	Elevada	11500		3	2	0	
	4.3	5	1	Elevada	11500		3	2	0	
	4.4	5	2	Elevada	11500		3	2	0	
	4.5	5	3	Elevada	11500		3	2	0	
	4.6	5	4	Elevada	11500		3	2	0	
Sumatori total								23	5	22
								28		

Seguidament, també s'han tornat a definir els possibles electrodomèstic i aparells elèctrics que es podrien considerar en un habitatge tipus.

Taula 6.8. Consum elèctrics dels aparells i electrodomèstics considerats en la gestió de la càrrega (Font: Elaboració pròpia).

Consum elèctric			
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Circuit**	**Potència (W)**
Cuina	Nevera	C2	500-750
	Forn	C3	2500-3500
	Cuina	C3	900-2000/GAS
	Pla treball i altres aparells	C5	900-1500
	Rentaplats	C4	1500-2500
Bugaderia/Neteja	Rentadora	C4	1500-2500
	Assecadora	C10	2000-3000
Climatització i ACS	Aire condicionat	C9	1250-2500
	Calefacció	C8	1250-2500/GAS
	Termo elèctric	C4	1500-3500/GAS
Entreteniment i Altres	TV	C2	500-1000
	Miscel·lània	C2	1500-3000
Bany	Bany	C5	1000-1500
Il·luminació	Il·luminació interior	C1	250-400
Vehicle elèctric	VE	C13	3680

Per tal d'obtenir la potència i el consum anual, el procediment de càlcul és el descrit en l'apartat 5.2. Així, seguidament, es mostren els resultats obtinguts per cadascuna de les famílies. Mencionar que el Tipus 1 es manté igual que en l'avaluació inicial i només s'exposen els casos dels Tipus 2, 3 i 4 en l'esquema 2 ja que els altres es mantenen igual que en l'apartat anterior. A més a més, en el Tipus 4 es consideren dos vehicles, però la recàrrega és alterna, és a dir, un dia es carrega un vehicle i el següent dia l'altre.

Taula 6.9. Potència de la família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEB	Potència prevista (W)	5750
Estança	Equip electrodomèstic	Tipus	Potència prevista (W)	Factor simultaneïtat Fs	Factor utilització Fu	Potència total (W)
Cuina	Nevera	-	500	0,20	0,25	25,00
	Forn	-	2500	0,50	0,75	937,50
	Cuina	Gas	0	0,50	0,75	0,00
	Pla treball i altres aparells	-	900	0,40	0,50	180,00
	Rentaplats	-	1500	0,66	0,75	742,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	1500	0,66	0,75	742,50
	Assecadora	-	0	1,00	0,75	0,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	0	1,00	1,00	0,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Gas	0	0,66	0,75	0,00
Entreteniment i Altres	TV	-	500	0,20	0,25	25,00
	Miscel·lània	-	1500	0,20	0,25	75,00
Bany	Bany	-	1000	0,40	0,50	200,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	250	0,75	0,50	93,75
						3021,25
					Factor simultaneïtat Fs	0,75
					Potència total (kW)	**2,2659**

Taula 6.10. Consum energètic de la família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	25,00	25,00	24	24	16,80	
	Forn	1	937,50	937,50	1,25	1,50	34,69	
	Cuina	0	0,00	0,00	3	3	0,00	
	Pla treball i altres aparells	3	60,00	180,00	4,25	4,50	21,78	
	Rentaplats	1	742,50	742,50	2	1,50	38,61	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	742,50	742,50	2	1,50	38,61	
	Assecadora	0	0,00	0,00	0	0	0,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	0	0,00	0,00	0	0	0,00	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	4	0,00	
	Termo elèctric	0	0,00	0,00	1	0,50	0,00	
Entreteniment i Altres	TV	1	25,00	25,00	6	6	4,20	
	Miscel·lània	8	9,38	75,00	4	4	8,40	
Bany	Bany	3	66,67	200,00	2,50	2	13,20	
Il·luminació	Il·luminació interior	25	3,75	93,75	11,50	12	30,56	
						Consum mensual total (kWh)	**206,85**	
						Consum energia anual (kWh)	**2482,20**	**2483**
						Consum gas anual (kWh)	**7500**	

Taula 6.11. Potència de la família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	500	0,20	0,25	25,00
	Forn	-	2500	0,50	0,75	937,50
	Cuina	Gas	0	0,50	0,75	0,00
	Pla treball i altres aparells	-	900	0,40	0,50	180,00
	Rentaplats	-	1500	0,66	0,75	742,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	1500	0,66	0,75	742,50
	Assecadora	-	2000	1,00	0,75	1500,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	1250	1,00	1,00	1250,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Gas	0	0,66	0,75	0,00
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	2000	0,20	0,25	100,00
Bany	Bany	-	1000	0,40	0,50	200,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	300	0,75	0,50	112,50
Vehicle elèctric	VE	Elèctric	3680	1,00	1,00	3680,00
						9520,00
					Factor simultaneïtat Fs	0,75
					Potència total (kW)	**7,1400**

Taula 6.12. Consum energètic de la família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	25,00	25,00	24	24	16,80	
	Forn	1	937,50	937,50	0,75	1	21,56	
	Cuina	0	0,00	0,00	2,50	2,50	0,00	
	Pla treball i altres aparells	3	60,00	180,00	3,50	3,50	17,64	
	Rentaplats	1	742,50	742,50	2	2	41,58	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	742,50	742,50	2	2	41,58	
	Assecadora	1	1500,00	1500,00	2	2	84,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	1250,00	1250,00	2,50	4	102,50	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	4	0,00	
	Termo elèctric	0	0,00	0,00	1,50	1	0,00	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	4	6	6,40	
	Miscel·lània	10	10,00	100,00	6	6	16,80	
Bany	Bany	5	40,00	200,00	2,25	2	12,20	
Il·luminació	Il·luminació interior	30	3,75	112,50	8,75	12	30,49	
Vehicle elèctric	VE	1	3680	3680	7	7	721,28	
						Consum mensual total (kWh)	**1112,83**	
						Consum energia anual (kWh)	**13353,96**	**13354**
						Consum gas anual (kWh)	**9000**	

Taula 6.13. Potència de la família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	750	0,20	0,25	37,50
	Forn	-	1250	0,50	0,75	468,75
	Cuina	Elèctric	1500	0,50	0,75	562,50
	Pla treball i altres aparells	-	1000	0,40	0,50	200,00
	Rentaplats	-	2000	0,66	0,75	990,00
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	2000	0,66	0,75	990,00
	Assecadora	-	2250	1,00	0,75	1687,50
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	1750	1,00	1,00	1750,00
	Calefacció	Gas	0	1,00	1,00	0,00
	Termo elèctric	Elèctric	2500	0,66	0,75	1237,50
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	2750	0,20	0,25	137,50
Bany	Bany	-	1250	0,40	0,50	250,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	350	0,75	0,50	131,25
Vehicle elèctric	VE	Elèctric	3680	1,00	1,00	3680,00
						12172,50
					Factor simultaneïtat Fs	0,60
					Potència total (kW)	**7,3035**

Taula 6.14. Consum energètic de la família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	37,50	37,50	24	24	25,20	
	Forn	1	468,75	468,75	0,75	1,50	12,66	
	Cuina	1	562,50	562,50	1,50	1,50	23,63	
	Pla treball i altres aparells	4	50,00	200,00	2,75	1	12,60	
	Rentaplats	1	990,00	990,00	2	2	55,44	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	990,00	990,00	2	2	55,44	
	Assecadora	1	1687,50	1687,50	2	2	94,50	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	1750,00	1750,00	4	6	224,00	
	Calefacció	0	0,00	0,00	4	6	0,00	
	Termo elèctric	1	1237,50	1237,50	0,75	1,50	33,41	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	4	6	6,40	
	Miscel·lània	12	11,46	137,50	6	6	23,10	
Bany	Bany	6	41,67	250,00	2,25	2,50	16,25	
Il·luminació	Il·luminació interior	35	3,75	131,25	9	12	36,23	
Vehicle elèctric	VE	1	3680	3680	7	7	721,28	
						Consum mensual total (kWh)	**1340,13**	
						Consum energia anual (kWh)	**16081,55**	**16082**
						Consum gas anual (kWh)	**6000**	

