

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE  
ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DESARROLLO DE 2 CASOS PRÁCTICOS  
BASADOS EN LA INSTALACIÓN DE  
PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULOS  
ELÉCTRICOS, PREVIO ANÁLISIS DEL  
MARCO TÉCNICO Y NORMATIVO”**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Febrero 2023**

**Autor:** Javier Sánchez Vivó

**Directores:** Sergio Valero Verdú

Carolina Senabre Blanes

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría dar las gracias a todas aquellas personas que, aunque el camino fuese complicando, siguieron confiando en mí, y me han apoyado hasta el final.

A mi grupo de amigos, que desde que empezó esta travesía siempre han tenido palabras de ánimo, y me han dado ese empujón cuando lo necesitaba.

A mis compañeros de viaje, compañeros de grado, que aunque no siempre las cosas fuesen fáciles, eran capaces de sacar una sonrisa en el momento menos esperado.

A mi tutor, D. Sergio Valero, y también a Carolina, que, aunque no se lo he puesto sencillo, han confiado en mí para este proyecto.

A mi pareja, Alba, que se ha mantenido a mi lado en los buenos momentos y en los malos, que ha conseguido que no me pierda en este viaje, y llegue hasta el final.

A mis abuelos, que nunca han dudado de mí, que me han hecho entender lo bonito de este camino, aunque a veces resulte muy difícil verlo.

A mis padres y a mi hermana, que me han acompañado desde el principio, con sus consejos, su apoyo incondicional, porque sin ellos no habría llegado hasta aquí.

Muchas gracias a todos, por vuestro apoyo y vuestra fuerza, por hacerme crecer y permitirme llegar hasta aquí.

## **RESUMEN**

La acuciante necesidad de dejar de depender de combustibles fósiles y la constante evolución en los campos relacionados con la movilidad eléctrica dan lugar al desarrollo del presente proyecto.

La finalidad del mismo consiste en realizar el estudio de la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos a través de 2 casos prácticos distintos (en garaje comunitario de un edificio de nueva construcción y en la parcela de una vivienda unifamiliar aislada, incluyendo en este caso una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo, que genera energía eléctrica).

De forma previa al desarrollo los casos prácticos, se realiza un análisis de la situación actual del vehículo eléctrico, presentando sus diferentes tipologías, los distintos esquemas de recarga, así como las baterías o conectores que se utilizan. De esta forma se introducen los conceptos necesarios para su posterior aplicación en los casos prácticos anteriormente mencionados.

Se expone también la normativa vigente aplicable a los casos, de la misma forma que se describen las subvenciones a las que puede adherirse un usuario de Vehículo Eléctrico en España.

## **ABSTRACT**

The urgent necessity to reduce our extreme dependency on fossil fuels along with the unstopping innovation in the electric mobility field have motivated the development of the current project.

The specific objective of this research presents the study of charging stations for electric vehicles through two different case studies – the first case has been located in a new construction building's community parking lot, while the second case has been developed in an isolated single-family house's parcel, thus including the installation of a self-consumption photovoltaic unit that generates electrical energy for the latter.

Prior to the development of both case studies, this research offers an analysis on the current situation of the electric vehicle, presenting its different typologies, the various charging diagrams, as well as the batteries and connectors currently used. By doing so, all crucial concepts will have been properly introduced in order to be applied in the forementioned case studies.

In addition, the current applicable legislation for the two case studies has been addressed thoroughly together with the different available governmental grants that an electric vehicle user can apply to in Spain.

## ÍNDICE

i.	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	9
ii.	<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	11
1.	<b>ANTECEDENTES</b> .....	12
1.1	Vehículo eléctrico.....	12
1.1.1	Situación actual .....	15
1.1.2	Reconocimiento de la necesidad .....	18
1.1.3	Planteamiento del problema (combustibles fósiles).....	21
1.1.4	Recursos limitados .....	22
1.1.5	Huella de carbono .....	23
1.2	Fotovoltaica.....	24
2.	<b>PREVISIONES A CORTO – MEDIO PLAZO</b> .....	26
3.	<b>OBJETO DEL PROYECTO</b> .....	31
4.	<b>NORMATIVA</b> .....	32
4.1	<b>NORMATIVA NACIONAL Y AUTONÓMICA</b> .....	32
4.2	<b>DIRECTIVAS EUROPEAS</b> .....	36
5.	<b>VEHÍCULO ELÉCTRICO</b> .....	37
5.1	Introducción al vehículo eléctrico.....	37
5.2	Análisis de baterías de vehículos .....	37
5.3	Tipologías y características generales del vehículo eléctrico.....	42
5.3.1	Vehículo eléctrico de baterías (puro), (EV-PURE / BEV).....	43
5.3.2	Vehículo eléctrico de pila de hidrógeno, (FCEV) .....	45
5.3.3	Vehículo eléctrico de autonomía extendida, EREV) .....	45
5.3.4	Vehículo híbrido enchufable, (PHEV).....	45
5.3.5	Vehículo híbrido no enchufable, (HEV).....	47
5.3.6	Diferencias entre vehículos híbridos e híbridos enchufables.....	47
5.3.7	Velocidades de carga.....	47
6.	<b>REQUISITOS E INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b> .	48
6.1	Requisitos de Equipos y Componentes de una Instalación de PRVE .....	48
6.1.1	Componentes principales.....	48
6.1.2	Tipos de conectores normalizados [18].....	53

6.2	Requisitos generales de las Instalaciones de Enlace y protecciones .....	56
6.2.1	Instalaciones en interior.....	58
6.2.2	Medidas de protección contra contactos directos e indirectos.....	58
6.2.3	Grado protección: penetración de cuerpos sólidos, acceso a partes peligrosas	59
6.2.4	Grado de protección contra la penetración del agua .....	59
6.2.5	Dispositivos de corte y protección .....	59
6.2.6	Medidas de protección contra sobretensiones.....	59
6.3	Infraestructuras y sistemas de recarga.....	60
6.3.1	Análisis y clasificación de los distintos esquemas eléctricos de recarga de VE.	60
6.3.2	ESQUEMA-1 .....	62
6.3.3	ESQUEMA 2.....	65
6.3.4	ESQUEMA 3.....	69
6.3.5	ESQUEMA 4.....	71
7.	SUBVENCIONES .....	78
7.1	Plan Moves III .....	78
7.2	Plan PIVE.....	82
7.3	Fotovoltaica.....	83
8.	CASOS PRÁCTICOS .....	86
8.1	ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOS CASOS PRÁCTICOS.....	86
8.2	CASO PRÁCTICO I .....	88
8.2.1	MEMORIA .....	88
8.2.1.1	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS .....	88
8.2.1.1.1	Autor del Estudio .....	88
8.2.1.1.2	Potencia total instalada, en KW.....	88
8.2.1.1.3	Potencia de cálculo y Admisible, en KW .....	88
8.2.1.1.4	Derivación individual.....	89
8.2.1.1.5	Ubicación y Destino de la instalación. ....	89
8.2.1.2	OBJETO DEL ESTUDIO .....	89
8.2.1.3	POTENCIA PREVISTA .....	89
8.2.1.3.1	Potencia total máxima admisible .....	89
8.2.1.3.2	Relación de Subcuadros y suministro de los mismos.....	90

8.2.1.3.3	Potencia total instalada .....	90
8.2.1.4	DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN .....	90
8.2.1.5	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE .....	90
8.2.1.5.1	Centro de transformación .....	90
8.2.1.5.2	Caja general de protección.....	90
8.2.1.5.3	Línea General de Alimentación .....	91
8.2.1.5.4	Centralización de Contadores .....	91
8.2.1.5.5	Derivación individual.....	91
8.2.1.6	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR. CÁLCULO .....	91
8.2.1.6.1	Requisitos Generales. Clasificación de las instalaciones según riesgo... 91	
8.2.1.6.2	Cálculos generales previos .....	99
8.2.1.6.3	Subcuadro de Protección .....	110
8.2.1.6.4	Líneas de distribución y canalización.....	112
8.2.1.6.4.1	Sistema de instalación elegido.....	112
8.2.1.6.4.2	Descripción: longitud, sección de canalización.....	112
8.2.1.6.4.3	Instalación de Alumbrado.....	113
8.2.1.7	ALUMBRADOS ESPECIALES.....	113
8.2.1.8	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	114
8.2.1.8.1	Tomas de Tierra. (Electrodos).....	114
8.2.1.8.2	Línea Principal de Tierra .....	114
8.2.1.8.3	Derivaciones de las Líneas Principales de Tierra .....	114
8.2.1.9	PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES.....	115
8.2.1.10	PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS.....	117
8.2.1.11	PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. 117	
8.2.1.12	DESCLASIFICACIÓN DEL GARAJE .....	118
8.2.2	CÁLCULOS .....	119
8.2.2.1	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.....	119
8.2.2.2	FÓRMULAS UTILIZADAS.....	119
8.2.2.3	POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA.....	125
8.2.3	ESTUDIO ECONÓMICO .....	129
8.2.4	PLANOS .....	131

8.2.4.1	DISPOSICIÓN DEL PRVE EN PLANTA.....	131
8.2.4.2	ESQUEMA UNIFILAR.....	132
8.2.5	ANEXOS.....	133
8.2.5.1	FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO.....	133
8.3	CASO PRÁCTICO II.....	134
8.3.1	MEMORIA .....	134
8.3.1.1	ANTECEDENTES .....	134
8.3.1.2	AUTOR DEL ESTUDIO.....	135
8.3.1.3	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	135
8.3.1.3.1	ANTECEDENTES.....	135
8.3.1.3.2	OBJETO .....	136
8.3.1.3.3	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN Y REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES .....	136
8.3.1.3.4	INSTALACIÓN EXISTENTE.....	136
8.3.1.3.5	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO, CON EXCEDENTES.....	136
8.3.1.3.5.1	GENERALIDADES.....	136
8.3.1.3.5.2	GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	137
8.3.1.3.5.3	ESTRUCTURA SOPORTE .....	139
8.3.1.3.5.4	INVERSOR.....	141
8.3.1.3.5.5	CONSUMO.....	143
8.3.1.3.5.6	CABLEADO Y PROTECCIONES .....	144
8.3.1.3.5.7	PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.....	145
8.3.1.3.6	DISEÑO BÁSICO Y RENDIMIENTOS. SIMULACIÓN.....	147
8.3.1.3.7	ESTIMACIÓN ECONÓMICA .....	166
8.3.1.3.8	ESQUEMA CONEXIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A RED .	167
8.3.1.4	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PRVE .....	168
8.3.1.4.1	Potencia total instalada, en KW.....	168
8.3.1.4.2	Potencia de cálculo y Admisible, en KW .....	168
8.3.1.4.3	Derivación individual.....	168
8.3.1.4.4	Ubicación y Destino de la instalación.....	168
8.3.1.5	OBJETO DEL ESTUDIO DE LA IRVE .....	169

8.3.1.6	POTENCIA PREVISTA .....	169
8.3.1.6.1	Potencia total máxima admisible del PRVE .....	169
8.3.1.6.2	Potencia total máxima admisible de la Vivienda .....	169
8.3.1.6.3	Relación de Subcuadros y suministro de los mismos.....	170
8.3.1.6.4	Potencia total instalada en el PRVE.....	170
8.3.1.7	DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN.....	170
8.3.1.8	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE .....	170
8.3.1.8.1	Centro de transformación .....	170
8.3.1.8.2	Caja general de protección.....	171
8.3.1.8.3	Línea General de Alimentación .....	171
8.3.1.8.4	Contador .....	171
8.3.1.8.5	Derivación individual.....	172
8.3.1.9	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR. CÁLCULO .....	172
8.3.1.9.1	Requisitos Generales. Clasificación de las instalaciones según riesgo. 172	
8.3.1.9.2	Cálculos generales previos .....	179
8.3.1.11.4	Conductores de Protección .....	196
8.3.2	CÁLCULOS .....	200
8.3.2.1	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.....	200
8.3.2.2	FÓRMULAS UTILIZADAS.....	200
8.3.3	ESTUDIO ECONÓMICO.....	216
8.3.4	PLANOS .....	220
8.3.4.1	ESQUEMA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	220
8.3.4.2	DISPOSICIÓN DEL PRVE EN PLANTA.....	221
8.3.4.3	ESQUEMA UNIFILAR.....	222
8.3.4.4	SECCIÓN DE ZANJA.....	223
8.3.5	ANEXOS.....	224
8.3.5.1	FICHAS TÉCNICAS .....	224
9.	CONCLUSIONES.....	232
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	233

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de recarga privados a 2030.....	26
Figura 2. Puntos de recarga públicos en la actualidad y a 2030.....	26
Figura 3. Evolución Parque de vehículos eléctricos en España a 2030.....	27
Figura 4. Esquema vehículo EV-PURE.....	44
Figura 5. Esquema vehículo Híbrido enchufable.....	46
Figura 6. Conector Schuko.....	53
Figura 7. Conector Tipo 1.....	53
Figura 8. Conector Mennekes.....	54
Figura 9. Composición y funcionamiento Mennekes.....	54
Figura 10. Conector Combo.....	55
Figura 11. Conector CHAdeMO.....	56
Figura 12. Esquema 1a.....	62
Figura 13. Esquema 1b.....	63
Figura 14 Esquema 1c.....	64
Figura 15. Esquema 2.....	65
Figura 16. Ejemplo rearme manual con conductor de mando único.....	66
Figura 17. Ejemplo rearme manual con dos conductores de mando.....	67
Figura 18. Ejemplo rearme manual con contactor normalmente abierto.....	67
Figura 19. Ejemplo centralización de contadores para esquema 2.....	68
Figura 20. Esquema 3a.....	69
Figura 21. Esquema 3b.....	70
Figura 22. Esquema 4a.....	71
Figura 23. Esquema 4b.....	72
Figura 24 Caso C.....	93

Figura 25. Esquema 2 según ITC BT 52.....	94
Figura 26. SAVE Policharger PRO T2.....	95
Figura 27. Tipo de conector SAVE.....	96
Figura 28. Partes del conector.....	97
Figura 29. Esquema elegido.....	101
Figura 30. <i>Dispositivo contra sobretensiones combinado (DPS + POP)</i> .....	104
Figura 31. Cable AFUMEX class 1000V (AS).....	108
Figura 32. Selectividad interruptores automáticos.....	118
Figura 33. Imagen ganchos de paneles solares Fischer en tejado.....	140
Figura 34. Imagen estructura de paneles solares Fischer en tejado .....	141
Figura 35. Interfaz Sunny Design I.....	150
Figura 36. Interfaz Sunny Design II.....	151
Figura 37. Interfaz PVGIS.....	164
Figura 38. Esquema de conexión instalación FV a red.....	167
Figura 39. Caso C.....	174
Figura 40. Esquema 4a.....	174
Figura 41. SAVE Policharger PRO T2.....	175
Figura 42. Conector Tipo 2.....	176
Figura 43. Partes del Conector Tipo 2.....	177
Figura 44. Esquema 4a.....	180
Figura 45. <i>Dispositivo contra sobretensiones combinado (DPS + POP)</i> .....	184
Figura 46. Cable Afumex class 1000V (AS).....	189
Figura 47. Selectividad interruptores automáticos (sobrecargas y cortocircuitos).....	200

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla B.52-1. Métodos de instalación de referencia.....	50
Tabla 2. Tabla C.52-1.bis. Intensidades admisibles.....	51
Tabla 3. P. instaladas en un circuito de recarga para una vivienda unifamiliar.....	74
Tabla 4. Tabla B.52-1. Métodos de instalación de referencia.....	106
Tabla 5. Tabla C.52-1.bis. Intensidades admisibles.....	107
Tabla 6. Tabla AFUMEX CLASS 1000 V (AS).....	109
Tabla 7. Tensión de la instalación.....	116
Tabla 8. Protección de Línea de Circuito PRVE.....	128
Tabla 9. Cortocircuito Línea PRVE.....	128
Tabla 10. Subcuadro Línea circuito PRVE.....	128
Tabla 11. Cortocircuito SAVE/Alumbrado.....	128
Tabla 12. Tabla B.52-1. Métodos de instalación de referencia.....	186
Tabla 13. Tabla C.52-1.bis. Intensidades admisibles.....	187
Tabla 14. Tabla C.52-2.bis. Corrientes admisibles.....	188
Tabla 15. Tabla AFUMEX CLASS 1000 V (AS).....	190
Tabla 16. Secciones de los conductores.....	196
Tabla 17. Tensión nominal de la Instalación.....	198
Tabla 18. CGPM.....	214
Tabla 19. Cortocircuito CGPM.....	214
Tabla 20. Cuadro CGD.....	214
Tabla 21. Cortocircuito CGD.....	214
Tabla 22. Subcuadro CIRCUITO PRVE.....	215
Tabla 23. Cortocircuito subcuadro CIRCUITO PRVE.....	215
Tabla 24. Sección de los conductores de protección interiores.....	216

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1 Vehículo eléctrico**

El inicio de la historia del vehículo eléctrico, aunque pueda parecer curioso, es anterior al de combustión interna.

Ya en el S. XIX, los avances del electromagnetismo, los experimentos de Anyos Jedlik (que en 1828 descubrió el primer motor eléctrico que constaba de un estator, un rotor y un conmutador) y los de Joseph Henry, facilitaron que algunos visionarios probasen a montar este tipo de motores a sus coches de caballos. [1]

Así, Thomas Davenport, construyó el que se considera el primer vehículo eléctrico de la historia en 1834, aunque era sólo un vehículo en miniatura que únicamente se desplazaba haciendo círculos sobre una mesa y no soportaba ni el propio peso de su batería.

Estamos ante el primer prototipo equipado con motor eléctrico, adelantándonos 50 años al motor de combustión.

Robert Davidson, diseñó una locomotora eléctrica que llegaba a 6 km/hora “La fiebre de la motorización eléctrica acaba de empezar”.

Entre 1832 y 1839, Robert Anderson ideó el coche eléctrico puro al diseñar un carruaje con tracción eléctrica y pila de energía no recargable. Asistimos así al primer proyecto ideado desde cero para ser un vehículo eléctrico. [3]

En aquella época, se patenta la línea electrificada que a pesar de ser un gran avance para la movilidad sirvió de empujón para trenes, tranvías y no tanto para los coches eléctricos.

En 1832 aparece la batería recargable de plomo y ácido, obra de Gastón Planté, aunque su fabricación no fue posible a nivel industrial.

No fue hasta 1880, gracias a Camille Faure, que se inventó un procedimiento electroquímico (masa activa) que aumentaba la capacidad de carga de la batería de plomo y ácido. [4]

A partir de entonces, la fabricación a nivel industrial de la batería recargable de plomo y ácido, fue una realidad.

La posibilidad de cargar la batería hizo que el coche eléctrico se impusiera como el automóvil por excelencia a principios del S. XX. Fue entonces cuando se vivió un florecimiento de prototipos de vehículos eléctricos.

En la Exposición Mundial de París de 1867, Franz Kravogl, mostró su idea de un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico y en la Exposición Internacional de la Electricidad de París en 1881, Gustave Trauvé presentó al público un automóvil de 3 ruedas totalmente funcional, para muchos el primer vehículo alimentado por electricidad. [2]

Ese mismo año, Charles Jeantaud, construyó el primer coche eléctrico de 4 ruedas alimentado con baterías, aunque "Tilbury" (así lo llamó), acabó consumido por las llamas tras recorrer 100 metros.

En 1884 en Manchester, el ingeniero Thomas Parker diseñó el vehículo eléctrico más práctico hasta el momento, gozando de gran éxito en la sociedad británica.

Gran Bretaña y Francia (sobre todo esta última), eran los países que dominaban tanto el diseño como la fabricación de los vehículos eléctricos a finales del S. XIX. Además gozaban del apoyo a nivel institucional, lo cual propició un enorme desarrollo de este tipo de vehículos.

La invención eléctrica que maravilló al mundo fue el record de velocidad alcanzada por "La Jamais Contente" en 1899, al romper la barrera de los 100 Km/hora (105,88 Km/hora).

Por aquel entonces, en Estados Unidos aparecieron también vehículos eléctricos más desarrollados de los que se disponían anteriormente.

William Morrison fabricó en 1890 una camioneta para seis pasajeros que circulaba a 23 Km/hora sirviendo de precedente para los actuales monovolúmenes.

En 1894, el "Electrobat" fue el primer coche eléctrico con una fiabilidad nunca vista hasta entonces, obra de Henry Morris y Pedro Salom.

A principios del S. XX, en Estados Unidos, de los 4.200 vehículos vendidos, el 22% eran de gasolina, el 40% de vapor y el 38% eran eléctricos, convirtiéndose así en el país líder en movilidad eléctrica.

Grandes fabricantes americanos de la época como: Detroit Electric, Edison, Studebaker, etc.... tuvieron un gran éxito comercial.

La desaparición de los automóviles de vapor supuso un aumento de cuota de mercado para los eléctricos, pero poco a poco se acercaba su declive.

Entre 1908 y 1912, convivieron los vehículos de combustión (más ruidosos y contaminantes) y los eléctricos (más limpios y fiables), pero la llegada de la Cadena de Montaje en serie de Henry Ford, provocó una bajada de precio en los modelos de combustión, pudiendo ser accesible así, a las clases medias.

Esta innovación industrial supuso a caída del vehículo eléctrico. Esto fue así hasta que Thomas Edison creó la batería de hierro-niquel, disparando las previsiones del vehículo eléctrico; pero en 1912, el arranque eléctrico de los motores de combustión hizo desaparecer su punto débil (el complicado arranque a manivela).

La creación de carreteras que permitían mayor velocidad y autonomía, junto con la proliferación de yacimientos petrolíferos al sur de Estados Unidos, (generando una potente industria) fueron

determinantes para que el vehículo eléctrico de combustión fuese la opción elegida por la sociedad americana y luego por el resto del mundo.

La producción del vehículo eléctrico, que no podía competir por su autonomía y precio (tres veces mayor) con los vehículos de combustión, quedó relegada a ciudades, a flotas con fines industriales, carritos de golf..

El apogeo de los coches de combustión hizo sólo los vehículos eléctricos quedasen en el olvido, sino que la sostenibilidad y la eficiencia pasasen a un segundo plano.

Esto fue así hasta el duro golpe de la crisis del petróleo de 1973, desencadenando cumbres y tratados internacionales, como El Protocolo de Kioto, donde se contempló por primera vez un posible colapso de la humanidad si se seguía malgastando los recursos naturales.

Esto indujo a mejorar la eficacia y reducir emisiones a todos los fabricantes de coches, y al mismo tiempo, comenzó la búsqueda de alternativas al petróleo.

En 1990, General Motors, gracias a la ley “Zero Emission Mandate”, lanza el prototipo Impact, precursor del famoso EV-1 (primer vehículo eléctrico moderno).

La intención de la administración californiana de que para 1998, los coches no emitieran contaminantes, produjo que otras compañías como Toyota, Honda o Ford también presentaran sus proyectos.

Pese al relativo éxito del vehículo eléctrico, General Motors canceló el proyecto EV-1 argumentando que “el proyecto no era comercialmente viable debido a los altos intereses económicos de las compañías petroleras y a la falta de baterías adecuadas, debido a que la empresa Chevron (TEXACO) adquirió la patente de las baterías níquel-metal hidruro y posteriormente desmontó la fábrica”. [2]

Las presiones y la fuerza de la industria petroleras de Estados Unidos, fueron el principal motivo del fracaso del vehículo eléctrico en los años 90.

En el año 2000, el vehículo eléctrico quedaba relegado a flotas privadas y micro-coches.

En esta época, 1997, la recesión económica mundial y los programas de reducción de emisiones y gases de efecto invernadero, han propulsado el éxito del vehículo híbrido con Toyota y su modelo Prius a la cabeza.

Los automóviles de bajo consumo son ya una realidad, pero el objetivo es conseguir alcanzar el “cero emisiones contaminantes”.

La firma Tesla Motors ha demostrado que el vehículo eléctrico es viable e incluso rentable, rompiendo barreras que otros vehículos eléctricos tenían en el pasado.

Actualmente hay muchos fabricantes que disponen de modelos eléctricos.

Hoy en día la tendencia del mercado del automóvil se denomina “hibridación”. Pocos son los fabricantes que no cuentan con un modelo híbrido.

Toyota y Lexus lideran este mercado, pero marcas alemanas (Mercedes, BMW) y francesas (Citroen, Peugeot) ofrecen opciones muy interesantes; hasta firmas de superdeportivos como Ferrari, Porsche o McLaren empiezan a aprovechar el empuje extra que ofrece la motorización eléctrica.

Así pues, la historia del vehículo eléctrico puede dividirse en 5 etapas:

- Los pioneros de la movilidad eléctrica (1830 – 1880)
- La transición al transporte motorizado (1880 – 1914)
- El auge del motor a de combustión interna (1914 – 1973)
- El regreso de los vehículos eléctricos (1973 – 2000)
- La revolución eléctrica/híbrida (2000 – 2021)
- El punto de inflexión (2021 -----) [5]

### *1.1.1 Situación actual*

Actualmente, la mayoría de las marcas tienen vehículos híbridos o totalmente eléctricos.

En este camino han influido:

- El desarrollo de la electrónica de potencia
- El control y sensorización

Ello ha permitido llegar a una idea de movilidad eléctrica autónoma y conectada.

Existen también factores aceleradores como es el crecimiento de la población en zonas urbanas, la necesidad de mejora de la calidad del aire en dichas zonas.

Las iniciativas locales favorecen una movilidad más sostenible basada en un transporte limpio y compartido cuyo fundamento es el vehículo eléctrico tanto público como privado.

Estas necesidades impulsan el desarrollo tecnológico para conseguir baterías más eficientes, económicas y reciclables, y por supuesto: la creación de una infraestructura de recarga adecuada.

Será imprescindible que se rebaje el coste de las baterías si se quiere hacer competitivo al vehículo eléctrico frente al de combustión. También hay otros factores que ayudarán a esa disminución de coste en las baterías, sobre todo, que dichas baterías se puedan utilizar para otras aplicaciones.

Según diversas fuentes, en el año 2030 se estima que la mayoría de ventas sean de vehículos eléctricos.

En España, estimando un parque móvil de 25 millones de vehículos y unas ventas anuales de 1 millón, además, considerando una vida media de los vehículos de 12 años; se conseguiría un parque mayoritariamente eléctrico en unos 40 años. [7]

Las cifras dicen que existe una demanda real de coches eléctricos en España. Esto nos indica que en 2040, los vehículos eléctricos serán el 35% de las ventas.

Todo ello basado en estudios de la AIE (Agencia Internacional de Energía).

Es la propia AIE quien, en estudios recientes dice que: 20 de cada 1000 automóviles en el mundo ya tienen la tecnología para desplazarse con un motor eléctrico con baterías, sean híbridos enchufables (PHEV) o completamente eléctricos.

Se podría decir que en la actualidad, la movilidad eléctrica se dinamiza por:

- a) Las restricciones de circulación en las grandes ciudades.
- b) La percepción social favorable hacia el vehículo eléctrico.
- c) El sufrir un atasco en las grandes ciudades provoca efectos nocivos como son la contaminación del aire y el ruido. Así mismo, un gran coste a nivel de reducción de productividad laboral (tiempo perdido).  
Frente a esto los ayuntamientos establecen medidas de control, como restricciones al tráfico, zonas de aparcamiento regulado o restringido o peajes específicos (por congestión).
- d) La imagen es importante también.  
Tesla lo focaliza presentando una imagen favorable del propietario de un vehículo eléctrico, vinculándolo a juventud, poder adquisitivo, amante de la tecnología y responsable medioambiental.

Estos dos factores citados no sólo afectan al vehículo eléctrico de uso privado, sino también al uso de vehículo eléctrico de uso compartido, moto, bici o patinete.

El aumento de los servicios de movilidad compartida en grandes ciudades ha sido exponencial. El transporte público eléctrico sigue en aumento como: el metro, tren de cercanías....

A nivel nacional, o de la Comunidad Europea, se busca que el transporte garantice la eficiencia energética, la seguridad de abastecimiento y la independencia energética. Todo esto se concreta en incentivos para el uso de combustibles alternativos como: gas natural, biodiesel o eléctrico.

Un comprador de un vehículo eléctrico cuenta con ventajas fiscales y descuentos.

Nos centraremos en las políticas realizadas en Barcelona, un gran núcleo urbano y muy eficiente. En Barcelona se combate la contaminación generada por los vehículos de combustión:

- Limitando la circulación
- Promocionar el transporte público y de los vehículos menos contaminantes.
- A partir de 2020, no puede entrar en Barcelona un vehículo contaminante sin etiqueta de la DGT.
- Existirán zonas de bajas emisiones permanentes (para reducir la contaminación hasta un 15%).
- Si los vehículos que circularan por las ciudades fuesen eléctricos, la contaminación por el tráfico se reduciría en un 90%. [6]

La movilidad es fundamental, es uno de los factores principales para que una ciudad pueda considerarse como inteligente y verde.

El objetivo es hacer que las ciudades sean sostenibles, creando así una economía circular.

La Unión Europea alienta el uso de coches eléctricos, pero pocos países han conseguido vender una cantidad importante que pueda reemplazar a los de combustión.

El 90% de los vehículos eléctricos vendidos en 2015, lo fueron en 5 países + Gran Bretaña.

Aquí destaca Noruega, que es quien más rápido y eficazmente está cambiando su parque automovilístico; esto lo consigue con un conjunto de incentivos amplio.

Lo que seguramente marca la diferencia es la subvención para la compra de un vehículo eléctrico que iguale los precios al de los coches convencionales.

Otros factores que favorecerían al vehículo eléctrico serían:

- Beneficios en el coste del aparcamiento y de las cargas
- Poder circular por carriles hasta hoy prohibidos (bus, taxi)
- Reducción de impuestos.
- Las emisiones de CO<sup>2</sup>, óxido de nitrógeno..... emitidos por los tubos de escape, son tremendamente nocivos para el aire y también para el clima. A ello hay que añadir la contaminación por ruido. [8]

Si la electricidad utilizada procediese de fuentes renovables se reduciría de forma importante la contaminación del aire y de los gases de efecto invernadero (GEI)

Aún hay que mejorar mucho en el vehículo eléctrico:

- Autonomía
- Velocidad de recarga

Y sobre todo en infraestructuras:

- Las estaciones de carga deben ser tan accesibles como las tradicionales.
- La capacidad de generación de energías renovables deben ampliarse.

Para los próximos años, las marcas de automóviles anuncian que como mínimo, que la mayoría de sus modelos (si no todos) dispondrán de motorización eléctrica.

En otro orden de cosas, aunque a más largo plazo, algunos países plantean la prohibición de circulación a vehículos diesel o gasolina.

En España el vehículo eléctrico se impulsa a través de subvenciones para la compra de vehículos como la infraestructura de los puntos de recarga.

Se simplifica la tramitación del suministro eléctrico en el ámbito doméstico y en el público. También la eliminación de todo aquello que suponga un obstáculo al desarrollo de las infraestructuras de recarga.

Es fundamental que las IRVE crezcan a un ritmo mayor al de los propios vehículos.

El problema de los puntos de recarga es importante ya que la ausencia de los mismos en las autopistas es un gran obstáculo para que aumenten las ventas de vehículos eléctricos, pero además la falta de estandarización en los sistemas de carga, su funcionamiento y los puntos que no conectan son los principales obstáculos que sufre el vehículo eléctrico.

Si consideramos que la gran parte de los desplazamientos en España son de corta distancia (menos de 50 km), una buena solución se ve en la recarga privada.[9]

### *1.1.2 Reconocimiento de la necesidad*

El cambio climático parece ser uno de los mayores retos de nuestra época.

Por otra parte, para mantener la calidad de vida y el desarrollo económico debemos garantizar el acceso a la energía.

Las grandes reducciones en el precio, el avance tecnológico en aerogeneradores, energía solar fotovoltaica... nos demuestran que desempeñan un papel primordial en el sistema mundial de electricidad.

Los combustibles fósiles comprenden el 80% de la demanda actualmente y provoca 2/3 de las emisiones de CO<sup>2</sup>.