Taula 6.15. Potència de la família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4						
		Potència				
		Tipus Grau Electrificació		GEE	Potència prevista (W)	9200/11500
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Tipus**	**Potència prevista (W)**	**Factor simultaneïtat Fs**	**Factor utilització Fu**	**Potència total (W)**
Cuina	Nevera	-	750	0,20	0,25	37,50
	Forn	-	3500	0,50	0,75	1312,50
	Cuina	Elèctric	2000	0,50	0,75	750,00
	Pla treball i altres aparells	-	1500	0,40	0,50	300,00
	Rentaplats	-	2500	0,66	0,75	1237,50
Bugaderia/Neteja	Rentadora	-	2500	0,66	0,75	1237,50
	Assecadora	-	3000	1,00	0,75	2250,00
Climatització i ACS	Aire condicionat	-	2500	1,00	1,00	2500,00
	Calefacció	Elèctric	2500	1,00	1,00	2500,00
	Termo elèctric	Elèctric	3500	0,66	0,75	1732,50
Entreteniment i Altres	TV	-	1000	0,20	0,25	50,00
	Miscel·lània	-	3000	0,20	0,25	150,00
Bany	Bany	-	1500	0,40	0,50	300,00
Il·luminació	Il·luminació interior	-	400	0,75	0,50	150,00
Vehicle elèctric	VE	Elèctric	3680	1,00	1,00	3680,00
						18187,50
					Factor simultaneïtat Fs	0,60
					Potència total (kW)	**10,9125**

Taula 6.16. Consum energètic de la família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4								
		Energia/Consum						
Estança	**Equip electrodomèstic**	**Unitats**	**Potència unitària (W)**	**Potència total (W)**	**Hores/dia (Dll-Div)**	**Hores/dia (Dis-Diu)**	**Consum mensual (kWh)**	
Cuina	Nevera	1	37,50	37,50	24	24	25,20	
	Forn	1	1312,50	1312,50	0,50	1,50	28,88	
	Cuina	1	750,00	750,00	1,75	1,50	35,25	
	Pla treball i altres aparells	5	60,00	300,00	3,25	2	24,30	
	Rentaplats	1	1237,50	1237,50	2	2	69,30	
Bugaderia/Neteja	Rentadora	1	1237,50	1237,50	2	2	69,30	
	Assecadora	1	2250,00	2250,00	2	2	126,00	
Climatització i ACS	Aire condicionat	1	2500,00	2500,00	4	6	320,00	
	Calefacció	1	2500,00	2500,00	4	6	320,00	
	Termo elèctric	1	1732,50	1732,50	0,75	1,50	46,78	
Entreteniment i Altres	TV	2	25,00	50,00	6	8	9,20	
	Miscel·lània	14	10,71	150,00	6	6	25,20	
Bany	Bany	8	37,50	300,00	1,75	2	15,30	
Il·luminació	Il·luminació interior	40	3,75	150,00	6,25	12	33,15	
Vehicle elèctric	VE	1	3680	3680	7	7	721,28	
						Consum mensual total (kWh)	**1869,13**	
						Consum energia anual (kWh)	**22429,59**	**22430**
						Consum gas anual (kWh)	**0**	

Descrits els consums de tots els serveis i habitatges de l'edifici considerant el VE és possible obtenir les corbes de demanda elèctrica dels consums familiars (la resta no entra dins l'abast del projecte).

6.4. Corbes de demanda elèctrica

Com en l'apartat 5.3, en aquest també s'exposen les corbes de demanda elèctrica que s'han obtingut resultat de les consideracions realitzades a l'apartat anterior i només considerant els habitatges (en aquest cas només els Tipus 2, 3 i 4 ja que són els únics consumidors amb VE). Seguint el mateix procediment de càlcul que en l'esmentat apartat per tal d'arribar a determinar aquestes corbes, en aquest s'hi mostra la corba de la tarifa DHS.

REE també ofereix la corba de demanda de referència per aquest cas. De les categories esmentades en l'apartat 5.3, la tarifa VE s'inclou dins la categoria d. Així, seguidament es mostra la corba per la tarifa 2.0DHS i 2.1DHS pel mateix dia, el 12 d'abril de 2016. En el mateix gràfic s'inclouen les A i DHA per tal d'observar-ne les diferències evidents de distribució del consum elèctric.

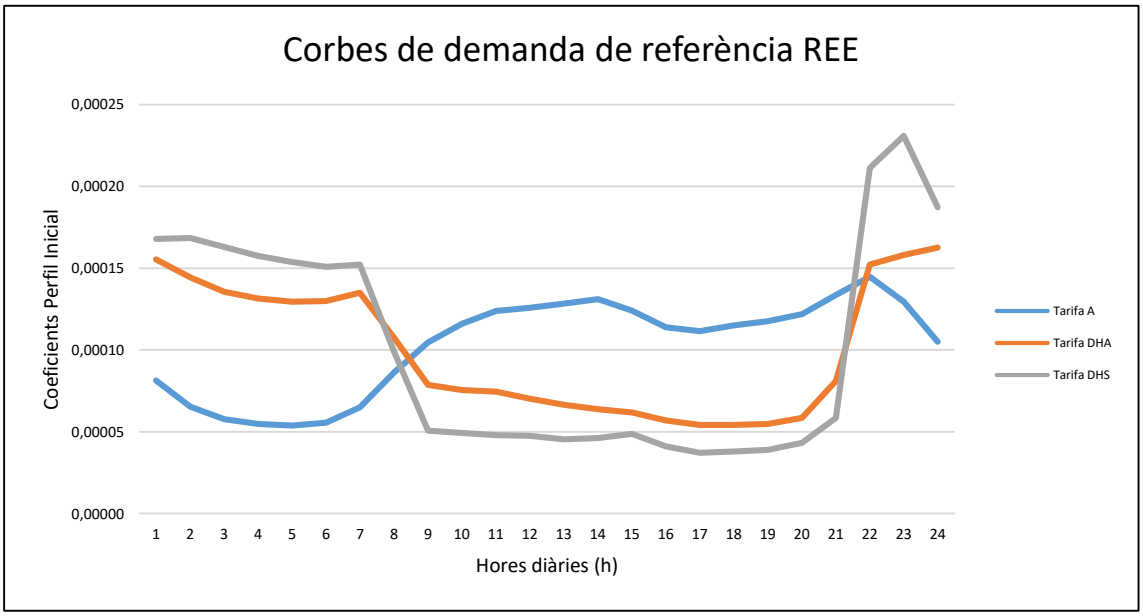


Figura 6.2. Corbes de demanda elèctrica de referència per les tarifes A, DHA i DHS del 12 d'abril de 2016 (Font: REE).

En aquest es pot observar com la tarifa DHS, tot i seguir un patró similar a la DHA, porta més a l'extrem la distribució del consum durant les hores diürnes i l'accentua durant el període supervall degut a la recàrrega del VE. Cal vigilar molt, aleshores, el consum durant les hores corresponents al període punta ja que el seu preu s'encareix molt.

Les corbes obtingudes en aquest capítol han de seguir un patró semblant al proposat REE, o almenys que s'aproximin al màxim per tal d'apropar-se a casos reals. Com s'ha explicat en el mateix apartat de l'avaluació inicial, s'han obtingut fent el sumatori de la potència per l'interval de temps (15 min) de tots els electrodomèstics.

Així, a partir de les corbes obtingudes en la tarifa DHA i distribuint el consum de forma tal que la recàrrega del VE es produeixi en les hores del període supervall, continuació es mostren les tres corbes obtingudes per les tres tipologies de famílies que disposen de VE.

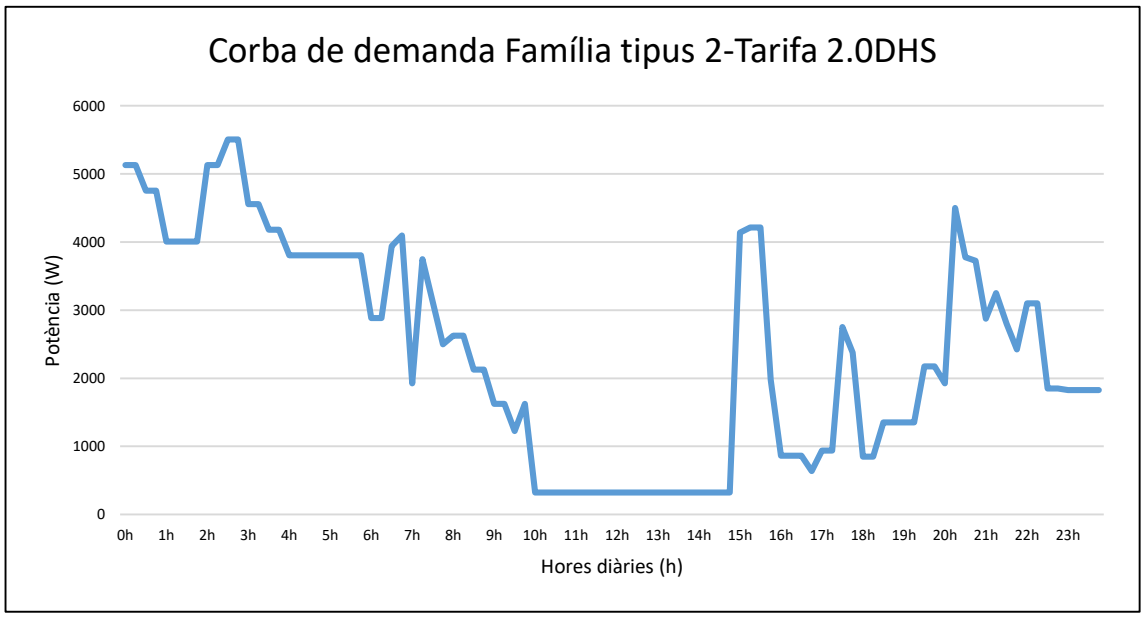


Figura 6.3. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 2 i Tarifa DHS (Font: Elaboració pròpia).

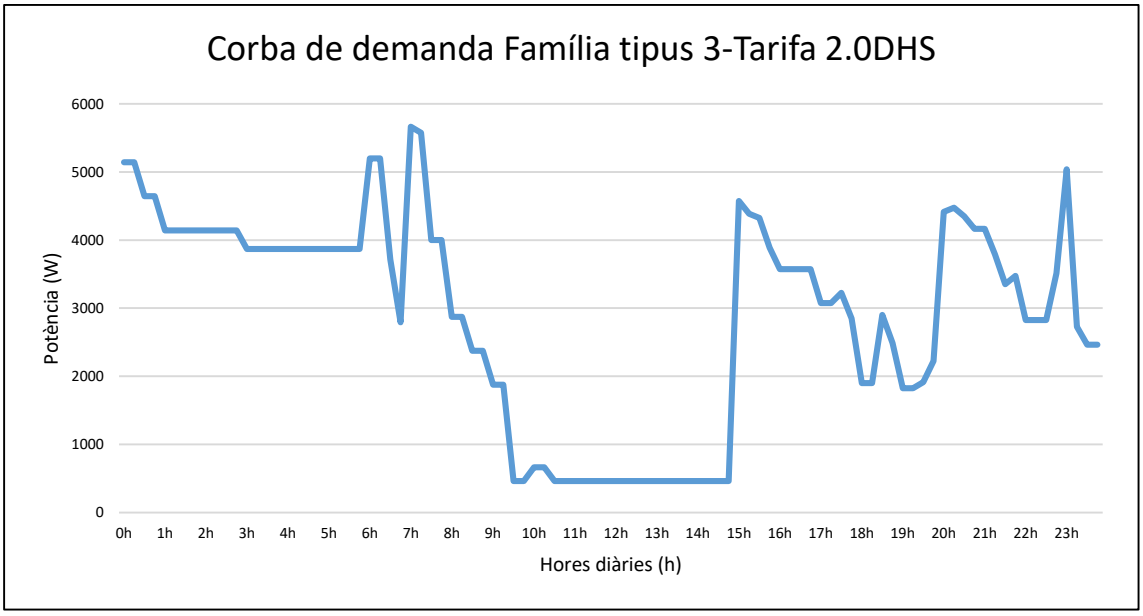


Figura 6.4. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 3 i Tarifa DHS (Font: Elaboració pròpia).

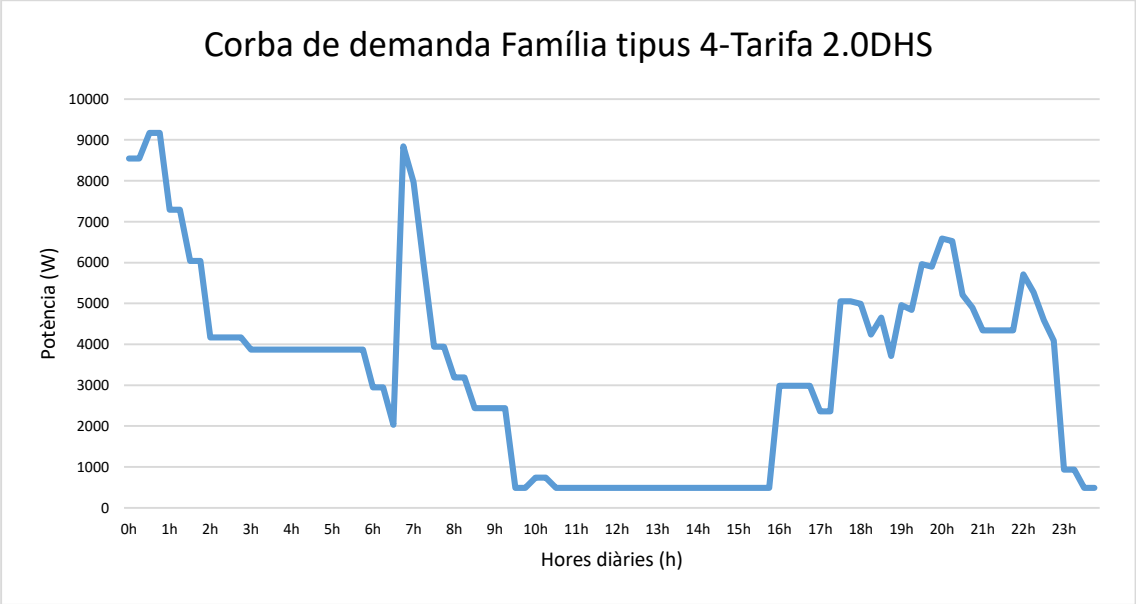


Figura 6.5. Corba de demanda elèctrica de la família Tipus 4 i Tarifa DHS (Font: Elaboració pròpia).

Es pot observar com en el període que comprèn la una de la matinada i les set del matí es recarrega el vehicle i durant el dia es redueix el consum o s'intenta consumir en les hores del segon període, és a dir, el període vall ja que tenen un preu intermedi i es vol reduir al màxim el consum en el període punta, tasca no gens fàcil pel consumidor degut a que ha de conèixer l'hora en el qual funciona cada aparell o electrodomèstic.

Com s'ha exposat en els casos de les tarifes d'accés A i DHA, cal observar els pics de demanda ja que corresponen a la potencia contractada i, per tant, una potència elevada repercuteix de forma significativa en la factura de la llum, concretament en el terme fix.

Finalment, a partir de totes aquestes dades obtingudes, en el següent apartat s'avalua econòmicament els efectes de la introducció del VE segons els tres esquemes d'instal·lació proposats per la ITC-BT-52 del REBT.

6.5. Avaluació econòmica amb vehicle elèctric

En aquest apartat es mostren els resultats de la tarifa DHA en funció dels esquemes d'instal·lació per tal d'extreure'n una conclusió després de realitzar una avaluació econòmica. Així, l'objectiu principal és el de determinar l'esquema d'instal·lació més adient i que millor s'adapti als hàbits de cada tipus de família tenint en compte, alhora, el cost de la factura elèctrica. Com en el cas anterior, es considera que l'estudi és vàlid per 1 any, és a dir, només es té en compte el valor de les factures en el seu primer any.

Descrits tots els consums de l'edifici amb la introducció del VE i mostrades les seves corbes de consum elèctric, a continuació es mostren les taules resum amb les potències de càlcul, potències a contractar en la tarifa d'accés DHS, així com els consums mensuals i anuals.

Com en el cas de la definició de consums, els serveis generals, el local comercial i l'aparcament es mantenen iguals que en el capítol anterior, tal i com s'observa en les següents taules.