Si continúan las cosas como están actualmente, el nivel de emisiones tendrá consecuencias climáticas desastrosas para el planeta.

La necesidad de reducir las emisiones necesita de un cambio de rumbo radical. Así la eficiencia energética y las energías renovables parecen la gran solución para cumplir los objetivos del clima, pero sin duda, no la única.

Actualmente las energías renovables no se pueden implantar en todo el sistema para sustituir el uso de combustibles fósiles en su totalidad.

La transformación del sistema energético debe apoyar a todas las tecnologías fundamentales para que haya un sistema energético sostenible.

Se necesita un acuerdo climático internacional con:

- Instrumentos fiscales para fomentar el abandono del carbón.
- Reduciendo las emisiones de CO<sup>2</sup> en la industria.
- Apoyando, colaborando y patrocinando proyectos.

Además, las emisiones de CO<sup>2</sup> no es lo único. Para la producción de gas natural, carbón y petróleo, las emisiones de metano son enormes.

El metano se emite a la atmósfera durante los procesos de producción, almacenamiento y distribución del gas natural. Se cree que se pierde un 8% de la producción de dicho gas natural, debido a escapes, fugas... lo que tiene grandes costes ambientales y también económicos.

En cuanto al carbón, en el proceso de extracción, distribución... se libera parte del metano atrapado. Igualmente en la formación geológica del petróleo se pueden crear grandes depósitos de metano, que se liberan durante la extracción y también en el refinado, transporte y almacenamiento del mismo.

En todo proceso de producción, la quema de combustibles fósiles es incompleta, de forma que cuando se utilizan dichos combustibles fósiles para producir electricidad, calor, alimentar vehículos... contribuye a las emisiones de metano.

La energía sostenible requiere un gran compromiso. Muchos países en desarrollo tienen combustibles fósiles sin explotar y quieren utilizarlos para el desarrollo de su economía.

El verdadero reto es conseguir una mejor calidad de vida y un crecimiento económico, a la vez que, reducir la huella ambiental.

Un sistema de energía sostenible, además de la eficiencia a nivel consumidor, debe conseguirla en fases anteriores: producción, transformación y distribución.

#### Ventajas de los combustibles fósiles:

- Son baratos en comparación con otras fuentes de energía.
- Su extracción es más sencilla que otras.
- Gran disponibilidad.
- Alto poder calorífico.
- 

#### Desventajas:

- Su uso produce gases contaminantes y tóxicos

Por otro lado, las energías renovables tienen unos grandes beneficios:

- Ayuda a luchar contra el cambio climático.
- Sus recursos son inagotables.
- Produce una menor incertidumbre económica.
- Es competitiva.
- Es aceptada a nivel global.

Llegados a este punto, tenemos una oportunidad para actuar, es lo que llamamos: transición energética.

Esto es lo que conduce al cambio total del sistema energético actual hacia uno sostenible, inteligente y eficiente, donde la energía utilizada sea 100% renovable.

Según la comisión Europea, “cero emisiones netas” aumentará la prosperidad, creará más empleo, tendrá grandes beneficios sanitarios y ahorra mucho en la importación de combustibles fósiles.

Toda esta transformación conllevará riqueza a todos los niveles: económica, social y ambiental.

Para poder llegar a dicha “cero emisiones”, habrá que cambiar los patrones de producción y los de consumo de energía en todos los sectores. También habrá que hacer:

- Acciones sobre la oferta: habrá que desarrollar un parque de generación eléctrica únicamente con energía renovables.
- Acciones sobre la demanda: sustituir el petróleo por la electrificación en todos los sectores e implantar medidas de eficiencia energética.
- Corrección de la política fiscal energética.

- Fiscalidad ambiental (quien contamina paga) y eliminación de subvenciones a los combustibles fósiles.
- Reforma del sector eléctrico: no se debe retribuir las inversiones, sino la energía distribuida y transportada realmente.
- Marco jurídico estable y seguro.

La democracia energética reemplaza al actual sistema de combustibles fósiles y nuclear, por uno que antepone a las personas y a la justicia económica. Un sistema 100% renovable, eficiente e inteligente.

El consumidor debe producir y consumir su propia energía. Dicho consumidor es el centro neurálgico del sistema.

La aprobación de la Directiva (vehículo eléctrico) 2018/2001, de diciembre de 2018, establece que los gobiernos deben garantizar:

- Derecho a producir, almacenar, consumir y vender energía renovable.
- Derecho a no ser cargado injustamente por la energía producida por ellos mismos.
- Derecho al acceso de los mercados de energía apropiados directamente a través de un tercero.
- Protección de los derechos del consumidor.
- Derecho a la remuneración adecuada en la producción de energías renovables...

Empujados por los jóvenes, ya no estamos dispuestos a admitir la inexorable tendencia de que el calentamiento global se mantenga y perpetúe.

Todas las movilizaciones fuerzan a los gobiernos a declarar el estado de emergencia climática.

La Unión Europea debe llevar sus emisiones netas a cero en 2040. El sistema energético completo debe ser 100% renovable lo antes posible. De hecho, la UE ha presentado "Fit for 55", un programa que establece que "en el 2035 ningún turismo ni furgoneta nueva que se venda en Europa podrá emitir CO2 en su tubo de escape". [11]

En España disponemos de un recurso renovable abundante, también de la tecnología, la capacidad industrial y humana. Todo se reduce pues, a una cuestión de voluntad política.

### 1.1.3 Planteamiento del problema (combustibles fósiles)

El descubrimiento y el uso de estos combustibles (combustibles fósiles) produjo un cambio decisivo en las tecnologías de producción. Comenzaron a usarse a partir de la revolución industrial y ha ido aumentando de manera importante.

Todo esto permitió un enorme desarrollo productivo, pero paralelamente produjo un gran impacto negativo sobre el medio ambiente. Este tipo de combustión genera gases como dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases que generan y potencian el efecto invernadero, contaminación del aire del suelo y el agua.

Los efectos contaminantes se vinculan también al transporte (derrames) y a los subproductos que crean.

Esta situación empeora porque hay un aumento de demanda de energía, de bienes y servicios por el aumento de población y el cambio en las pautas de consumo.

El efecto invernadero es cuando la atmósfera retiene el calor producido por los gases que son permeables a la radiación solar pero no a la radiación infrarroja que emite la tierra, es decir, el calor queda retenido entre la atmósfera y la tierra. Si esto no se produjera, la temperatura media de la tierra sería de unos  $-18^{\circ}\text{C}$ .

El principal gas que permite esto es el  $\text{CO}^2$  (dióxido de carbono) y la quema de combustibles fósiles provoca mayor emisión del mismo hasta el punto de duplicar su concentración sólo en un siglo, lo que provoca el aumento de temperatura y como consecuencia, el llamado "cambio climático".

#### 1.1.4 Recursos limitados

Los combustibles son finitos. Las reservas de gas, petróleo y carbón son limitadas y cada vez más, debido a la enorme demanda de energía.

Esto nos lleva a acabar con los combustibles fósiles en todo el sistema energético, por ello necesitamos seguir desarrollando nuevos recursos que nos permitan no depender de los combustibles fósiles.

Los científicos del UCL estudiaron una serie de modelos y establecieron que en 2050 más de la mitad del petróleo mundial debería quedar sin extraer para que el planeta tenga un 50% de posibilidades de limitar a  $1,5^{\circ}\text{C}$  el calentamiento global respecto a los niveles pre-industriales.

Centrándonos en Europa, deberíamos dejar de extraer el 72% de las reservas de petróleo, el 43% de las de gas y el 90% de las de carbón.

De la energía que se consume actualmente el 90% pasa por un proceso de combustión química y casi la totalidad del combustible empleado es fósil.

Según el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, el cálculo de las reservas de combustibles fósiles es:

- Carbón: 150 años
- Petróleo: 42 años
- Gas natural: 63 años [10]

Llegados a este punto y suponiendo que los gobiernos poco a poco van tomando medidas para que se dejen de usar los vehículos de combustión (gasolina y diesel) subvencionando la adquisición de vehículos eléctricos puros o híbridos, deberíamos preguntarnos ¿Debería cambiar yo también?

### 1.1.5 Huella de carbono

Entendemos por huella de carbono, la totalidad de gases (llamados de efecto invernadero) emitidos de forma directa o indirecta como consecuencia de la actividad que se realiza; la producida por las actividades económicas y cotidianas del ser humano.

Se deben tomar medidas y realizar iniciativas para reducirla lo máximo posible.

Cada vez que realizamos una actividad cotidiana como poner gasolina, cargar el móvil, poner una lavadora... provocamos una estela de gases que se acumulan en la atmósfera y hacen que haya un sobrecalentamiento. [14]

Todas estas emisiones aceleran el cambio climático y si no las neutralizamos, la tierra se convertirá en un lugar inhóspito muy pronto. Así nos dice la ONU en sus objetivos de desarrollo sostenible (ODS):

- Descarbonización de la economía
- Impuestos ambientales

Como individuos, cada uno de nosotros debemos ayudar a reducir dicha huella de carbono, pero ¿cómo?

- Optimizando nuestras actividades diarias
- Reduciendo las emisiones de nuestros vehículos, lo cual implica que en unos años los vehículos eléctricos serán, si no todos, la gran mayoría de los que se fabriquen. [12]

Dicho esto, procedemos a analizar la huella de carbono de los diferentes tipos de vehículos que hay disponibles actualmente:

- Coches de combustión:

Su impacto en la atmósfera se debe mayormente a la producción previa de energía fósil (extracción, transporte, refinado..) y a la quema del combustible al utilizar el vehículo.

Gasolina: tiene una huella de carbono relativamente alta debido al nivel de CO<sup>2</sup> liberado en su combustión.

Diesel: al consumir menos combustible existe menos GEI y por tanto, su huella de carbono es menor, aunque el elevado número de partículas finas que emiten es muy contaminante y dañino para la salud.

- Coches GLP: consumen hasta un 30% más que los de gasolina y producen casi tanto CO<sup>2</sup> como los de gasóleo, pero muy pocas partículas finas. El problema es su alta emisión de monóxido de carbono CO.
- Vehículos de bioetanol (E85): Emiten poco CO<sup>2</sup> a la atmósfera debido a que es un biocombustibles de origen vegetal. Es más barato que la gasolina y el gasóleo, sin embargo, no está muy desarrollado en España debido a su limitada red de distribución y al bajo número de vehículos compatibles.
- Coche eléctrico: La mayoría del CO<sup>2</sup> emitido por este tipo de vehículos a lo largo de su vida viene del proceso de producción. La batería de iones de litio es la responsable de la mitad del CO<sup>2</sup> que se emite durante su fabricación. Por supuesto, el vehículo eléctrico contamina mucho menos que cualquier otro, siempre y cuando, no haya que cambiar la batería

Así pues, la huella de carbono del vehículo eléctrico es la más reducida de todos.

- Coche híbrido: Combinando un motor eléctrico y uno de combustión se evita el consumo excesivo de combustible, reduciendo por tanto, las emisiones de CO<sup>2</sup> producidas por este tipo de vehículo. Son por tanto, un medio de transición hacia coches más sostenibles e independientes de los combustibles fósiles. [13]

## 1.2 Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas. En el caso de ese proyecto, la utilizaremos para autoconsumo.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y limpia que utiliza la radiación solar para producir electricidad. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica.

Para ello, se emplea un dispositivo semiconductor denominado celda o célula fotovoltaica, que puede ser de silicio monocristalino, policristalino o amorfo, o bien otros materiales semiconductores de capa fina. Las de silicio monocristalino se obtienen a partir de un único cristal de silicio puro y alcanzan la máxima eficiencia, entre un 18 % y un 20 % de media. Las de silicio policristalino se elaboran en bloque a partir de varios cristales, por lo que resultan más baratas y poseen una eficiencia media de entre el 16 % y el 17,5 %. Por último, las de silicio amorfo presentan una red cristalina desordenada, lo que conlleva peores prestaciones (eficiencia media de entre un 8 % y un 9 %) pero también un precio menor. [24]

El autoconsumo fotovoltaico consiste, básicamente, en la producción de electricidad para el consumo propio a través de paneles solares fotovoltaicos.

Estos paneles transforman la luz solar incidente sobre ellos en electricidad gracias al efecto fotovoltaico. La corriente generada es continua, y por lo tanto, no apta para los equipos de nuestra vivienda, por lo que se requiere de un inversor que la transforme en corriente alterna para poder consumir esta energía.

Aparte de los módulos o paneles y el inversor, existen otros equipos de protección y medida que aseguran el correcto funcionamiento de la instalación, así como diferentes tipos de kit accesorios que pueden mejorar el rendimiento global de la misma: anclajes, cableado, optimizadores...

Las instalaciones **conectadas a red** están diseñadas para cubrir una parte del consumo eléctrico y reducir en la medida de lo posible el importe por energía, se pueden clasificar en:

- **Autoconsumo directo:** Se consume directamente la energía que produce la instalación fotovoltaica de autoconsumo. La energía que no se consume se vierte directamente a la red, y en el caso de necesitar más energía de la que produce la instalación, se tomaría también de la red.
- **Autoconsumo con baterías o sistema de acumulación:** Se consume directamente la energía que produce las placas solares de autoconsumo, y la energía que no se consume se almacenaría en baterías para necesidades posteriores. De esta forma se consume mayor cantidad de energía solar que la procedente de la red eléctrica.

Si en un momento dado se produce más de lo que consume, estos excedentes tienen dos posibles destinos, se derivan a baterías para su uso posterior o se vierten a la red.

Por su lado, las instalaciones **aisladas** se encuentran conectadas con el interior de una red de consumo propia, pero que no cuentan con conexión eléctrica física con la red de transporte o distribución general. El almacenamiento de energía con baterías es imprescindible en este tipo de instalaciones, con el fin de garantizar un suministro eléctrico durante 24 horas. [25]

En el caso práctico 2 de este proyecto, se utilizará un sistema de autoconsumo de energía solar fotovoltaica para alimentar la instalación de un punto de recarga para un vehículo eléctrico, todo ello situado en una propiedad privada con una vivienda unifamiliar, por lo que se ahondará más en este tema.

## 2. PREVISIONES A CORTO – MEDIO PLAZO

Algo fundamental para conseguir la descarbonización del transporte, es la movilidad eléctrica.

Según el Plan Nacional Integrado (PNIEC), deberíamos alcanzar los 5 millones de vehículos eléctricos para 2030. Para ello, se debería disponer de una infraestructura de recarga acorde a las cifras de vehículos, tanto a nivel público como privado, para que tal cantidad de baterías puedan ser recargadas de una forma adecuada.

Teniendo la referencia del PNIEC para 2030, se han analizado distintos escenarios para la infraestructura pública y otro para la privada.

Se muestra que serían necesarios 3 millones de puntos de recarga de vehículos en ámbito privado para 2030 (datos para Europa). La mayoría estarán situados en lugares de trabajo y en los hogares, mientras que una minoría (algo superior al 10%) estarían ubicados en las cocheras. [9]

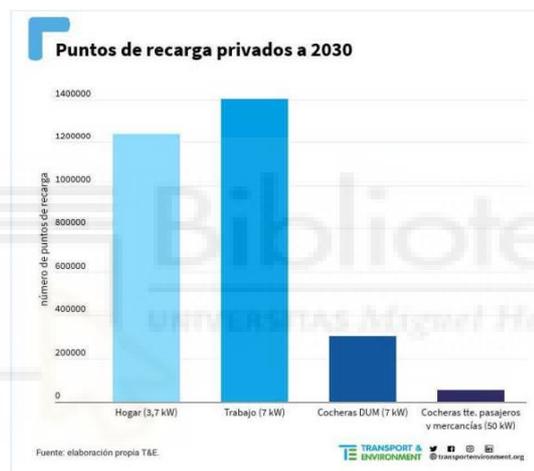


Figura 1

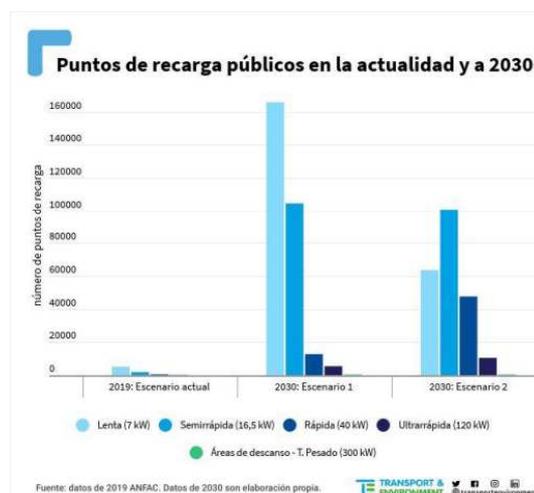


Figura 2

La emisión de gases contaminantes en nuestro país tiene como uno de sus principales factores, el transporte. De hecho, según el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero (GEI), es el sector más emisor, con un 29% del total. El 80% de la movilidad tanto de mercancías como de pasajeros se realiza por carretera. Es urgente por tanto tomar decisiones que lleven a implementar las medidas necesarias para cumplir los compromisos con el clima, tanto con la Unión Europea como con el gobierno español.