Taula 6.17. Característiques Serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Serveis generals		
Tarifa d'accés	**3.0A**	
Potència prevista REBT (W)	19,88	
Factor simultaneïtat Fs	1	
Potència prevista (kW)	19,88	
Potència a contractar (kW)	20	**15+20+5**
Consum mensual total (kWh)	1586,84	
Consum energia anual (kWh)	19043	**4501+12041+2501**

Taula 6.18. Característiques Local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Local comercial	
Tarifa d'accés	**3.0A**
Potència prevista REBT (W)	20,00
Factor simultaneïtat Fs	1
Potència prevista (kW)	20,00

Potència a contractar (kW)	20	**15+20+2,5**
Consum mensual total (kWh)	1586,84	
Consum energia anual (kWh)	57600	**18520+37080+2000**

Taula 6.19. Característiques Aparcament (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Aparcament	
Tarifa d'accés	**2.1A**
Potència prevista REBT (W)	12,00
Factor simultaneïtat Fs	1
Potència prevista (kW)	12,00
Potència a contractar (kW)	**14,49**
Consum mensual total (kWh)	3168,00
Consum energia anual (kWh)	**38016**

Respecte als habitatges, cal tenir en compte els esquemes d'instal·lació.

En els esquemes d'instal·lació 1 i 2 es tenen els VE's independents dels habitatges.

Taula 6.20. Característiques VE's (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Vehicles elèctrics Esquema 1		
Tarifa d'accés	**2.0DHS**	
Potència prevista REBT (W)	84,64	
Factor simultaneïtat Fs	1	
Potència prevista (kW)	84,64	
Potència a contractar (kW)	85	**5+10+15**
Consum mensual total (kWh)	16589,44	
Consum energia anual (kWh)	199074	**7219+16855+175000**

Taula 6.21. Característiques VE's (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Vehicles elèctrics Esquema 3		
Tarifa d'accés	**2.0DHS**	
Potència prevista REBT (W)	3,68	
Factor simultaneïtat Fs	1	
Potència prevista (kW)	3,68	
Potència a contractar (kW)	4,60	
Consum mensual total (kWh)	721,28	
Consum energia anual (kWh)	8656	**250+500+7906**

Respecte a les famílies es considera el cas de les tarifes DHA del capítol anterior.

Taula 6.22. Característiques Família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 1	
Tarifa d'accés	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	3021,25
Factor simultaneïtat Fs	0,75
Potència prevista (kW)	2,27
Potència a contractar (kW)	**3,45**
Consum mensual total (kWh)	206,85
Consum energia anual (kWh)	**1197+1286**
Consum gas natural anual (kWh)	**7500**

Taula 6.23. Característiques Família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 2		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**5840,00**	
Factor simultaneïtat Fs	0,75	
Potència prevista (kW)	4,38	
Potència a contractar (kW)	**4,60**	
Consum mensual total (kWh)	391,55	
Consum energia anual (kWh)	**4699**	**2319+2380**
Consum gas natural anual (kWh)	**9000**	

Taula 6.24. Característiques Família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 3		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**8492,50**	
Factor simultaneïtat Fs	0,60	
Potència prevista (kW)	5,10	
Potència a contractar (kW)	**5,75**	**4,60**
Consum mensual total (kWh)	618,85	
Consum energia anual (kWh)	**7427**	**4209+3218**
Consum gas natural anual (kWh)	**6000**	

Taula 6.25. Característiques Família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 4		
Tarifa d'accés	**2.0A**	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	**14507,50**	
Factor simultaneïtat Fs	0,60	
Potència prevista (kW)	8,70	
Potència a contractar (kW)	**9,20**	**8,05**
Consum mensual total (kWh)	1147,85	
Consum energia anual (kWh)	**13775**	**8030+5745**
Consum gas natural anual (kWh)	**0**	

En l'esquema 2 els habitatges i el VE's estan conjuntament en el mateix comptador de l'usuari, excepte el Tipus 4 en el que tenen un comptador extra pel segon VE.

Tot i que s'ha determinat una potència de càlcul cal observar els pics de demanda de les corbes que s'han determinat en l'anterior apartat. Al introduir el VE, la primera impressió seria augmentar la potencia contractada, però duent a terme una gestió de la càrrega (període supervall), no és necessari fer aquest augment tant considerable i es pot reduir el terme fix de potència. Seguidament es mostren les dues possibilitats adoptades per l'estudi.

Taula 6.26. Característiques Família Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 1	
Tarifa d'accés	**2.0DHA**
Potència prevista REBT (W)	3021,25
Factor simultaneïtat Fs	0,75
Potència prevista (kW)	2,27
Potència a contractar (kW)	**3,45**
Consum mensual total (kWh)	206,85
Consum energia anual (kWh)	**1197+1286**
Consum gas natural anual (kWh)	**7500**

Taula 6.27. Característiques Família Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 2			
Tarifa d'accés		**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència prevista REBT (W)		9520,00	
Factor simultaneïtat Fs		0,75	
Potència prevista (kW)		7,14	
Potència a contractar (kW)		**8,05**	**5,75**
Consum mensual total (kWh)		1112,83	
Consum energia anual (kWh)	**13354**	**2383+2968+8003**	
Consum gas natural anual (kWh)		**9000**	

Taula 6.28. Característiques Família Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 3			
Tarifa d'accés		**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència prevista REBT (W)		12172,50	
Factor simultaneïtat Fs		0,60	
Potència prevista (kW)		7,30	
Potència a contractar (kW)		**8,05**	**5,75**
Consum mensual total (kWh)		1340,13	
Consum energia anual (kWh)	**16082**	**4410+3564+8108**	
Consum gas natural anual (kWh)		**6000**	

Taula 6.29. Característiques Família Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Potència i energia Família Tipus 4			
Tarifa d'accés		**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència prevista REBT (W)		18187,50	
Factor simultaneïtat Fs		0,60	
Potència prevista (kW)		10,91	
Potència a contractar (kW)		**11,50**	**9,20**
Consum mensual total (kWh)		1869,13	
Consum energia anual (kWh)	**22430**	**9268+4423+8739**	
Consum gas natural anual (kWh)		**0**	

Aleshores, amb les dades mostrades en les taules anteriors es poden obtenir els costos de les factures elèctriques de l'edifici amb la introducció del VE. Aquestes s'han obtingut a partir del 'Comparador d'ofertes d'energia' de la CNMC, com en el capítol anterior.

Introduïdes les dades requerides, es poden determinar les factures de tots els consums considerats en l'estudi. Mencionar que en aquest cas s'han considerat ofertes d'electricitat i gas natural separades en les famílies Tipus 1, 2 i 3. Alhora, tot i que la CNMC torna a proposar uns valors per defecte en el cas de la tarifa DHS, s'ha repartit en funció de les necessitats reals de cada consumidor, és a dir, en funció de l'hora de consum de l'aparell elèctric aquest va cap al període P1 , P2 o P3 (punta, vall o supervall).

Seguidament es mostra el cost total associat al serveis de l'edifici: serveis generals, local comercial i aparcament.

Taula 6.30. Cost de la factura dels serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Serveis generals	
Tarifa	3.0A
Potència (kW)	15+20+5
Consum energia (kWh)	4501+12041+2501
Cost total (€)	**3539,66**

Taula 6.31. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Local comercial	
Tarifa	3.0A
Potència (kW)	15+20+2,5
Consum energia (kWh)	18520+37080+2000
Cost total (€)	**7916,53**

Taula 6.32. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Aparcament	
Tarifa	2.1A
Potència (kW)	14,49
Consum energia (kWh)	38016
Cost total (€)	**7056,53**

Seguidament es mostren els costos de les tarifes pels habitatges pels esquemes 1 i 3:

Taula 6.33. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1	
Tarifa	**2.0DHA**
Potència (kW)	3,45
Consum energia (kWh)	1197+1286
Consum gas natural (kWh)	7500
Cost total (€)	**1032,78**
Habitatges totals	2
Cost total (€)	**2065,56**

Taula 6.34. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2	
Tarifa	**2.0DHA**
Potència (kW)	4,60
Consum energia (kWh)	2319+2380
Consum gas natural (kWh)	9000
Cost total (€)	**1480,92**
Habitatges totals	6
Cost total (€)	**8885,52**

Taula 6.35. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3	
Tarifa	**2.0DHA**
Potència (kW)	4,60
Consum energia (kWh)	4209+3218
Consum gas natural (kWh)	6000
Cost total (€)	**1757,29**
Habitatges totals	8
Cost total (€)	**14058,32**

Taula 6.36. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4	
Tarifa	**2.0DHA**
Potència (kW)	8,05
Consum energia (kWh)	8030+5745
Consum gas natural (kWh)	0
Cost total (€)	**2274,68**
Habitatges totals	6
Cost total (€)	**13648,08**

En l'esquema 2 es mostren els costos de la tarifa 2.0DHS amb la potència a contractar en un primer moment i la que observant els pics de demanda caldria contractar.

Taula 6.37. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 1 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 1	
Tarifa	**2.0DHA**
Potència (kW)	3,45
Consum energia (kWh)	1197+1286
Consum gas natural (kWh)	7500
Cost total (€)	**1032,78**
Habitatges totals	2
Cost total (€)	**2065,56**

Taula 6.38. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 2 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 2		
Tarifa	**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència (kW)	8,05	5,75
Consum energia (kWh)	2383+2968+8003	
Consum gas natural (kWh)	9000	
Cost total (€)	**2289,54**	**2198,25**
Habitatges totals	6	
Cost total (€)	**13737,24**	**13189,50**

Taula 6.39. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 3 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 3		
Tarifa	**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència (kW)	8,05	5,75
Consum energia (kWh)	4410+3564+8108	
Consum gas natural (kWh)	6000	
Cost total (€)	**2596,68**	**2485,60**
Habitatges totals	8	
Cost total (€)	**20775,04**	**19884,80**

Taula 6.40. Cost de la factura de l'habitatge amb Famílies Tipus 4 (Font: Elaboració pròpia).

Família Tipus 4		
Tarifa	**2.0DHS**	**2.0DHS gestió**
Potència (kW)	11,50	9,20
Consum energia (kWh)	9268+4423+8739	
Consum gas natural (kWh)	0	
Cost total (€)	**3770,07**	**3260,03**
Habitatges totals	6	
Cost total (€)	**22620,42**	**19560,18**

Totes les factures obtingudes són del mercat lliure i, en la majoria de casos, el segon any de pagament és més car degut a que en el primer s'inclouen grans descomptes en la factura. És per això que només s'ha tingut en compte el primer any.

De forma resumida, el cost total de l'edifici es mostra en les següents taules i per esquemes.

Taula 6.41. Cost de la factura dels habitatges (Font: Elaboració pròpia).

Habitatges					
Tipus família/Consum	**Habitatges totals**	**Esquema 1**	**Esquema 2**		**Esquema 3**
		Tarifa 2.0DHA	**Tarifa 2.0DHS**	**Tarifa 2.0DHS gestió**	**Tarifa 2.0DHA**
Tipus 1	2	2065,56	2065,56	2065,56	2065,56
Tipus 2	6	11144,14	13737,24	13189,50	11650,32
Tipus 3	8	20081,30	20775,04	19884,80	21431,12
Tipus 4	6	22682,55	22620,42	19560,18	24707,28
Cost total habitatges (€)		**55973,54**	**59198,26**	**54700,04**	**59854,28**

Taula 6.42. Cost de la factura dels serveis generals (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 3.0A
Serveis generals	3539,66
Cost total serveis generals (€)	**3539,66**

Taula 6.43. Cost de la factura del local comercial (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 3.0A
Local comercial	7916,53
Cost total local comercial (€)	**7916,53**

Taula 6.44. Cost de la factura de l'aparcament (Font: Elaboració pròpia).

Servei	Tarifa 2.1A
Aparcament	7056,53
Cost total aparcament (€)	**7056,53**

En funció de l'esquema i el tipus de tarifa, el cost total és el següent:

- Cost total de l'edifici l'esquema d'instal·lació 1 en el cas dels habitatges: 74.486,26 €.
- Cost total de l'edifici l'esquema d'instal·lació 2 i la tarifa DHS sense la gestió de la potència en el cas dels habitatges: 77.710,98 €.
- Cost total de l'edifici l'esquema d'instal·lació 2 i la tarifa DHS amb la gestió de la potència en el cas dels habitatges: 73.212,76 €.
- Cost total de l'edifici l'esquema d'instal·lació 3 en el cas dels habitatges: 78.367,00 €.

Finalment, mostrades totes les opcions, es pot concloure que l'esquema d'instal·lació 2 i amb la gestió de la potència DHS és l'opció que millor s'ajusta a les necessitats dels consumidors. Es diferències notables entre una tipologia de esquema i les demés i en un mateix esquema si es gestiona la potència a contractar. Alhora, s'ha repartit de forma coherent el consum entre els tres períodes (o els dos en els esquemes 1 i 3). A la resta de serveis, al ser tarifes 2.1A o 3.0A, l'únic que s'ha pogut realitzar és una distribució coherent del consum per tal d'aproximar-se a la realitat.

7. Conclusions de l'estudi

L'estudi realitzat consistia en observar la influència del VE en una instal·lació elèctrica d'un edifici destinat principalment a habitatges amb serveis generals, local comercial i aparcament soterrani. Primerament, no s'ha considerat el vehicle i, en la segona part de l'anàlisi sí s'ha considerat el VE.

Tenint en compte els resultats obtinguts en el Capítol 5, la tarifa que millor s'adapta econòmicament als habitatges és la DHA, és a dir, duent a terme una distribució dels electrodomèstics de més consum a les hores nocturnes.

Aleshores, realitzada la primera part per tenir una visió general, s'ha introduït el VE. La seva introducció, basada en la ITC-BT-52, té diverses variants, els esquemes d'instal·lació 1, 2 i 3. En funció de quin esquema s'instal·la es poden obtenir resultats força diferents. Així, tenint en compte el global de l'edifici, l'esquema d'instal·lació 2 és el que resulta més econòmic ja que en aquest es considera un tot tan el consumidor com el VE. Alhora, la instal·lació elèctrica que requereix aquest tipus d'esquema és menor degut a que no són necessaris tants comptadors ni una intensitat de disseny tant elevada com en els altres casos.

8. Anàlisi de l'impacte ambiental

Finalment, abans de concloure el projecte amb les darreres conclusions i possibles treballs futurs, es realitza una petita anàlisi de l'impacte ambiental de l'estudi realitzat. No és tant una anàlisi del projecte en sí, però s'ha volgut mostrar una comparativa entre els VC's propulsats per combustibles/carburants (gasolina i gasoil) i els VE's per tal de tenir una visió general de les seves afectacions en el medi ambient.

8.1. Comparació vehicles convencionals i elèctrics

Com s'acaba de comentar, en aquest apartat es duu a terme la comparativa de diferents models de vehicles, tan en la seva versió de gasolina i gasoil (sí és possible) com en la versió elèctrica. Com a paràmetres a comparar són el preu del propi vehicle, és a dir, la inversió inicial i el consum i cost per cada quilòmetre recorregut al dia, així com les emissions de CO_2. Per contra, no s'ha suposat el cost de manteniment del vehicle degut a la seva variabilitat i dispersió de preus en funció de cada fabricant i vehicle.

En primer lloc, s'han escollit dotze models diferents de vehicles en funció dels tipus de família (hàbits i necessitats) definits en els Capítols 5 i 6 del present document.

Així, a continuació es mostren els VC's propulsats per gasolina i gasoil:

- Nissan Pulsar: aquest model l'utilitza la família tipus 1 i realitza uns 35 km diaris.
    - Versió gasolina: DIG-T 115 CV Visia.
    - Versió gasoil: dCi 110 CV Visia.
- Volkswagen Golf Edition: aquest model l'utilitza la família tipus 2 i realitza uns 80 km diaris.
    - Versió gasolina: 1.2 TSI BMT.
    - Versió gasoil: 1.6 TDI BMT.
- Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer: aquest model l'utilitza les famílies tipus 3 i 4 i realitza uns 110 km diaris.
    - Versió gasolina: B 200.
    - Versió gasoil: B 220 d.
- Hyundai Elantra: aquest model l'utilitza la família tipus 4 i realitza uns 135 km diaris.
    - Versió gasolina: 1.6 MPi 128 CV Klass.
    - Versió gasoil: 1.6 CRDi 136 CV Klass.