Directriz principal → reducción 55% (GEI) para 2030. Comparamos con los niveles de 1995-6.

El PNIEC, 2021 – 30, la cifra de 5 millones de vehículos eléctricos ambicionada incluye, tanto coches y furgonetas como autobuses y motocicletas.

Para cumplir este objetivo se debe hacer hincapié en la implantación de una infraestructura de recarga fiable, eficiente y útil.

Se han tomado varios aspectos en consideración que van desde la recarga para aquellos que no disponen de una plaza de aparcamiento privada, hasta los esquemas y la gestión necesaria para poder instalar un Plan de recarga de vehículos eléctricos.

Para el análisis de infraestructuras se ha considerado el impacto que tendrán los nuevos hábitos de movilidad, las mejoras en baterías y el rendimiento de los vehículos eléctricos. Así se han obtenido los resultados que mejor se adaptarán a la realidad que debería existir en 2030, según el PNIEC.

En 2019, en España se matricularon un total de 24.261 vehículos eléctricos, tendencia que a pesar de la crisis sanitaria y económica producida por la pandemia, se ha mantenido en auge en 2020 aunque todavía nos situamos a la cola de los demás países de la Unión Europea.

En la siguiente gráfica y partiendo de los datos de la Dirección General de Tráfico, se puede ver la previsión de la evolución del parque de vehículos eléctricos en España.

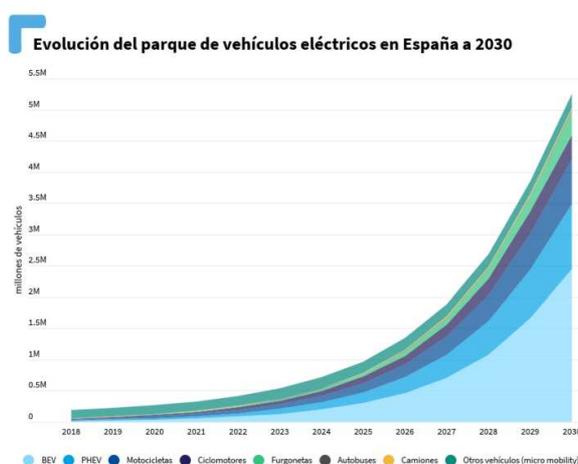


Figura 3

En este punto, se plantean las siguientes propuestas a la hora de estimular la movilidad eléctrica en España, destacando la infraestructura de recarga:

- a) En entornos privados
  - b) En entornos públicos
  - c) Implicando a entidades públicas.
- 
- a) Facilitar la recarga no sólo en los domicilios, sino también en los lugares de trabajo, así como en las cocheras de los vehículos urbanos tanto de transporte de pasajeros como de mercancías.
  - b) Simplificar los trámites y procedimientos administrativos que favorezcan la implantación de los puntos de recarga.
  - c) Promover que las entidades públicas aúnen esfuerzos en el despliegue de una infraestructura de recarga para todos los vehículos eléctricos.

Actualmente (2018) sólo hay en España unos 12.000 puntos de recarga de acceso público.

El objetivo a nivel nacional se ha fijado en 100.000 puntos de recarga para 2023 y entre 250.000 y 340.000 para 2030.

La Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo, aprobó en junio de 2022 que a partir del 1 de enero de 2035 queda prohibida la venta de vehículos con motores diesel y gasolina. Dicha Comisión aprobó también la prohibición de vender vehículos híbridos, ya que, aunque en menor medida, utilizan motores térmicos.

Por tanto, en los primeros años, los fabricantes disminuirán la inversión, destinando a estos vehículos híbridos en favor del desarrollo de vehículos 100% eléctricos.

La Unión Europea está tratando de asegurarla instalación de un poste de carga rápida cada 60 km en las vías principales mediante un reglamento que supondría instalar hasta 4 millones de puntos de reabastecimiento eléctrico.

Para hacer frente a la elevada demanda de vehículos eléctricos, que a ciencia cierta se producirá en los próximos años, la infraestructura de recarga deberá evolucionar de forma paralela, aumentando en cantidad y disponibilidad los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Así hay empresas como Iberdrola que prevén instalar estaciones de recarga rápida en las principales autovías y carreteras de España.

A los fabricantes de vehículos dentro de la UE se les permitía contar con híbridos enchufables para así disminuir las emisiones de su flota y alcanzar el objetivo climático, pero se han aprobado una serie de reglas que pondrán fin a todo esto.

Se ha acordado medir las emisiones reales de CO<sub>2</sub> de los PHEV para que sus clasificaciones climáticas pasen a ser más realistas. Existe un coeficiente llamado “factor de utilidad” el cual se reducirá a partir de 2025 y hasta 2027 para ajustarse a la conducción real de estos vehículos.

Aunque los híbridos enchufables se muevan en parte gracias a sus baterías eléctricas, también consumen combustibles fósiles, pero el ciclo WLTP de homologación es muy permisivo con ellos y les “otorga” un consumo a la baja de alrededor de 1,2 - 1,3 litros/100km y unos 2 litros a los 100km para los vehículos SUV más grandes.

T&E (transport & environment) considera “falsos” a los PHEV. Según ellos, el nuevo sistema “terminará con el escándalo de las emisiones que engaña a los consumidores y permite a los fabricantes de automóviles debilitar significativamente sus objetivos de emisiones de CO<sub>2</sub>”. Según explica Anna Krajinska, ingeniera de T&E, “durante años las emisiones de los híbridos enchufables se basaron en condiciones de conducción poco realistas. Las nuevas reglas reflejan la realidad de que los PHEV contaminan mucho más de lo que afirman los fabricantes. Los gobiernos que aún incentivan la compra de estos vehículos eléctricos falsos deben de tener ahora sus subsidios dañinos”.

Según se ha visto, los PHEV consumen hasta el triple de combustible y producen el triple de CO<sub>2</sub> del que están homologados y los que pertenecen a flotas de empresas, lo quintuplica.

La gran mayoría de estos vehículos cuentan con baterías pequeñas y sin carga rápida, por lo que se hace difícil para los conductores recargarla regularmente. A esto se atienen los fabricantes para justificar el aumento de consumo.

Se estima que dimensionando el tamaño de las baterías para que sean de entre 30 y 40 Kw-h se reduciría lo suficiente el consumo de combustible y por tanto las emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas potencias se acercan a las de las baterías de vehículos 100% eléctricos, aunque de pequeño tamaño.

La ley otorga a los fabricantes una cuantía o bonificación por cada vehículo de bajas/0 emisiones, y según las reglas de UE (hasta la actualidad), los PHEV entran en esta categoría, por lo que los fabricantes mantienen su producción ya que ayuda con el objetivo de emisiones de su flota.

Los consumos están clasificados según el “Protocolo d WLTP” a partir del CO<sub>2</sub> que se emite, en el caso de los PHEV se repite el ciclo una serie de veces, empezando con la batería llena al 100%, y siguiendo mientras se vacía, hasta llegar a hacer 1 con la batería vacía. La homologación es en función de los primeros 100 Km, después y hasta la recarga, se utiliza el

modo híbrido o incluso sin apenas gastar batería, lo que hace que el consumo aumente y, por ende, sea muy superior al homologado.

La solución de ingeniería pasa por instalar baterías de mayor capacidad para extender la autonomía y reducir el consumo de combustible.

La proporción de conducción eléctrica queda representada según el factor de utilidad (UF) en el “protocolo WLTP”

- Eléctrico → 100%
- Combustión → 0%
- Híbrido → X%

Este factor puede dar una idea del consumo real de un híbrido enchufable.

Tomando los datos recopilados hasta 2024 por parte de los medidores de consumo de este tipo de vehículos, la UE podrá modificar los factores de utilidad entre 2025 y 2027 para que se ajusten al comportamiento y consumo reales. Estos datos se han empezado a recibir por parte de la UE desde principios del pasado abril de 2022, y son enviados automáticamente y de forma “anónima” por el “propio vehículo”.

“Damos la bienvenida al fin del mito de que los híbridos enchufables son vehículos de bajas emisiones. Si los fabricantes quieren evitar las multas de la UE, tendrán que vender coches genuinamente ecológicos que ayuden a reducir nuestro consumo de petróleo”. Anna Krajinska [15]

### **3. OBJETO DEL PROYECTO**

Tras ver la situación actual, tanto de “origen” como de previsiones, es posible ahora definir el objeto del presente proyecto, que sería el siguiente:

Analizar y clasificar las diferentes tipologías de vehículos eléctricos e infraestructuras de recarga de los mismos así como la normativa y ayudas aplicables a ellos con la intención de ofrecer soluciones a la acuciante necesidad que hay de proyectar y “construir” todos los Planes de Renovación de Vehículos Eléctricos previstos (en nuestro país).

Por otra parte, analizar las ventajas que provocan que la energía fotovoltaica, y en especial el autoconsumo de la misma, sea la opción ideal para dotar de energía a muchas instalaciones, tanto públicas como privadas.

Por último, utilizar la información recopilada anteriormente y contemplar diferentes opciones que existen para la instalación de Puntos de Recarga mediante el desarrollo de 2 casos prácticos.



## **4. NORMATIVA**

A día de hoy, disponemos de una serie de Normativa y Reglamentación relacionada con la instalación de Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos (PRVE), así como con las Instalaciones Fotovoltaicas.

### **4.1 NORMATIVA NACIONAL Y AUTONÓMICA**

- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el R.D. 314/2006, de 17 de marzo.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del Autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019), por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 19/2009, de 23 de noviembre, de medidas de fomento y agilización procesal del alquiler y de la eficiencia energética de los edificios.

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- ORDEN APA/2222/2003, de 1 de agosto, por la que se establecen las bases reguladoras y la convocatoria de la concesión de ayudas a las sociedades mixtas.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE 20460-7-712:2006 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.

- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Norma UNE-HD 60364-5-52 Tablas actualizadas B-52 y C-52 (Intensidades máximas admisibles - REBT).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Normativas de la compañía suministradora i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES (GRUPO IBRDROLA).
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.

- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Revisión vigente desde 01 de Julio de 2021.
- CPR (Construction Products Regulation). Reglamento (Nº 305/2011) publicado en marzo de 2011 por el Parlamento Europeo. Este reglamento establece condiciones armonizadas para toda la UE en lo que concierne a la comercialización de productos de la construcción.
- Aquellas otras Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Ordenanzas municipales.



## 4.2 DIRECTIVAS EUROPEAS

- Reglamento (CE) nº 443/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos como parte del enfoque integrado de la comunidad para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos ligeros.
- Directiva 2009/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes.
- Directiva (UE) 2019/1161 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019, por la que se modifica la Directiva 2009/33/CE relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes.
- Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2014, relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Reglamento (UE) 2022/2577 del Consejo de 22 de diciembre de 2022 por el que se establece un marco para acelerar el despliegue de energías renovables.

El Parlamento Europeo ha aprobado en junio de 2022 la propuesta que prohíbe la venta de turismos y vehículos comerciales nuevos con motor de combustión en el año 2035. El texto, que adelanta cinco años la restricción e incluye también los motores híbridos, fija la posición de los eurodiputados para la negociación con los ministros de Medioambiente de los países de la Unión Europea. Se espera que la ley definitiva se apruebe próximamente.

## **5. VEHÍCULO ELÉCTRICO**

### **5.1 Introducción al vehículo eléctrico**

Llamamos coche eléctrico al vehículo que es impulsado por un motor alimentado por una fuente de energía eléctrica que después se transforma en energía cinética, tanto si es recargada a través de la red como si no.

La tecnología más utilizada y a la vez la más avanzada, es la de las baterías de iones de litio, pero también hay otros tipos.

A continuación hablaremos de las baterías y de los distintos tipos de vehículos que hay.

### **5.2 Análisis de baterías de vehículos**

El elemento a destacar en todo vehículo eléctrico, es la batería. Esto es así porque la autonomía del vehículo así como su precio dependen del tipo y de la capacidad de la misma.

La batería es un acumulador de energía, es decir, almacena la electricidad mediante elementos electroquímicos. Las baterías deben entregar la energía en cualquier momento, pero ello implica un número finito de cargas y descargas, lo que conocemos como "ciclo de vida".

El proceso de descarga: la batería de un coche eléctrico es la que aprovecha la energía que se produce en la oxidación-reducción para producir corriente eléctrica.

El proceso de carga: uso de una corriente eléctrica para producir un cambio químico.

El proceso "redox" (reacción de oxidación-reducción) es un proceso donde un componente de la batería pierde electrones y otro componente los gana, es decir, uno se oxida y otro se reduce.

La batería está formada por dos electrodos (ánodo y cátodo) que están sumergidos en un electrolito.

El ánodo se oxida y el cátodo ganará electrones, reduciéndose.

Esto se produce como ya hemos comentado en el proceso de descarga y ello es debido a que la electricidad tiene signo contrario al flujo de electrones, por lo que ésta irá desde el cátodo (polo positivo) hasta el ánodo (el negativo).

En el proceso de carga, ambos se invierten y así el cátodo vuelve a ganar electrones que antes perdió durante la conducción.

Hay diferentes tipos de baterías usados en la actualidad: [16]

- Batería de plomo – ácido:

Es el tipo más utilizado y también la más antigua. Inventada en el S.XIX ha permanecido casi igual.

Tiene un bajo coste por lo que es idónea para el arranque, iluminación... siendo empleadas como acumuladores en vehículos pequeños.

Por otro lado, tiene un elevado peso, utiliza el plomo (tóxico) y además su recarga es lenta; así que no son los ideales para utilizar en el vehículo eléctrico.

Tienen entre 6 y 12 voltios, una autonomía de 100 km y son utilizadas para las funciones de arranque, iluminación o soporte eléctrico.

Actualmente se están dejando de emplear por:

- Ciclo de vida muy limitado: de 500 a 800 ciclos de carga y descarga. Densidad baja: 30-40 Wh/kg. Y también la necesidad de un mantenimiento periódico.
- Son pesadas.
- Plomo es tóxico
- Capacidad de recarga es lenta.

Por otro lado, tienen un bajo coste y buen comportamiento en frío.

- Batería níquel-cadmio:

Tienen un alto coste de sus elementos por lo que están orientadas a aviones, vehículos militares.. dado su gran rendimiento a bajas temperaturas.

Este alto coste hace que no sean la solución elegida por los fabricantes de coche y además tienen efecto memoria, es decir, su capacidad se reduce con cada recarga.

- Ciclo de vida entre 1500 y 2000 cargas y descargas.
- Densidad de 40-60 Wh/kg.
- Un cuidado específico.

Son muy fiables y usan técnicas de reciclado total y además:

- Gran coste
- Efecto memoria.
- Es contaminante.
- Envejecimiento prematuro con el calor.

- Batería níquel-hidruro metálico:

Es parecida a la de níquel-cadmio pero mejora sus capacidades y reduce el efecto memoria. Son menos nocivas para el medio ambiente.