Seguidament, s'enumeren les seves respectives (excepte en el cas de Nissan i Hyundai) versions elèctriques:

- Nissan Leaf 24 kWh Visia: aquest model l'utilitza la família tipus 1 i realitza uns 35 km diaris.
- Volkswagen e-Golf: aquest model l'utilitza la família tipus 2 i realitza uns 80 km diaris
- Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer Electric Drive B 250 e: aquest model l'utilitza les famílies tipus 3 i 4 i realitza uns 110 km diaris.
- Hyundai IONIQ Electric 88 kW Klass: aquest model l'utilitza la família tipus 4 i realitza uns 135 km diaris.

En les següents taules es mostren les característiques dels consums cada 100 km en ciutat, carretera i combinat, les emissions de CO_2 (combinat) i el preu de venta per a cada model de vehicle escollit, segons la informació publicada per cada fabricant. En el cas dels VE's es mostra, alhora, la potència màxima del motor, així com la capacitat de la bateria, l'autonomia del vehicle segons el Nou Cicle de Circulació Europeu (NCCE o NEDC en les seves sigles en anglès) i el consum elèctric cada 100 km.

Cal remarcar que tots són models de l'any 2016 i, en algun cas (sobretot en el camp dels elèctrics), s'ha observat que en aquest 2017 presenten força novetats respecte la capacitat de la bateria i, per tant, l'autonomia del vehicle. En el cas del Volkswagen e-Golf es passa d'una potència màxima el 2016 de 85 kW a 120 kW el 2017 i augmenta la capacitat de la bateria d'ions de liti de 24,2 (cel·les de 25 Ah) a 35,8 kWh (cel·les de 37 Ah), el que representa un notable augment en l'autonomia del vehicle, passant dels 190 km als 300 km.

Taula 8.1. Característiques dels VC's de gasolina (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional								
		Gasolina						
Marca	**Model**	**Tipus**	**Consum (l/100km)**			**Emissions CO_2 (combinat) (g/km)**		**Preu vehicle (€)**
			Ciutat	**Carretera**	**Combinat**	**Tipus**	**Emissions**	
Nissan	Pulsar	DIG-T 115 CV Visia	6,30	4,30	5,00	Euro 6	117	18725,00
Volkswagen	Golf Edition	1.2 TSI BMT	6,10	4,20	4,90	Euro 6	114	19690,00
Mercedes-Benz	Classe B Sports Tourer	B 200	7,10	4,90	5,70	Euro 6	132	31750,00
Hyundai	Elantra	1.6 MPi 128 CV Klass	8,90	5,20	6,60	Euro 6	153	20025,00

Taula 8.2. Característiques dels VC's de gasoil (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional								
		Gasoil						
Marca	**Model**	**Tipus**	**Consum (l/100km)**			**Emissions CO_2 (combinat) (g/km)**		**Preu vehicle (€)**
			Ciutat	**Carretera**	**Combinat**	**Tipus**	**Emissions**	
Nissan	Pulsar	dCi 110 CV Visia	4,10	3,30	3,60	Euro 6	94	20275,00
Volkswagen	Golf Edition	1.6 TDI BMT	4,60	3,60	4,00	Euro 6	103	22540,00
Mercedes-Benz	Classe B Sports Tourer	B 220 d	5,00	3,80	4,30	Euro 6	111	37000,00
Hyundai	Elantra	1.6 CRDi 136 CV Klass	5,70	3,80	4,50	Euro 6	118	21825,00

Taula 8.3. Característiques dels VE's (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle elèctric								
			Especificacions tècniques					
Marca	**Model**	**Tipus**	**Potència màxima (kW)**	**Capacitat bateria (kWh)**	**Autonomia (NCCE/NEDC) (km)**	**Consum elèctric (kWh/100km)**	**Emissions CO_2 (g/km)**	**Preu vehicle (€)**
Nissan	Leaf	24 kWh Visia	80	24	199	15,00	0	29235,00
Volkswagen	e-Golf	e-Golf	85	24,2	190	12,70	0	36850,00
Mercedes-Benz	Classe B Sports Tourer Electric Drive	B 250 e	132	28	200	16,60	0	43425,00
Hyundai	IONIQ Electric	88 kW Klass	88	28	280	11,50	0	34500,00

Després de presentar els vehicles escollits s'analitzen, primerament, els VC's propulsats per carburants. Per tal de determinar els costos finals és necessari establir els preus dels mateixos carburants. Així, el Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital, a través de la Secretaria d'Estat d'Energia, presenta informes mensuals sobre l'evolució dels preus dels carburants i combustibles, així com altra informació d'interès com la cotització diària del cru Brent o el mètode per tal de determinar els preus a nivell internacional i europeu.

En el cas de l'Estat Espanyol, a diferència de la resta de països europeus, els preus mitjans mensuals es calculen per la mitjana de tots els preus diaris del mes en concret d'entre una mostra de diferents estacions de serveis del territori. Així, en l'últim informe publicat referit al Novembre de 2016, s'estableixen els següents preus mitjans.

Taula 8.4. Preus dels carburants i combustibles pel mes de Novembre de 2016 (Font: Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital)

Preus carburants i combustibles (Novembre 2016)			
Tipus carburant	**Preus mitjans nacionals (cts/l)**		**Província**
	Preu sense impostos	**Preu amb impostos**	**Barcelona (cts/l)**
Gasolina eurosúper s/Pb I.O.95	50,43	116,91	116,60
Gasoil d'automoció	50,12	105,17	104,60

Però d'entre tota la informació, el valor escollit és el corresponent a la província de Barcelona, és a dir, un preu de la gasolina 95 de 116,60 cts/l i 104,60 cts/l pel cas dels gasoil d'automoció.

Determinat el preu del carburant i aplicant les següents expressions, permet determinar el cost associat a l'ús del vehicle diari. Aleshores, es converteix el consum mostrat anteriorment de l/100 km a l/km dividint per 100 aquest consum:

$$Consum\left({}^{l}/_{km}\right) = \frac{Consum\left({}^{l}/_{100\,km}\right)}{100\,km} \tag{8.1}$$

Seguidament, a partir del preu del carburant es determina el cost per quilòmetre en €/km:

$$Cost\left({}^{€}/_{km}\right) = Consum\left({}^{l}/_{km}\right) \times Preu_{carburant}\left({}^{€}/_{l}\right) \tag{8.2}$$

Finalment, s'obté el cost diari fent el producte de l'anterior valor pel nombre de quilòmetres diaris:

$$Cost_{\ total\ diari}\left({}^{€}/_{dia}\right) = Cost\left({}^{€}/_{km}\right) \times Distància\left({}^{km}/_{dia}\right) \tag{8.3}$$

Respecte a les emissions de CO_2 diàries, només es fer el producte del valor donat per la distància recorreguda:

$$Emissions\ CO_2\left({}^{kg}/_{dia}\right) = Emissions\ CO_2\left({}^{g}/_{km}\right) \times Distància\left({}^{km}/_{dia}\right) \times \frac{1\,kg}{1.000\,g} \tag{8.4}$$

Taula 8.5. Consums en ciutat i carretera diaris dels vehicles de gasolina (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional gasolina								
Vehicle	**Preu gasolina 95 (€/l)**	**Distància diària (km)**	**Consum**					
			Ciutat			**Carretera**		
			Consum (l/km)	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**	**Consum (l/km)**	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**
Nissan Pulsar DIG-T 115 CV Visia	1,166	35	0,0630	0,0735	2,5710	0,0430	0,0501	1,7548
Volkswagen Golf Edition 1.2 TSI BMT		80	0,0610	0,0711	5,6901	0,0420	0,0490	3,9178
Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 200		110	0,0710	0,0828	9,1065	0,0490	0,0571	6,2847
Hyundai Elantra 1.6 MPi 128 CV Klass		135	0,0890	0,1038	14,0095	0,0520	0,0606	8,1853

Taula 8.6. Consums i emissions de CO_2 diaris combinats dels vehicles de gasolina (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional gasolina						
Vehicle	**Preu gasolina 95 (€/l)**	**Distància diària (km)**	**Consum combinat**			**Emissions CO_2 totals (combinat) (kg)**
			Consum (l/km)	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**	
Nissan Pulsar DIG-T 115 CV Visia	1,166	35	0,0630	0,0735	2,5710	4,0950
Volkswagen Golf Edition 1.2 TSI BMT		80	0,0610	0,0711	5,6901	9,1200
Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 200		110	0,0710	0,0828	9,1065	14,5200
Hyundai Elantra 1.6 MPi 128 CV Klass		135	0,0890	0,1038	14,0095	20,6550