Por otro lado:

- Gen77eran demasiado calor.
- Se recargan más lentamente.
- Requiere constante mantenimiento.
- Se deteriora a altas temperaturas así como a altas corrientes de descarga o sobrecargas.
- Tienen un ciclo de vida limitado: 300-500 ciclos de carga y descarga
- Densidad de 30-80 Wh/kg.
- Elevado mantenimiento.
- Son menos fiables y no soportan fuertes descargas.
- No resisten bien las altas temperaturas ni las altas corrientes de carga.
- Reducen el efecto memoria respecto a las de níquel-cadmio.
- Eliminan el cadmio (tóxico).

- Batería Ion-Litio (LiCoO<sub>2</sub>)

Son nuevas y están compuestas por un electrolito de sal de litio y electrodos de litio, cobalto y óxido.

El uso de nuevos materiales (litio) permite conseguir:

- Alta energía.
- Alta eficiencia.
- Eliminación de efecto memoria.
- No necesitan mantenimiento.
- Son reciclables.
- Doble densidad energética que las baterías de níquel-cadmio
- Son más pequeñas (1/3)

En el lado negativo:

- Alto coste de producción aunque se va reduciendo.
- Son frágiles pudiendo explotar por sobrecalentamiento.
- Deben almacenarse con cuidado por necesitar un ambiente frío y porque deben estar cargadas sólo parcialmente.

Actualmente son la mejor elección para el vehículo eléctrico. Es una tecnología todavía en desarrollo y los avances nos presentan su gran margen de mejora.

Su ciclo de vida está entre 400 y 1200 cargas y descargas.

Densidad de 100-250 Wh/kg y no necesitan mantenimiento.

Sus desventajas:

- Tienen un alto coste de producción.
- Fragilidad.
- Almacenaje muy cuidadoso.

Ventajas:

- Tienen alta densidad energética.
- Menor tamaño y peso.
- Alta eficiencia.
- Sin efecto memoria.

- Batería Life Po4:

Es parecida a la de Ion-litio, pero ésta no usa el cobalto por lo que es más segura y estable; además tiene otras ventajas:

- Ciclo de vida más larga, alrededor de 2000 cargas y descargas.
- Mayor potencia.
- Densidad: 90-100 Wh/kg.
- No necesita mantenimiento.

En la parte negativa:

- Menor densidad energética
- Mayor coste.
- 

- Batería polímero de litio:

Es otra variación de las baterías de Ion-litio.

Ésta cuenta con una mayor densidad energética: 300Wh/kg y también mayor potencia.

Ventajas:

- Son ligeras y eficientes.
- No tienen efecto memoria.

Desventajas:

- Alto precio
- Ciclo de vida menor, por debajo de las 1000 cargas y descargas.

- Batería ZEBRA

También llamadas de sal fundida, ¿por qué?

Tienen un electrolito al cloroaluminato de sodio triturado y trabajan a 250<sup>0</sup> C.

Es una batería muy compleja, de gran contenido químico, pero consigue una energía y potencia interesantes.

Actualmente está en desuso porque el electrolito se solidifica y necesita un tiempo para alcanzar la temperatura óptima, de unos dos días y ofrecer plenamente su carga.

Su mayor ventaja es que tiene el mejor ciclo de vida de todas las baterías pero ocupa mucho espacio y su potencia es baja.

- Batería de aluminio-aire

Se consideran "pilas de combustible" pues deben sustituirse los electrodos de metal gastados por unos nuevos.

Respecto a las Ion-litio, tienen una capacidad de almacenamiento de 10 veces mayor y una densidad energética que no pueden igualar ninguna de las baterías citadas anteriormente. Sin embargo, pese a las grandes ventajas no ha tenido gran aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y fiabilidad. Está todavía en fase experimental.

- Batería Zinc-aire

Está siendo desarrollada por una compañía suiza y todavía está en fase experimental, pero en un nivel más avanzado que la de aluminio-aire.

En este caso, obtienen el oxígeno de la atmósfera para crear una corriente.

Tienen un alto potencial energético y son fiables.

Son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad de coste.

Se posiciona el zinc como el combustible eléctrico del futuro.

Actualmente las más utilizadas son las de Ion-litio porque tiene una alta densidad energética (+ de 250 Wh/kg) en poco espacio y pesan poco; además permiten muchas mejoras a corto plazo.

Debido a las previsiones de que el litio pueda escasear de aquí a poco tiempo, se está viendo cómo sustituirlo. Se empieza a introducir el aluminio y se piensa como opción en un futuro, en las baterías de estado sólido.

La mayor ventaja de la tecnología de estas baterías es que podrá reducir los costes de producción de los vehículos eléctricos.

Las baterías de estado sólido producidas a escala, pueden reducir su coste llegando a costar un 40% de las actuales de Ion-litio.

### **5.3 Tipologías y características generales del vehículo eléctrico**

El vehículo eléctrico tiene tres componentes que para nosotros son clave:

**A) BATERÍA:**

Recibe la energía eléctrica de una fuente externa y la almacena para su uso posterior. Cuando el vehículo está en marcha, la energía almacenada en la batería se dirige al

**B) CONTROLADOR:**

Es el que se encarga de transmitir la energía hacia el

**C) MOTOR ELÉCTRICO:**

El motor es el que convierte la energía eléctrica en mecánica, transforma la electricidad en movimiento.

Nos centraremos ahora en el motor, que tiene una parte fija o estator que sostiene a la parte móvil o rotor y a las escobillas que conectan eléctricamente ambas partes.

Gracias a las escobillas, el rotor se alimenta de la batería produciendo un movimiento circular que acciona el giro de las ruedas.

El funcionamiento de un motor eléctrico es más sencillo que el de uno térmico y su mantenimiento y coste son menores.

En un vehículo eléctrico la batería sería lo que en un vehículo de combustión es: el depósito de combustible. Es pues, un acumulador de energía donde se acumula esa electricidad que se transmite al motor para el funcionamiento del vehículo.

Con respecto a los vehículos de combustión, el vehículo eléctrico:

- Consta de menos piezas, así su mantenimiento es más sencillo y más barato.
- Consume menos energía para el mismo esfuerzo, lo que implica un gran ahorro energético.
- Funcionamiento más silencioso y suave aún cuando aceleren con gran potencia.
- No generan gases contaminantes al utilizar energía limpia. Son vehículos cero emisiones, respetuosos con el medio ambiente.

De los vehículos híbridos podemos decir casi lo mismo aunque éstos si producen una mínima cantidad de gases.

Hasta ahora sólo hemos hablado de ventajas que si bien son muchas y buenas, también debemos referirnos a las desventajas.

De todos modos, cualquier desventaja estará siempre sujeta a futuras mejoras. Destacan las siguientes:

- Coste elevado de las baterías (se considera que su vida útil no es de más de 7 u 8 años).
- Poca autonomía: 300 km, dificultando por tanto los viajes largos.
- Insuficientes puntos de recarga todavía. Además la carga “más rápida” que alcanza el 80% de la batería tarda no menos de 30 minutos.
- Los motores eléctricos todavía no alcanzan la potencia de los de combustión, por tanto, no llegan a la velocidad ni las revoluciones de un vehículo de combustión.

En cualquier caso y aunque tengamos muy presente las desventajas, el vehículo eléctrico ha llegado para quedarse y esto es así porque son coches ecológicos, que ayudan a reducir el gran impacto ambiental que genera el parque automovilístico. [17]

En la actualidad hay 5 tipos de vehículos eléctricos, dependiendo de su nivel de electrificación.

### *5.3.1 Vehículo eléctrico de baterías (puro), (EV-PURE / BEV)*

Es el eléctrico puro ya que su movimiento depende únicamente de la electricidad que almacena en sus baterías.

Consta de un sistema de recuperación de energía en las frenadas y desaceleraciones que con sus sistemas electrónicos pueden cargar las baterías, pero no son suficiente para cargar la batería total mente o en gran porcentaje; para ello debe enchufarse a un punto de recarga.

Este vehículo está catalogado como de “cero emisiones” con lo cual se beneficia a la hora de acceder al centro de grandes ciudades, a beneficios de estacionamiento...

En comparación con los motores de combustión tradicionales, este vehículo eléctrico sólo emplea entre 18 y 25% de cantidad de energía.

El componente más caro en los vehículos tipo BEV es la batería, la mayoría de iones de litio, actualmente la de mayor densidad energética.

La densidad hace referencia a la cantidad de energía que se puede almacenar, algo muy importante ya que es decisivo para saber la autonomía del vehículo entre cargas.

Los fabricantes procuran mejorar la densidad energética, pero actualmente es sólo 1/10 de la densidad del combustible tradicional.

Las diferencias entre fabricantes respecto a la eficiencia y durabilidad, varían bastante.

La durabilidad depende sobre todo de las condiciones de explotación y, sobre todo, de la temperatura de funcionamiento.

En los BEV, la pérdida de energía se compensa con el frenado y desaceleración, pero en un porcentaje muy pequeño, por lo que necesitan una carga regularmente.

Hay pocos puntos de recarga, sobre todo fuera de los grandes núcleos urbanos y además requiere un tiempo de recarga muy largo.

En este contexto, los vehículos híbridos pueden ser la alternativa.

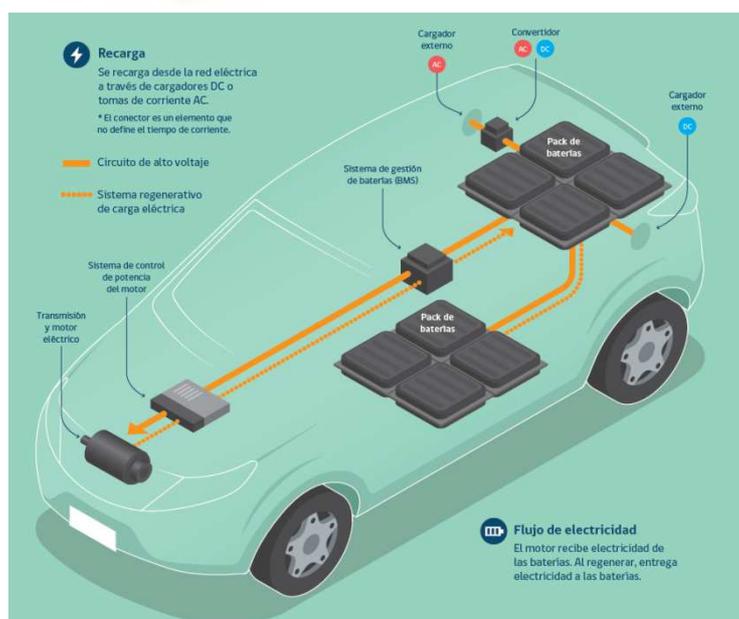


Figura 4

### 5.3.2 Vehículo eléctrico de pila de hidrógeno, (FCEV)

Nos encontramos aquí con un vehículo que consta de una pila de combustible (normalmente de hidrógeno) en lugar de una batería recargable.

De dicha pila se obtiene la energía para mover el vehículo.

La generación de energía se produce por una reacción química, el hidrógeno se oxida, pierde electrones que son expulsados para generar energía eléctrica que impulsa al coche.

La gran ventaja del hidrógeno es que puede almacenarse por largo tiempo y además se transporta fácilmente sin perder sus propiedades para realizar esa reacción química.

No es un vehículo de batería recargable (algunos modelos ya la integran); no es tan potente como los BEV y sólo algunos modelos pueden cargarse en la red eléctrica.

El FCEV recibe también el distintivo “cero emisiones”.

### 5.3.3 Vehículo eléctrico de autonomía extendida, EREV)

Este vehículo cuenta con un motor de combustión (generalmente de gasolina) y uno o varios motores eléctricos.

En este vehículo el motor de combustión es utilizado como generador eléctrico para cargar la batería y no para generar tracción a las ruedas, ya que es la batería la encargada de dar esa energía a los motores eléctricos que producen la tracción a las ruedas.

Su autonomía antes de acudir a la combustión es mayor que la de los vehículos híbridos enchufables, porque su batería tiene más capacidad, pero es menor que la de los eléctricos puros.

Este tipo de vehículos suele recargar su batería en puntos de recarga de la red eléctrica y obtienen también el distintivo “cero emisiones” siempre que tengan una autonomía puramente eléctrica mayor a 40 km.

### 5.3.4 Vehículo híbrido enchufable, (PHEV)

Cuenta también con un motor de combustión y varios eléctricos.

Se llama híbrido porque cualquiera de los motores son capaces de mover el vehículo por si solos.

Al motor eléctrico le suministra electricidad una batería que normalmente tiene poca capacidad y poca autonomía (50 km).

Esta batería puede recargarse en la red eléctrica y permite que el vehículo funcione en distancias cortas como si fuese un vehículo puramente eléctrico.

Se puede elegir el modo de funcionamiento, sólo eléctrico o sólo combustión, incluso combinar ambos, adaptándose a la vía por la que circule.

En la mayoría de los modelos se puede usar el motor de combustión para cargar la batería del motor eléctrico. Se considera también “cero emisiones” siempre que tengan una autonomía puramente eléctrica mayor a 40 km.

Tiene tres elementos esenciales y que están conectados:

- **Motor térmico:** propulsor que funciona con combustible. Es el más potente en este tipo de vehículos (enchufables) pero sólo se activa cuando se agota la batería y no puede alimentar al motor eléctrico, o si el conductor requiere más potencia y hace que los dos propulsores trabajen simultáneamente. Se mide en caballos de vapor (CV).
- **Motor eléctrico:** es más pequeño y ligero y también más eficiente. Gira mucho más rápido que uno de combustible y no requiere cambio de marchas. Su potencia también se mide en caballos de vapor (CV).
- **Batería:** acumula energía que se recarga enchufándola. Normalmente se ubica en la parte inferior del vehículo.

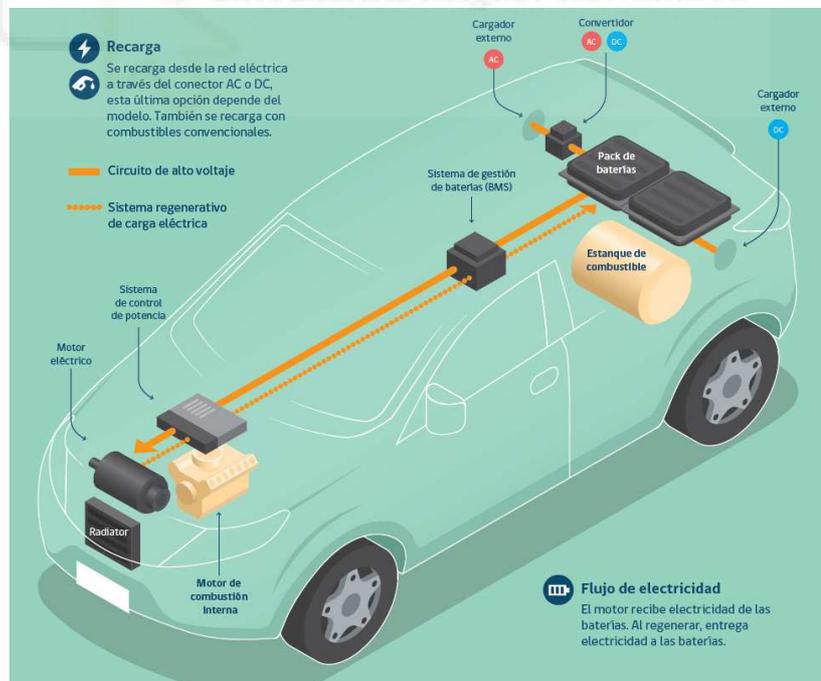


Figura 5

### 5.3.5 Vehículo híbrido no enchufable, (HEV)

Este vehículo es parecido al de los híbridos enchufables, pero este tiene una batería con capacidad más reducida para alimentar al motor eléctrico y sólo se puede recargar con el sistema de frenos y desaceleraciones y claro, también con el motor de combustión.

Tiene una autonomía como eléctrico bastante reducida, pero es bueno para el ahorro de combustible en vía urbana y cuenta con distintivo ambiental de ECO.

Ahora nos dedicaremos a los vehículos que necesitan la recarga vía enchufe, osea, los casos (EV-Pure/BEV) y (PHEV).

### 5.3.6 Diferencias entre vehículos híbridos e híbridos enchufables

- Motor eléctrico: Los híbridos enchufables tienen un motor eléctrico más potente. Pueden tener un segundo motor eléctrico consiguiendo una potencia combinada siendo así más potente que uno híbrido.
- Capacidad de la batería: Los híbridos enchufables tienen normalmente más capacidad aumentando así la autonomía.
- Obtención de energía: Los híbridos pueden recargarse totalmente durante la conducción. Los híbridos enchufables con una batería más grande necesitan enchufarse.

### 5.3.7 Velocidades de carga

- Sistema de recarga vinculado: potencia inferior a 7kw.  
Están los llamados de carga lenta inferior a 3,7 kw (6 a 8 horas).
- Sistema de recarga convencional: entre 7 y 15 kw (3 a 4 horas)
- Sistema de carga semirápida: entre 15 y 40 kw. Están los llamados de carga acelerada menor a 22 kw.
- Sistema de carga rápida: mayor a 40 kw y hasta 100 kw
- Sistema de carga ultrarápida: mayor a 100 kw.

En función de la potencia del conector y también del propio vehículo, tendremos las llamadas “curvas de carga” que indican la velocidad de recarga (kw) según el porcentaje de batería.

## **6. REQUISITOS E INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

*En este apartado no se exponen los requisitos correspondientes a las instalaciones fotovoltaicas, dado que no es objeto principal del proyecto. Los requisitos correspondientes a estas instalaciones quedarán expresados en el caso práctico nº2 que figura en los anexos.*

### **6.1 Requisitos de Equipos y Componentes de una Instalación de PRVE**

En este apartado se definen las condiciones mínimas a cumplir por los equipos y componentes que pueden formar parte de una instalación de Punto de Recarga de Vehículos Eléctricos (PRVE).

La infraestructura de recarga de vehículos eléctricos (IRVE) se encarga de hacer el enlace entre la red de distribución eléctrica y el vehículo eléctrico, a fin de realizar la recarga de este último. Esta infraestructura contiene el contador, la estación de recarga, el cable de alimentación y todos los elementos necesarios para conducir la energía eléctrica de forma segura desde la red de suministro eléctrico hasta el vehículo (VE).

La IRVE se diseñará de forma que evite el deterioro por mal uso de los usuarios. Así, el grado de protección mínimo para estos puntos será IP44 e IK 08.

El circuito eléctrico que alimente a un Punto de Recarga debe ser un circuito dedicado y no debe usarse para alimentar ningún otro equipo eléctrico, salvo los consumos auxiliares relacionados con el propio sistema de recarga, entre los que se puede incluir la iluminación de la estación de recarga.

El sistema de conexión del neutro, con objeto de permitir la protección contra contactos indirectos mediante protección diferencial, será TT.

Todos los elementos de mando y protección empleado en las instalaciones de PRVE serán de tipo "industrial", no admitiéndose de uso "doméstico".

#### *6.1.1 Componentes principales*

**Estación de recarga:** es el conjunto de elementos necesarios para conducir la energía de la instalación eléctrica fija hacia el VE. En general incluirá las protecciones y la base de toma de corriente y, en algunos casos, puede incluir el cargador, el contador y el cable de alimentación con el VE. Se pueden distinguir dos tipos:

- **Punto de recarga simple:** incluye las protecciones necesarias, una o varias bases de toma de corriente no específicas para el VE y, en su caso, la envolvente.
- **Punto de recarga tipo SAVE** (Sistema de Alimentación específico de VE). )». Esto es, el conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica para la recarga de un

vehículo eléctrico, incluyendo protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión, (con conductores de fase, neutro y protección) y la base de toma de corriente o el conector. Este sistema permitirá en su caso la comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija". El cableado que parte del SAVE, hasta el conector, será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Estará incorporado al SAVE y se considera como instalación Fija.

**Contador:** es el aparato que registra el consumo de energía. En el caso de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos podemos encontrar dos tipos de contadores:

- **Contador principal:** es el contador oficial que utiliza la compañía suministradora para poder facturar el consumo de la instalación. Generalmente está instalado en la centralización de contadores o en una caja de protección y medida. Este contador está sujeto a la reglamentación de metrología legal aplicable y el reglamento unificado de puntos de medida.

- **Contador secundario:** es el contador que se utiliza, si procede, como sistema de medida individual asociado a una estación de recarga. Está destinado al control y gestión de la carga, y al reparto o repercusión de los gastos cuando existen otros consumos en la misma instalación. Este equipo está sujeto a la reglamentación de metrología legal aplicable, pero no lo está en el reglamento unificado de puntos de medida, que regula los sistemas de conteo de los suministros eléctricos a efectos de facturación de los suministros.

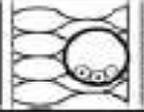
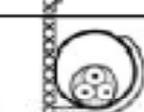
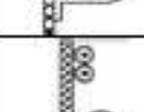
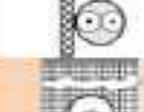
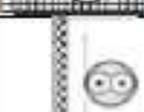
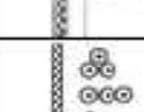
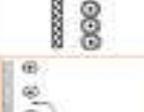
**Conductores:** Se cumplirán las prescripciones sobre conductores establecidas en la ITC-BT-19. A nivel general, es necesario justificar las prescripciones establecidas en la ITC-BT-30. Todo el cableado cumplirá con la CPR (Construction Product Regulation). Se cumplirá la UNE-HD 60364-5-52:2014, "Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones".

Se calcularán las secciones de los conductores, asegurando que las caídas de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se mantengan inferiores al 5% (en fuerza) de la tensión nominal.

Las secciones se calcularán según lo establecido en la norma UNE 20460-5-523:2004, así como Norma UNE-HD 60364-5-52, con las Tablas actualizadas B-52 y C-52 (Intensidades máximas admisibles – REBT), teniendo en cuenta los valores suministrados por el fabricante del cable, así como el tipo de instalación a realizar y tipo de conducto o bandeja empleado para el trazado del cableado.

Se muestran, a continuación, las tablas citadas de la Norma UNE-HD 60364-5-52.

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE + EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 9b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos: como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre:  $\rho_{20} = 1/58 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ ; Aluminio:  $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = \rho_{20} \cdot K_{\theta}$$

Para el cobre y el aluminio:  $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$ ;  $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

**POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA):**

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

**FACTORES DE MAYORACIÓN  $K_G$ :** 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

Tabla 1. Métodos de Instalación de referencia

**TABLA C.52-1 bis (UNE-IEC 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52 1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2											
R1				PVC 3		PVC 2				XLPE 3					XLPE 2			
R2			PVC 3	PVC 2					XLPE 3	XLPE 2								
C						PVC 3				PVC 2			XLPE 3			XLPE 2		
F								PVC 3				PVC 2			XLPE 3		XLPE 2	
F									PVC 3				PVC 2			XLPE 3		XLPE 2
1	2	3	4	5a	5h	6a	6h	7a	7h	8a	8h	9a	9h	10a	10h	11	12	13
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>																		
<b>Cobre</b>																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	16	16,6	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	28	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	169	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	136	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	140	155	155	162	170	170	185	190	199	206	214	223	243	262	292
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	323	343
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	247	250	276	290	299	313	322	337	343	350	401	433	458
185	-	-	-	-	-	281	294	314	326	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	-	-	-	-	-	330	345	368	380	401	419	435	455	468	489	545	583	617
<b>Aluminio</b>																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	-	-	-	-	-	198	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240	-	-	-	-	-	281	293	307	308	320	332	347	365	372	399	427	462	517

Tabla 2. Selección de material y sección del conductor y aislamiento.

**Base de toma de corriente:** existen diferentes tipos de tomas de corriente o conectores para conectar el vehículo a la red eléctrica (Ver apartado siguiente) y por ello se deben tener en cuenta los tipos con los que el VE es compatible. La base de toma de corriente determinará los límites de potencia disponible, las funcionalidades adicionales y el modo de carga a utilizar.

**Cargador:** es el aparato encargado de procesar la energía eléctrica de la red, en intensidad, tensión y forma de onda (corriente alterna, continua, etc.) para cargar la batería del VE. Este dispositivo puede estar ubicado en el VE o bien en el equipo de recarga; todo dependerá de la tipología de recarga. La situación más común para las recargas habituales es encontrar el cargador montado en VE, mientras que para cargas de emergencia lo encontramos integrado en la estación de recarga. Otra opción habitual es disponer del cargador independiente al vehículo y emplearlo de forma ocasional.

El sistema de conexión entre el VE y la estación de recarga está formado principalmente por un cable de alimentación, el cual depende del tipo de VE, de estación de recarga o de modo de recarga. También pueden formar parte un conector, una clavija y una caja de control.

**Conector:** es el elemento extremo del cable de alimentación que debe acoplarse a la conexión de entrada del VE. Normalmente el conector viene con el coche y es seleccionado por el fabricante del VE.

**Clavija:** es el elemento extremo del cable de alimentación que debe acoplarse a la base de toma de corriente de la estación de recarga. Existen diferentes tipos de clavijas para conectar el vehículo a la red eléctrica de acuerdo con el modo de recarga y la potencia a la que se desee cargar el VE.

**Caja de control:** es un dispositivo que realiza funciones de control y protección, y que se sitúa en el cable de alimentación entre el VE y la clavija. *Se utiliza en el modo 2 de recarga* para incorporar una función de piloto de control y un sistema de protección contra sobrecargas y fugas eléctricas.

**Iluminación y Alumbrado de Emergencia:** Debe disponerse de iluminación suficiente en el Cuadro Eléctrico y/o SAVE, que garantizará que exista un nivel de iluminancia horizontal mínima, a nivel del suelo, de 50 lux para estaciones de recarga (sobre todo en interior). Debe disponerse de luminaria de Emergencia a una distancia no superior a 2 metros, medidos en horizontal.

### 6.1.2 Tipos de conectores normalizados [18]

- **Conectores para recarga en corriente alterna:**

#### Conector Schuko

Conector estandarizado de hasta 16 A (en carga nunca superará los 12 A), con el que se puede realizar Carga Lenta.



*Figura 6*

#### Tipo 1 (SAE J1772) / IEC 62106-2

Se utiliza en redes monofásicas (MF) de corriente alterna hasta una intensidad de 32 A, lo que implica una potencia máxima de recarga de 7,4 kW (MF).

Tiene 5 pines: (fase, neutro, tierra y 2 de comunicación). Se denomina Yazaki y es el conector más estandarizado en Asia.



*Figura 7*

### Tipo 2 (MENNEKES) IEC 62196-2

Es el más utilizado en Europa y el más polivalente (para redes monofásicas-MF y trifásicas-TF) y dispone de un total de 7 pines: 3 para Fases, 1 para Neutro, 1 para cable de Tierra y 2 para Comunicación)

En carga Monofásica utiliza: 5 pines (fase, neutro, tierra y 2 de comunicación). Hasta 32 A, lo que implica hasta 7,4 kW de potencia (MF).

En carga Trifásica utiliza los 7 pines (3 fases, neutro, tierra y 2 de comunicación). Hasta 32 A, lo que implica hasta 22 kW de potencia.



Figura 8

En la siguiente imagen se describe la composición y funcionamiento del conector («macho» y «hembra») ya que, en conexiones trifásicas, el orden en el cual se conectan las fases al sistema eléctrico es importante.

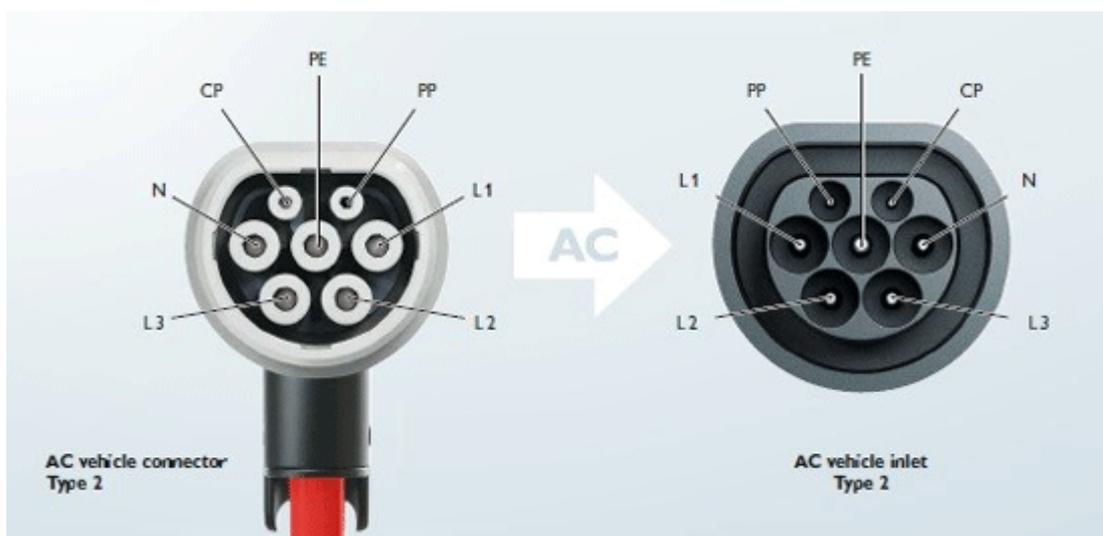


Figura 9

### Partes del Conector

**CP:** Control Pilot – Señal de comunicación entre el vehículo y el punto de recarga para informar de la máxima intensidad de corriente y de la falta de energía en la batería.

**PP:** Proximity Pilot (Piloto de proximidad) – Señal de verificación que informa de que el conector está correctamente conectado.

**PE:** Protective Earth (Protector de tierra) – Clavija de tierra.

**N:** Neutro

**L1, L2, L3:** Corresponde a las fases 1, 2 y 3 respectivamente para corriente alterna (AC)

- **Conectores para recarga en corriente continua:**

### CSS (COMBO) / IEC 62190-1

En Europa, para cargas en corriente continua. Usa los pines de comunicación y el de tierra del conector Tipo 2 y añade 2 bornes de corriente continua.

Los vehículos que emplean este tipo de conector son versátiles y cómodos porque pueden recargarse en corrientes tanto alterna como continua.



*Figura 10*

- CHA de MO / IEC 62196-1

Empleado en Asia para recarga rápida en corriente continua. Tiene 10 bornes, toma de tierra y comunicación con la red.

Tiene el mayor diámetro del conector y de sección del cable.



*Figura 11*

## **6.2 Requisitos generales de las Instalaciones de Enlace y protecciones**

Se denominan Instalaciones de enlace (ITC BT-12) a aquellas que unen la caja general de protección (CGP) o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Las Instalaciones de Enlace comenzarán en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y son propiedad del usuario.

Partes que constituyen las instalaciones de enlace:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC) o Centralización de Contadores
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP), si procede
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Estas instalaciones han de ser tenidas en cuenta cuando se pretenda realizar la instalación de un PRVE, dado que pueden sufrir modificaciones, si son existentes, o han de ser calculadas e instaladas si son nuevas.

> La **CGP** habrá de modificarse en algunos casos, ya que los fusibles habrán de ser calculados y modificados en caso de ser preciso por un mayor paso de corriente prevista. En caso de ser una CGPM, Caja de Protección y Medida, habrá de modificarse completamente si la potencia total prevista implica que haya de ser con Medida Indirecta.

> La **LGA** será calculada en función de la nueva intensidad total necesaria I, tras aplicar la potencia del PRVE y, en su caso, substituida por una línea de mayor sección, considerando también la Intensidad Admisible por la línea (en función al tipo y sección del cable utilizado) y la Caída de Tensión en la LGA en función de su sección (que determina la Resistencia R y la Impedancia X), la longitud y el factor de potencia.

Esto es:

Intensidad, en instalación Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Caída de Tensión, en instalación Trifásica:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

\*\* Para evaluar la caída de tensión, también puede establecerse lo siguiente:

Según recoge el punto 5 de la ITC-BT 52 *La caída de tensión máxima admisible en cualquier circuito desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5 %.*

$$\Delta U = 5/100 \times U = 0,05 \times 230 \text{ V} = 11,05 \text{ V}$$

La Sección se halla con la siguiente fórmula:

$$S = 2 \cdot P \cdot L / Y \cdot \Delta U \cdot U$$

Donde:

S: Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

P: Potencia, en vatios (W)

L: Longitud del conductor, en metros

U: Tensión; Diferencia de potencial, en Voltios

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima, en Voltios

Y: Conductividad del cobre a 70 °C = 48,5 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ),

> La **CC, o Centralización de Contadores**, será dimensionada, de forma que se incluirán las modificaciones que fueran necesarias.