Taula 8.7. Consums en ciutat i carretera diaris dels vehicles de gasoil (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional gasoil								
Vehicle	**Preu gasoil automoció (€/l)**	**Distància diària (km)**	**Consum**					
			Ciutat			**Carretera**		
			Consum (l/km)	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**	**Consum (l/km)**	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**
Nissan Pulsar dCi 110 CV Visia	1,046	35	0,0410	0,0429	1,5010	0,0330	0,0345	1,2081
Volkswagen Golf Edition 1.6 TDI BMT		80	0,0460	0,0481	3,8493	0,0360	0,0377	3,0125
Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 220 d		110	0,0500	0,0523	5,7530	0,0380	0,0397	4,3723
Hyundai Elantra 1.6 CRDi 136 CV Klass		135	0,0570	0,0596	8,0490	0,0380	0,0397	5,3660

Taula 8.8. Consums i emissions de CO_2 diaris combinats dels vehicles de gasoil (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle convencional gasoil						
Vehicle	**Preu gasoil automoció (€/l)**	**Distància diària (km)**	**Consum combinat**			**Emissions CO_2 totals (combinat) (kg)**
			Consum (l/km)	**Cost (€/km)**	**Cost (€)**	
Nissan Pulsar dCi 110 CV Visia	1,046	35	0,0360	0,0377	1,3180	3,2900
Volkswagen Golf Edition 1.6 TDI BMT		80	0,0400	0,0418	3,3472	8,2400
Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 220 d		110	0,0430	0,0450	4,9476	12,2100
Hyundai Elantra 1.6 CRDi 136 CV Klass		135	0,0450	0,0471	6,3545	15,9300

A continuació s'analitzen els VE's. Com en els vehicles de combustió, els elèctrics també depenen d'una font d'energia, en aquest cas l'energia elèctrica. En el cas del preu de l'electricitat, aquest s'ha determinat a partir del tipus de contracte PVPC i mitjançant les dades que ofereix la Calculadora Lumios, eina de REE a través del sistema d'informació anomenat Sistema d'Informació de l'Operador del Sistema (e·sios). Aleshores, aplicant la tarifa Vehicle Elèctric (Peatge 2.0 DHS) i un filtre que abasta l'interval de l'1 de gener fins al 31 de desembre de 2016, ha permès determinar el preu mitjà de l'electricitat per tot l'any 2016, obtenint els termes de facturació d'energia dels tres períodes:

- Període P1:
    - Peatge d'accés: 0,062012 €/kWh.
    - Cost de l'energia: 0,067375 €/kWh.

  És la suma dels dos conceptes següents:

$$TE_{P1} = PEA_{P1} + CE_{P1} = 0{,}062012\ {}^{€}/_{kWh} + 0{,}067375\ {}^{€}/_{kWh} = 0{,}129387\ {}^{€}/_{kWh} \quad (8.5)$$

- Període P2: és la suma dels dos conceptes següents:
    - Peatge d'accés: 0,002879 €/kWh.
    - Cost de l'energia: 0,056459 €/kWh.

  És la suma dels dos conceptes següents:

$$TE_{P2} = PEA_{P2} + CE_{P2} = 0{,}002879\ {}^{€}/_{kWh} + 0{,}056459\ {}^{€}/_{kWh} = 0{,}059338\ {}^{€}/_{kWh} \quad (8.6)$$

- Període P3: és la suma dels dos conceptes següents:
    - Peatge d'accés: 0,000886 €/kWh.
    - Cost de l'energia: 0,044983 €/kWh.

  És la suma dels dos conceptes següents:

$$TE_{P3} = PEA_{P3} + CE_{P3} = 0{,}000886\ {}^{€}/_{kWh} + 0{,}044983\ {}^{€}/_{kWh} = 0{,}045869\ {}^{€}/_{kWh} \quad (8.7)$$

Considerant que el VE es carrega durant el període supervall (P3), de 1 a 7h de la matinada, el preu mitjà anual per l'any 2016 va ser de 0,045869 €/kWh.

Taula 8.9. Preu mitjà de l'electricitat PVPC pel període P3 i per l'any 2016 (Font: REE).

Preu mitjà electricitat (2016)				
Tipus contracte	**Descripció**	**Peatge d'accés (€/kWh)**	**Cost de l'energia (€/kWh)**	**Preu final P3 (€/kWh)**
PVPC	Preu mitjà any 2016 període P3	0,000886	0,044983	0,045869

Com en el cas dels VC's, determinat el preu de l'electricitat i aplicant les següents expressions, permet determinar el cost associat a l'ús del vehicle diari. Aleshores, es converteix el consum elèctric mostrat anteriorment de kWh/100 km a kWh/km dividint per 100 aquest consum:

$$Consum\ elèctric\left({}^{kWh}/_{km}\right) = \frac{Consum\ elèctric\ \left({}^{kWh}/_{100\ km}\right)}{100\ km} \quad (8.8)$$

Cada fabricant de vehicles mostra el seu consum elèctric i s'han utilitzat aquests valors, però si en alguna marca no mostra aquest paràmetre també és una bona aproximació agafar la mitjana dels 0,15 kWh/km.

Seguidament, a partir del preu de l'electricitat es determina el cost per quilòmetre en €/km:

$$Cost\ elèctric\left({}^{€}/_{km}\right) = Consum\ elèctric\left({}^{kWh}/_{km}\right) \times Preu_{electricitat}\left({}^{€}/_{kWh}\right) \quad (8.9)$$

Finalment, s'obté el cost diari fent el producte de l'anterior valor pel nombre de quilòmetres diaris:

$$Cost_{total\ diari}\left({}^{€}/_{dia}\right) = Cost\left({}^{€}/_{km}\right) \times Distància\left({}^{km}/_{dia}\right) \quad (8.10)$$

En el cas dels VE's, les emissions de CO_2 diàries relacionades amb l'ús del vehicle són nul·les , tot i que també caldria tenir en compte l'origen de l'electricitat (normalment d'origen fòssil o no renovable).

A continuació es mostren els resultats obtinguts:

Taula 8.10. Consums i emissions de CO_2 diaris dels VE's (Font: Elaboració pròpia).

Vehicle elèctric						
Vehicle	**Preu electricitat (€/kWh)**	**Distància diària (km)**	**Consum**			**Emissions CO_2 totals (kg)**
			Consum elèctric (kWh/km)	**Cost elèctric (€/km)**	**Cost (€)**	
Nissan Leaf 24 kWh Visia	0,045869	35	0,1500	0,0069	0,2408	0
Volkswagen e-Golf		80	0,1270	0,0058	0,4660	0
Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer Electric Drive B 250 e		110	0,1660	0,0076	0,8376	0
Hyundai IONIQ Electric 88 kW Klass		135	0,1150	0,0053	0,7121	0

Finalment, es mostra una taula comparativa de les tres tipologies de vehicles considerats.

Taula 8.11. Consums i emissions de CO_2 diaris de les tres tipologies de vehicles (Font: Elaboració pròpia).

	Tipologia vehicle											
	Gasolina				**Gasoil**				**Elèctric**			
Model	Nissan Pulsar DIG-T 115 CV Visia	Volkswagen Golf Edition 1.2 TSI BMT	Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 200	Hyundai Elantra 1.6 MPi 128 CV Klass	Nissan Pulsar dCi 110 CV Visia	Volkswagen Golf Edition 1.6 TDI BMT	Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer B 220 d	Hyundai Elantra 1.6 CRDi 136 CV Klass	Nissan Leaf 24 kWh Visia	Volkswagen e-Golf	Mercedes-Benz Classe B Sports Tourer Electric Drive B 250 e	Hyundai IONIQ Electric 88 kW Klass
Cost consum combinat (€)	2,5710	5,6901	9,1065	14,0095	1,3180	3,3472	4,9476	6,3545	0,2408	0,4660	0,8376	0,7121
Emissions CO_2 totals (kg)	4,0950	9,1200	14,5200	20,6550	3,2900	8,2400	12,2100	15,9300	0	0	0	0

8.2. Conclusions

Aquest darrer capítol tenia l'objectiu de realitzar una comparativa entre diferents models de VC's i elèctrics i, sobretot, exposar una visió general sobre els beneficis que aporten els VE's en la reducció de les emissions de CO_2 comparat amb els VC's de gasolina i gasoil.