> La Derivación Individual se considera siempre, salvo en caso de suministro al PRVE desde un Contador de Doble Borne, dadp que la DI ya existe y pertenece a la alimentación eléctrica desde el contador individual hasta la vivienda del usuario. En caso de ser así, igualmente se calcularía pero sería denominado línea de alimentación a la Estación de Recarga.

### *6.2.1 Instalaciones en interior*

Se podrá realizar la operación de recarga de baterías en locales cerrados de edificios destinados a estacionamientos colectivos, tanto de uso público como privado siempre que no haya desprendimiento de gases durante la operación y que estos locales no tengan la clasificación de “riesgo de incendio o explosión” según la ITC BT-29.

Cuando se realice la recarga se utilizará un cartel reflectante en el PRVE que indique que no se permite la recarga de baterías con desprendimiento de gases.

En modo de carga 4 los puntos de recarga de corriente continua estarán equipados, al menos, con conectores del tipo Combo 2, conforme a la norma EN 62196-3.

En cables de recarga en modo 2, se debe utilizar un conector C2a o C7a (básicamente Schuko).

También se comercializan cables de recarga modo 2 con conectores tipo industrial o con adaptadores.

En garajes públicos el tipo de conector será siempre tipo 2. Si el vehículo tiene conector tipo 1, se debe utilizar una manguera de conversión de tipo 2 a tipo 1.

Si en garajes públicos se instalan puntos de recarga (bases de enchufe), éstos deben ser usados únicamente por vehículos de baja intensidad de carga (bicicletas, motos eléctricas pequeñas...).

### *6.2.2 Medidas de protección contra contactos directos e indirectos*

Cada punto de conexión se protege individualmente mediante un dispositivo de protección diferencial de corriente diferencial-residual asignada máxima de 30 mA y clase A.

En caso d disponer de dispositivos de protección diferencial aguas arriba (hacia la cabecera de la línea) de la correspondiente a la Estación de recarga, se establecerá una selectividad entre ellos, de forma que la instalación aguas arriba no se vea afectada (con selectividad o retardo por Clase o Tipo)

### *6.2.3 Grado protección: penetración de cuerpos sólidos, acceso a partes peligrosas*

Cuando la estación de recarga esté instalada en el exterior, las canalizaciones deben garantizar una protección mínima IP4X o IPXXD.

Las estaciones de recarga y otros cuadros eléctricos tendrán un grado de protección mínimo IP4X o IPXXD (interior) e IP5X (exterior). El grado de protección especificado para la estación de recarga no se aplica durante el proceso de recarga.

### *6.2.4 Grado de protección contra la penetración del agua*

Cuando la estación de recarga esté instalada en el exterior, debe realizarse la instalación de acuerdo al capítulo 2 de la ITC BT-30, garantizando, para las canalizaciones un IPX4.

Las estaciones de recarga y otros cuadros eléctricos asociados tendrán un grado de protección mínimo IPX4. Cuando la base de toma de corriente o el conector no cumpla con el grado IP anterior, éste deberá proporcionarlo la propia estación de recarga mediante su diseño. El grado de protección especificado para la estación de recarga no se aplica durante el proceso de recarga.

### *6.2.5 Dispositivos de corte y protección*

Las protecciones que incorporan los equipos de recarga serán magnetotérmico y de curva C, uno por cada punto de conexión. Esto quiere decir que una estación con dos o más tomas simultáneas tendrá tantas protecciones como tomas.

### *6.2.6 Medidas de protección contra sobretensiones*

Una de las incidencias que pueden producirse en la red eléctrica es la **sobretensión**, que se produce cuando la tensión de la red es muy superior a la nominal.

Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales están previstos para una máxima entre fase y neutro de hasta 400V. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro.

Estas situaciones se producen constantemente en la mayoría de las instalaciones eléctricas. Lo habitual es que se trate de pequeños picos de tensión de muy corta duración, que no afectan significativamente a los aparatos conectados.

Este efecto es conocido como **sobretensiones transitorias**, coloquialmente transitorios.

Si estos picos tienen una tensión muy elevada, pueden provocar efectos dañinos.

El ejemplo más claro de una sobretensión transitoria es la que se produce por la caída de un rayo sobre un conductor de la red, o en una zona muy cercana, creando corrientes inducidas aunque no exista contacto físico.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados DPS.

Otro tipo son las **sobretensiones permanentes**, cuya duración puede ser indefinida, producida, por ejemplo, por la rotura de un conductor de neutro, haciendo que la tensión de 230V pueda llegar hasta 400V.

Esta situación provoca daños importantes en los equipos receptores.

Los protectores contra sobretensiones se utilizan para minimizar los efectos perjudiciales de estos fenómenos. Se utilizan dos tipos principalmente, uno para las sobretensiones transitorias y otro para las sobretensiones permanentes.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados POP.

#### Protección contra sobretensiones combinada

Para proteger correctamente una instalación, hay que combinar distintos elementos de protección. En el caso de la *protección contra sobretensiones*, es habitual encontrar equipos combinados que integran un *protector contra sobretensiones transitorias* y otro *contra sobretensiones permanentes*.

### **6.3 Infraestructuras y sistemas de recarga**

#### *6.3.1 Análisis y clasificación de los distintos esquemas eléctricos de recarga de VE*

Las instalaciones nuevas para la alimentación de las estaciones de recarga, así como la modificación de instalaciones ya existentes que se alimenten de la red de distribución de energía eléctrica, se realizarán según los esquemas de conexión descritos en este apartado, según la ITC BT-52, del R.E.B.T.

En cualquier caso, antes de la ejecución de la instalación, el instalador o en su caso el proyectista, deben preparar una documentación técnica en la forma de memoria técnica de diseño o de proyecto, según proceda en aplicación de la ITC BT-04, en la que se indique el esquema de conexión a utilizar.

Los posibles Esquemas son los siguientes: [19]

ESQUEMA 1. Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.

ESQUEMA 2. Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga.

ESQUEMA 3. Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.

ESQUEMA 4. Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del Vehículo Eléctrico.

A continuación se van a describir los Esquemas citados.

Como aclaración previa, las figuras que se presentan e identifican los distintos tipos de Esquema, son solamente ejemplos ilustrativos y, por tanto, no contienen todos los elementos de la instalación.

### 6.3.2 ESQUEMA-1

- **Esquema 1a:** Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en cada estación de recarga.

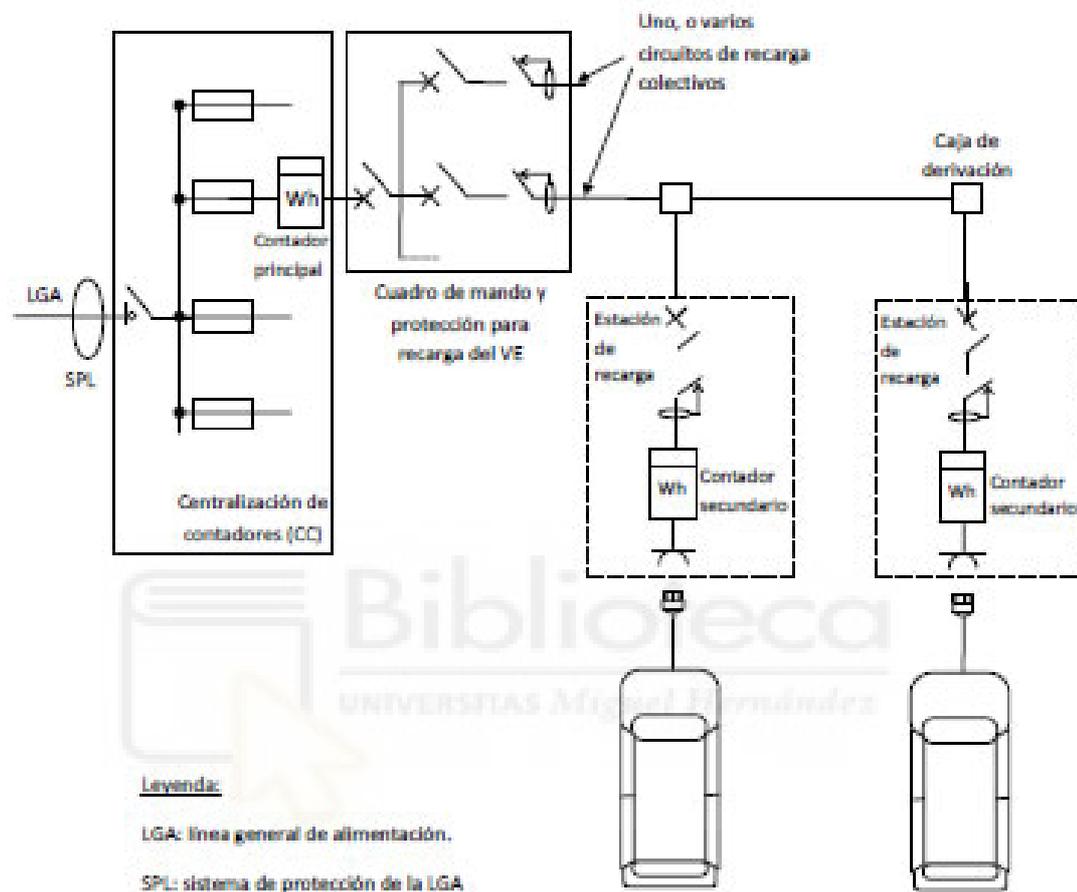


Figura 12

- **Esquema 1b:** Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación con Centralización de Contadores independiente para circuitos de recarga y contadores secundarios en cada *estación de recarga*.

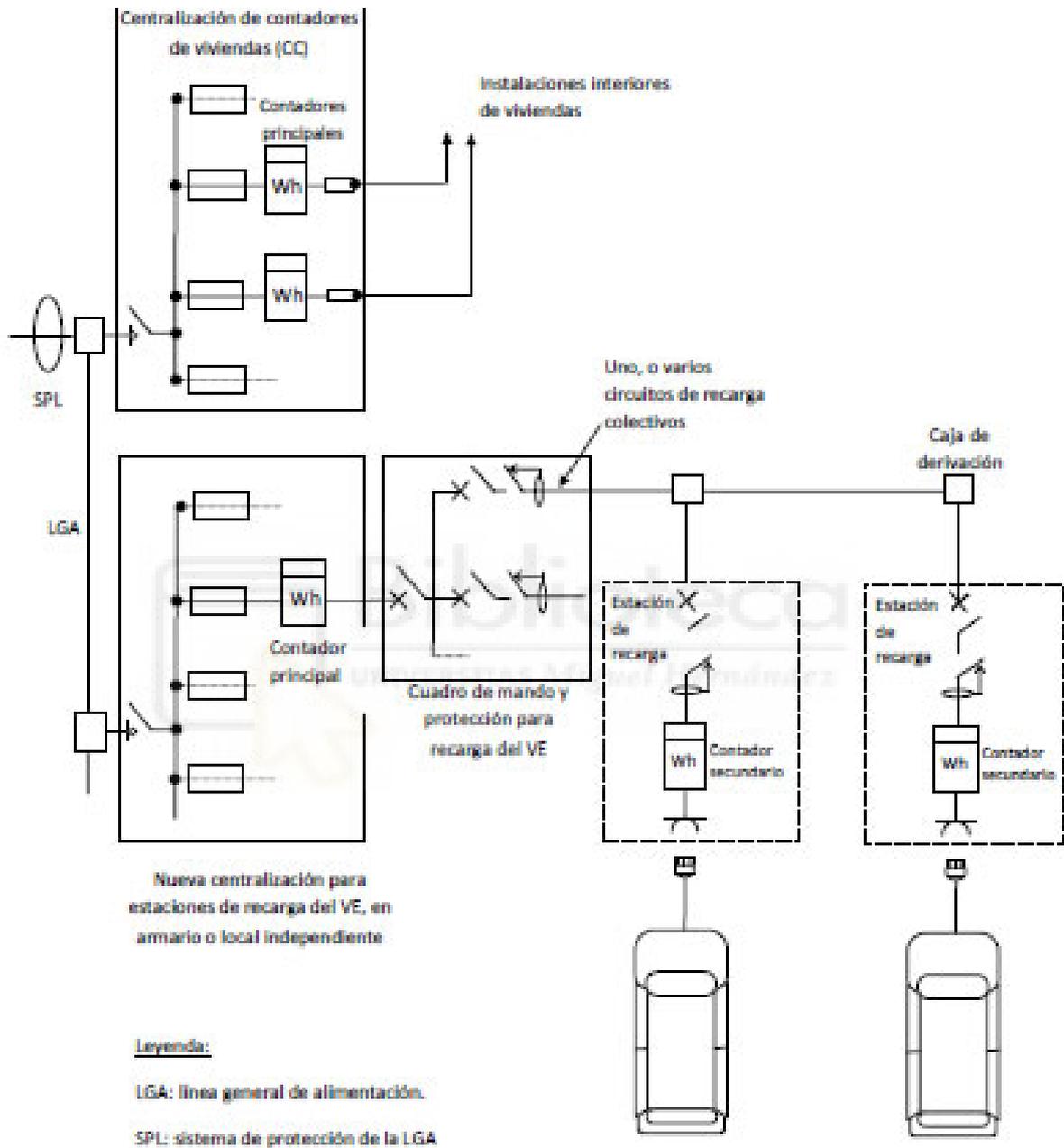


Figura 13

Para la selección entre los esquemas 1ª y 1b se tendrá presente que la Centralización de Contadores disponga de espacio suficiente la instalación de filtros PLC que bloqueen el ruido en el rango de frecuencias PLC, así como para los elementos necesarios para la gestión de cargas desde el SPL o para el funcionamiento correcto de los distintos esquemas de conexión, tales como contactores.

- **Esquema 1c:** Esquema colectivo o troncal con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga, ubicados en Centralización de Contadores.

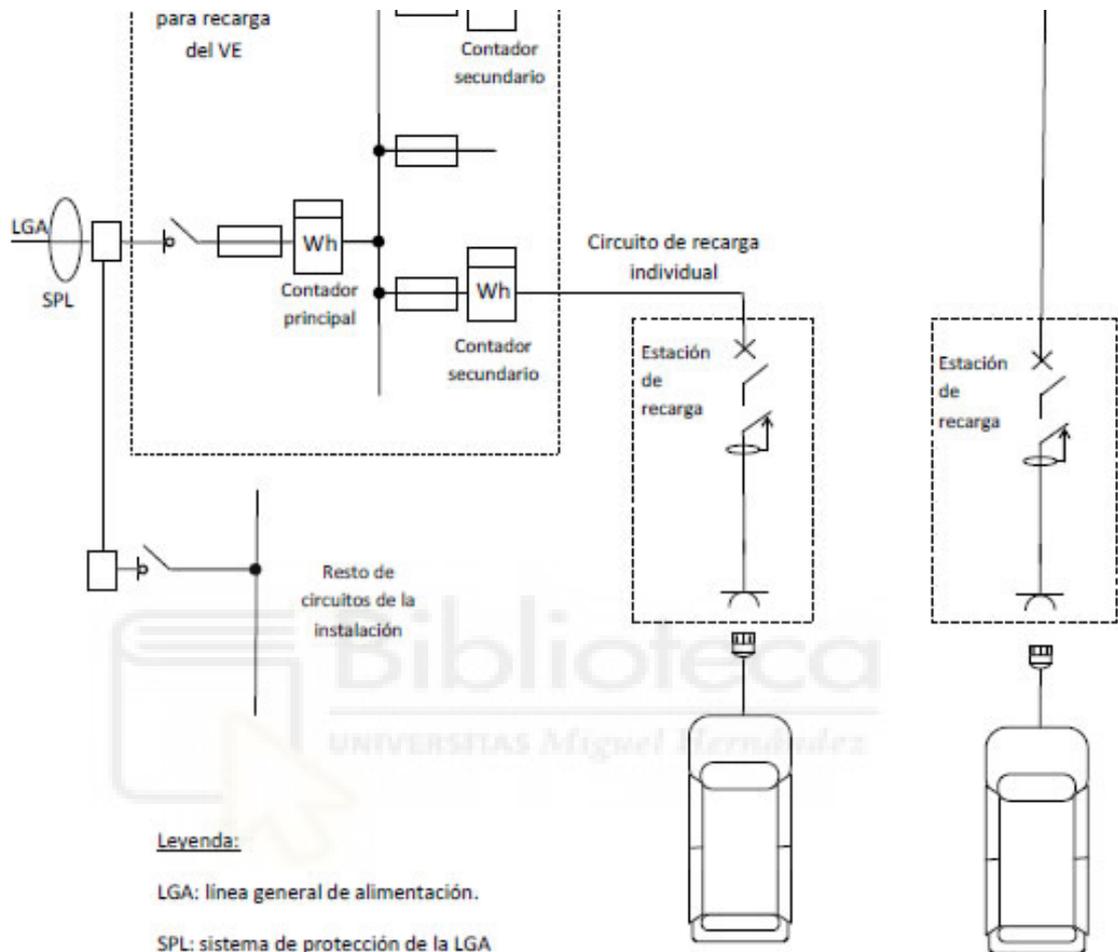


Figura 14

La protección de los circuitos de recarga se puede realizar con fusibles o con interruptores automáticos. La Centralización de Contadores para recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO puede formar parte de la Centralización Existente o disponerse en una o varias Centralizaciones Nuevas en armarios o locales.