En primer lloc, cal esmentar un gran inconvenient per part del vehicle elèctric com és la inversió inicial que suposa la seva compra, no només pel preu del vehicle en sí, sinó per la instal·lació associada a ell, és a dir, el punt de recàrrega o *wallbox*. Si el preu inicial del vehicle elèctric és d'uns 10.000-15.000 € superior als convencionals, se li ha de sumar uns 1.000-1.500 € per la compra de l'estació de recàrrega.

Un segon desavantatge és l'autonomia dels VE's en l'actualitat. Ja s'ha esmentat el canvi en el Volkswagen e-Golf pel 2017, però la capacitat de les bateries continua sent el major inconvenient d'aquest tipus de vehicle tot i que els fabricants busquen i milloren la seva eficiència, tal i com fan amb els seus VC's per reduir les emissions.

En canvi, i potser com a contraposició per equilibrar l'elevada inversió inicial que suposa el VE, el cost associat a l'ús diari del vehicles és molt menor en el cas del VE que en el convencional, sobretot comparat amb els vehicles de gasolina, en el que es pot observar una diferència de 10-20 vegades en el cost per quilòmetre. Fent una estimació ràpida, si es fan uns 15.000 km anuals, hi hauria un estalvi d'uns 750-1.250 € en font d'energia. Això es degut a la diferència de preu de la font d'energia, és a dir, el preu de l'electricitat és molt més barat que el dels carburants provinents del petroli, tot i que ambdós preus són conceptes molt variables al llarg de l'any tal i com es mostra contínuament a les notícies o organismes oficials.

Finalment, respecte a les emissions, hi ha un clar avantatge en els VE's ja que pràcticament no emeten partícules de CO_2 a l'atmosfera (així com d'altres partícules contaminants) (només uns 2-3 kg cada 100 km si l'energia no prové de fonts renovables, tot i que no ho posa en els catàlegs dels VE's), però en aquest cas s'han considerat nul·les (0 kg cada 100 km) enfront els 9-15 kg dels convencionals cada 100 km. Això cal afegir-li la baixa contaminació acústica dels VE's.

A tot això caldria sumar-li la part corresponent al manteniment del vehicle, és a dir, en el cas dels VC's el canvi d'oli, filtres, ..., i en el cas dels VE's la bateria o altres components elèctrics.

En definitiva, el VE és molt més sostenible que els vehicles propulsats per gasolina i gasoil en tots els àmbits tot i la seva inversió inicial que podria ser recuperada al llarg de la seva vida útil (10-15 anys). Però el seu repte més important és l'autonomia i al llarg dels pròxims anys es veurà una gran revolució en aquest àmbit.

Conclusions

En aquest projecte s'ha pogut demostrar com la introducció del VE pot ajudar en la conscienciació social sobre realitzar un ús distribuït del consum domèstic.

Després d'obtenir una visió general en el Capítol 5 de la instal·lació en les seves condicions inicials, en el següent capítol s'ha determinat que l'esquema d'instal·lació 2 de la ITC-BT-52 del REBT és la millor opció per a una instal·lació elèctrica destinada principalment a habitatges degut a que els costos associats a la factura són menors, així com la pròpia instal·lació requereix de menys comptadors.

Respecte a la comparativa entre diferents tipologies i models de vehicles de gasolina, gasoil i elèctric, aquests últims són els que presenten un major benefici pel medi ambient ja que redueixen considerablement les emissions de partícules contaminants a l'atmosfera i el cost associat al quilòmetre (preu de la font de propulsió: petroli o electricitat) també és molt menor en aquests últims.

Personalment, recomanaria l'opció d'una major introducció del VE en la societat no només pel fet de ser més responsables amb el medi ambient, sinó que també ajudaria a la complexa operació del sistema elèctric espanyol, sobretot en pics de demanda.

Treballs futurs

Realitzat aquest projecte, la pregunta és: Què hi ha després?

Doncs la introducció del VE no es limita només en la factura i instal·lació elèctrica, sinó que pot ajudar en la complexa operació del sistema elèctric.

Aleshores, el següent pas seria veure com afecta i com es pot gestionar la càrrega d'un sistema amb la introducció del VE actuant com a V2G, és a dir, que no només actuï com a consum, sinó que alhora pugui emmagatzemar energia elèctrica i retornar-la a la xarxa de distribució o a través d'una microxarxa elèctrica en moments on es produeixen pics de demanda. Alhora, si es realitza una microxarxa, es pot enllaçar amb les fonts d'origen renovable i obtenir un sistema independent.

Pressupost

Seguidament es mostra el pressupost total associat a la realització del projecte.

En aquest s'han considerat els següents conceptes:

- Elaboració del projecte.
- Material informàtic.
- Costos indirectes.

A l'elaboració del projecte se l'hi ha dedicat 650 hores, és a dir, les hores dedicades a la recerca i desenvolupament del projecte (hores d'enginyeria). El seu cost unitari és de 25 €.

Respecte el material informàtic utilitat, aquest és l'adquisició d'un ordinador portàtil HP Envy 13-d103ns per un cost de 1.049 € i la llicència Microsoft amb un cost 229 €, tot i que està amortitzada en altres treballs i ús personal.

Finalment es tenen en compte els costos indirectes associats a l'elaboració del projecte, com la logística, despeses de mobilitat i consum d'electricitat, gas i aigua (10 % del subtotal), així com l'Impost sobre el Valor Afegit (IVA) del 21 %.

Taula 0.1. Pressupost desglossat de l'elaboració del projecte (Font: Elaboració pròpia)

Elaboració del projecte	Temps (h)	Preu unitari (€)	Preu total (€)
Recerca	300	25	7.500
Estudi d'anàlisi econòmica	300	25	7.500
Redacció document	50	25	1.250
TOTAL Elaboració del projecte	**650**	**25**	**16.250**

Taula 0.2. Pressupost desglossat del material informàtic (Font: Elaboració pròpia)

Material informàtic	Unitats	Preu unitari (€)	Preu total (€)
Portàtil HP Envy 13-d103ns	1,00	1.049	1.049,00
Llicència Microsoft	0,50	229	114,50
TOTAL Material informàtic			**1.163,50**

Taula 0.3. Pressupost final desglossat (Font: Elaboració pròpia)

Concepte	Preu total (€)
Elaboració del projecte	16.250,00
Material informàtic	1.163,50
Subtotal Pressupost	**17.413,50**
Costos indirectes (10 %)	1.741,35
TOTAL Brut	**19.154,85**
IVA (21 %)	4.022,52
TOTAL Pressupost	**23.177,37**

D’acord amb les taules anteriors, el projecte d’estudi té un cost de disset mil quatre cents tretze amb cinquanta euros (17.413,50 €). Amb el 21 % d’IVA inclòs, ascendeix a un total de vint-i-tres mil cent setanta set amb trenta set euros (23.177,37 €).

Finalment, el present pressupost té una validesa de 3 mesos a partir del moment de la data de la firma.

Firma: Albert Ollé Aldeguer

Vigència: 90 dies.

Data de la firma: Barcelona, 10 de Gener de 2017.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

[1] Circutor.

http://circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/

[2] Comparador d'ofertes d'energia elèctrica. Comissió Nacional dels Mercats i la Competència (CNMC).

https://comparadorofertasenergia.cnmc.es/comparador/index.cfm?js=1&e=N

[3] Comparadorluz.com.

http://comparadorluz.com/

[4] Endesa.

https://www.endesaclientes.com/factura-luz-ml.html

[5] Holaluz.

https://www.holaluz.com/

[6] Institut Nacional d'Estadística (INE).

http://www.ine.es/

[7] Instrucció Tècnica Particular ITC-BT-52. *Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT)*. Madrid: Marcombo, 20002.

[8] Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital.

http://www.minetad.gob.es/es-ES/Paginas/index.aspx

[9] Red Eléctrica Española (REE). *Atlas de la demanda eléctrica española*. Madrid, 1998.

[10] Red Eléctrica Española (REE).

http://www.ree.es/es/

[11] Preciogas.com

http://preciogas.com/

[12] Institut Català de l'Energia (ICAEN). Mobilitat elèctrica.

http://icaen.gencat.cat/ca/detalls/article/20161221_art_Infografia_MobilitatElectrica

Annex