Para la instalación de los circuitos de recarga colectivos según los esquemas 1ª, 1b, 1c, ó el 4b que se describirá posteriormente, se utilizarán cajas de derivación de las que partirán las derivaciones que alimentan a cada estación de recarga. Estas cajas de derivación serán responsabilidad de la comunidad de vecinos ya que, en general, afectarán a varios vecinos.

### 6.3.3 ESQUEMA 2

Instalaciones Individuales con un contador principal, por suministro, común para la vivienda y la estación de recarga (Contador de doble borne de salida).

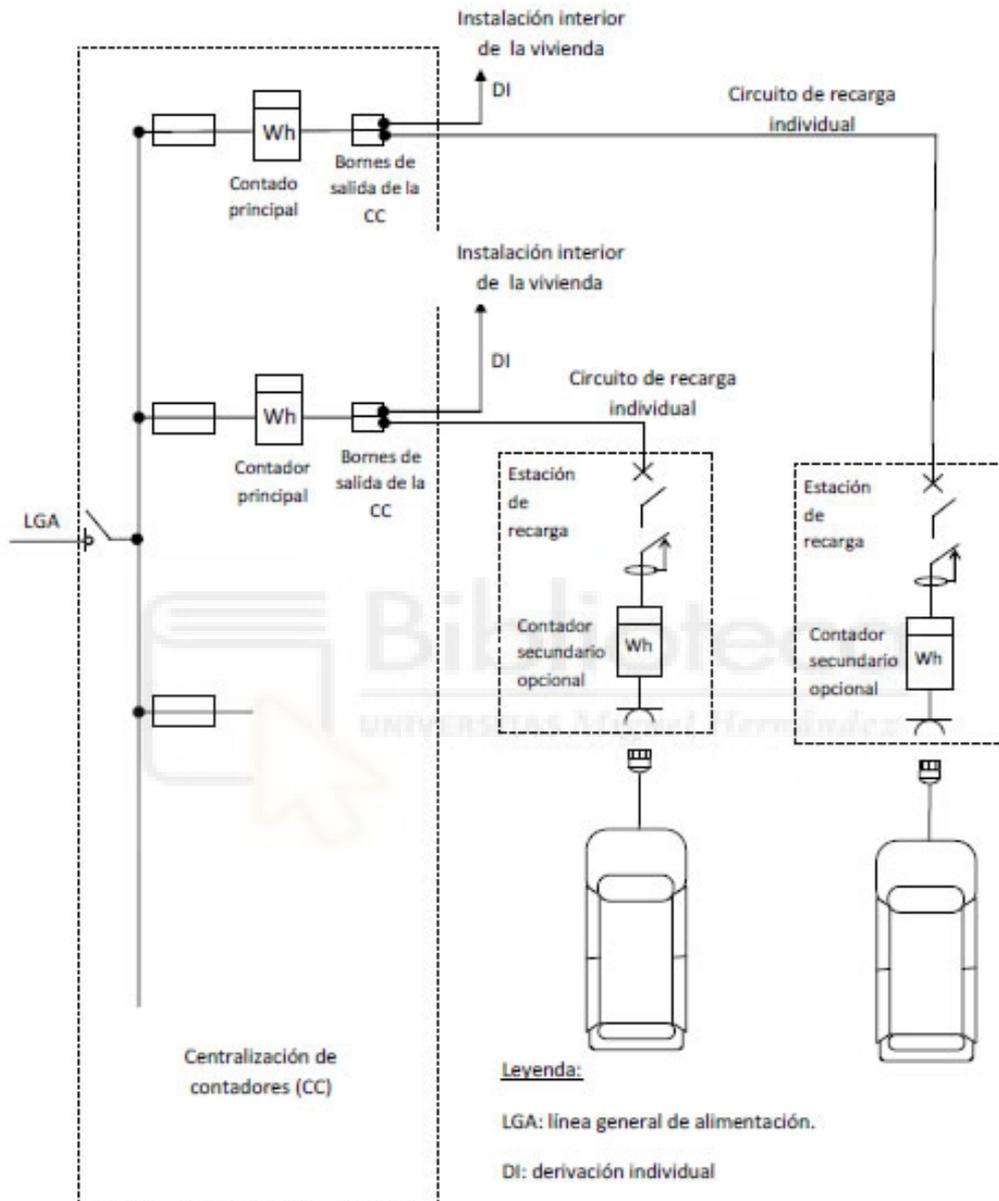


Figura 15

Para el Esquema 2, se justificará que el fusible de la Centralización de Contadores, para cada suministro, protege contra cortocircuitos tanto a la derivación individual a la vivienda, como al circuito de recarga individual, en especial para la intensidad mínima de cortocircuito, incrementando la sección obtenida por aplicación de los criterios de caída de tensión y de protección contra sobrecargas para este circuito, si fuera necesario. La función de control de potencia contratada por el cliente será realizada por el contador principal.

En caso de actuación de la función de control de potencia, su rearme se realizará directamente desde la vivienda.

La función de control de potencia contratada por el cliente será realizada por el contador principal para potencias inferiores a 15 kW sin necesidad, en este caso, de instalar un ICP independiente.

El citado rearme puede conseguirse mediante diversas soluciones, por ejemplo:

- *Soluciones que requieren la utilización de uno o dos conductores de mando desde la vivienda hasta un contactor instalado en la centralización de contadores, en el circuito de recarga individual o en la propia estación de recarga. Como ejemplos de tales soluciones se incluyen las figuras 16(A1) y 17(A2).*

*Para el hilo de mando se recomienda color rojo y una sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>.*

*El contactor se podrá ubicar en la propia estación de carga, o en la centralización de contadores justo en el origen del circuito de recarga. Si se ubica en la centralización de contadores, la ventaja es que la longitud del hilo de mando será menor, aunque para instalaciones existentes y por falta de espacio puede ser más sencillo ubicarlo en la estación de recarga.*

- *Soluciones que utilizan dispositivos adicionales para el rearme del contactor y no requieren de conductores auxiliares desde la vivienda hasta el contactor.*

*Dichos dispositivos pueden estar instalados en la centralización de contadores, en el circuito de recarga individual o en la propia estación de recarga. Como ejemplo de tales soluciones se incluye la figura 18(A3). Una vez interrumpido el circuito de recarga el contador debe apreciar una impedancia infinita que permita su rearme automático.*

- *Cualquier otro método que tecnológicamente pueda realizar esta función.*

*Figura A1: Ejemplo de rearme manual con un conductor de mando único.*

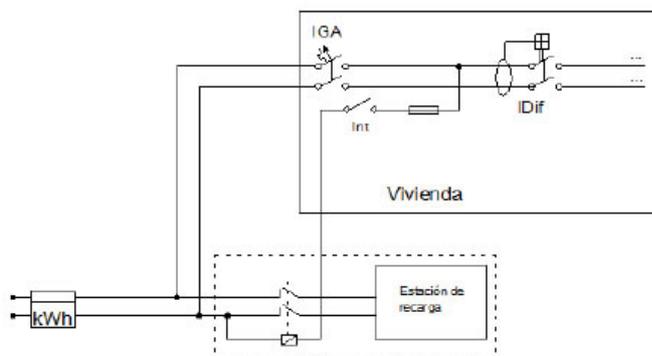


Figura 16

*Int: Interruptor opcional para activación de la carga*

Figura A2: Ejemplo de rearme manual con dos conductores de mando.

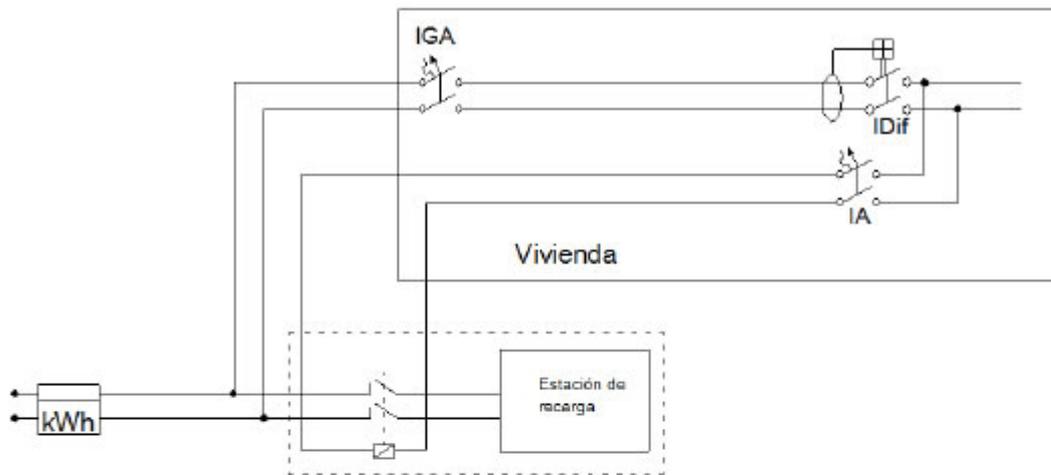
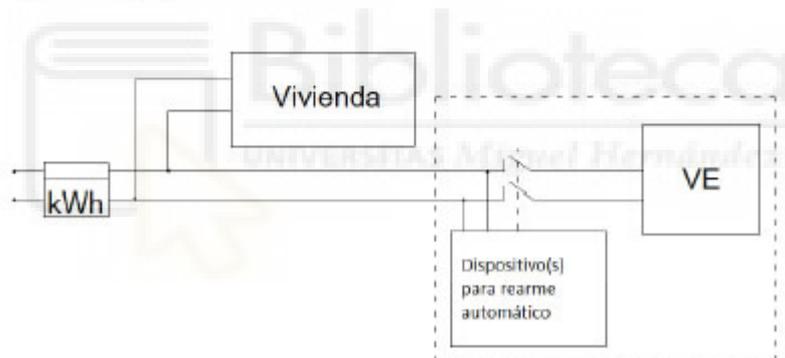


Figura A3: Ejemplo de rearme automático con contactor normalmente abierto.



Figuras 17 y 18

A modo de ejemplo en la figura 19(A4) se presenta un ejemplo de centralización de contadores preparada para el Esquema 2, con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga, que permite la conexión o desconexión de la recarga del vehículo eléctrico desde la vivienda, así como el rearme de la función de control de potencia también desde la vivienda, para lo cual se utiliza el hilo de mando ya descrito en la figura 16(A1).

A modo de ejemplo en la figura 19(A4) se presenta un ejemplo de centralización de contadores preparada para el Esquema 2, con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga, que permite la conexión o desconexión de la recarga del vehículo eléctrico desde la vivienda, así como el rearme de la función de control de potencia también desde la vivienda, para lo cual se utiliza el hilo de mando ya descrito en la figura 16(A1)

Figura A4: Ejemplo de centralización de contadores preparada para un esquema 2.

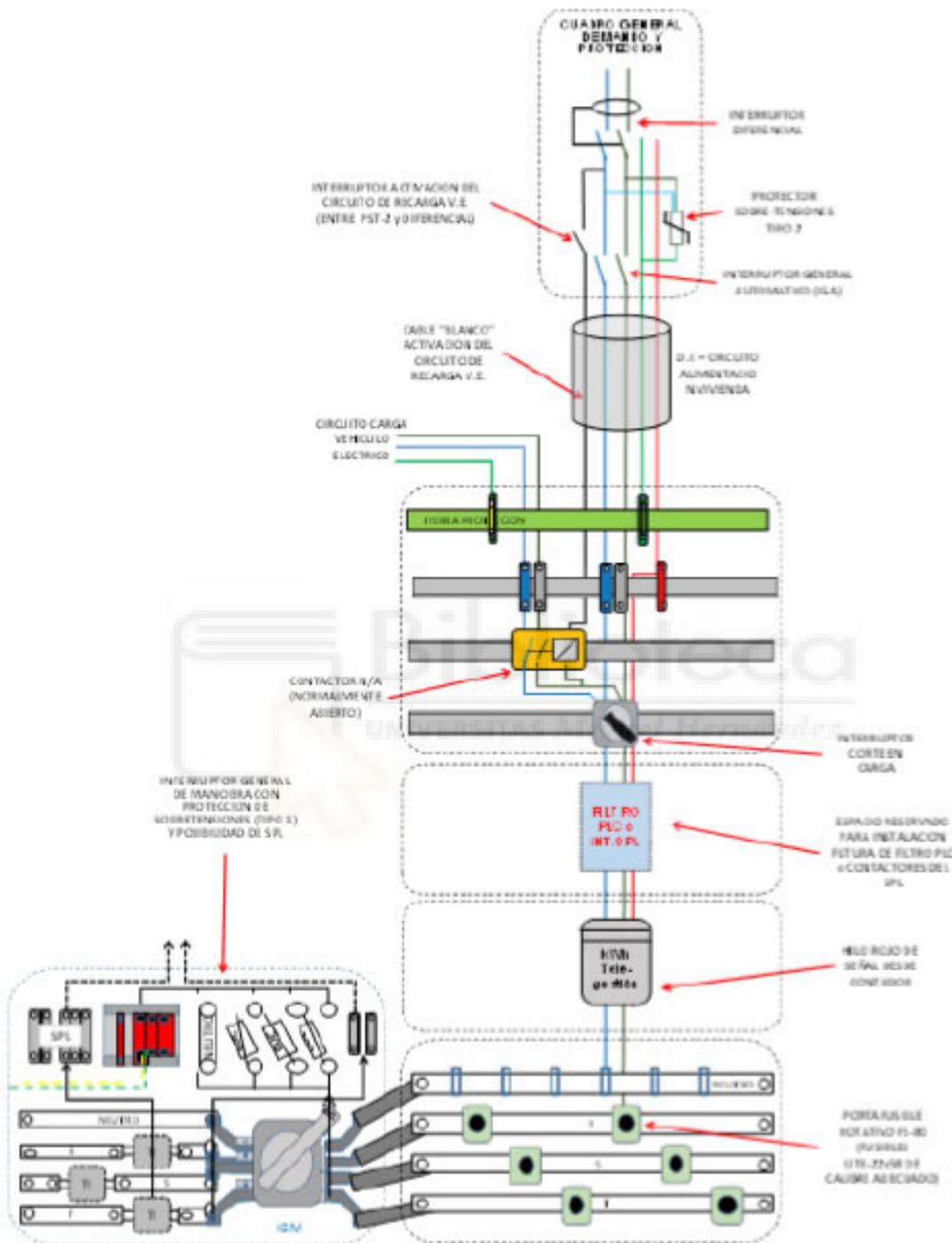


Figura 19

### 6.3.4 ESQUEMA 3

- **Esquema 3a:** Instalaciones Individuales con un contador principal, por suministro, para la estación de recarga, utilizando una Centralización de Contadores existente.

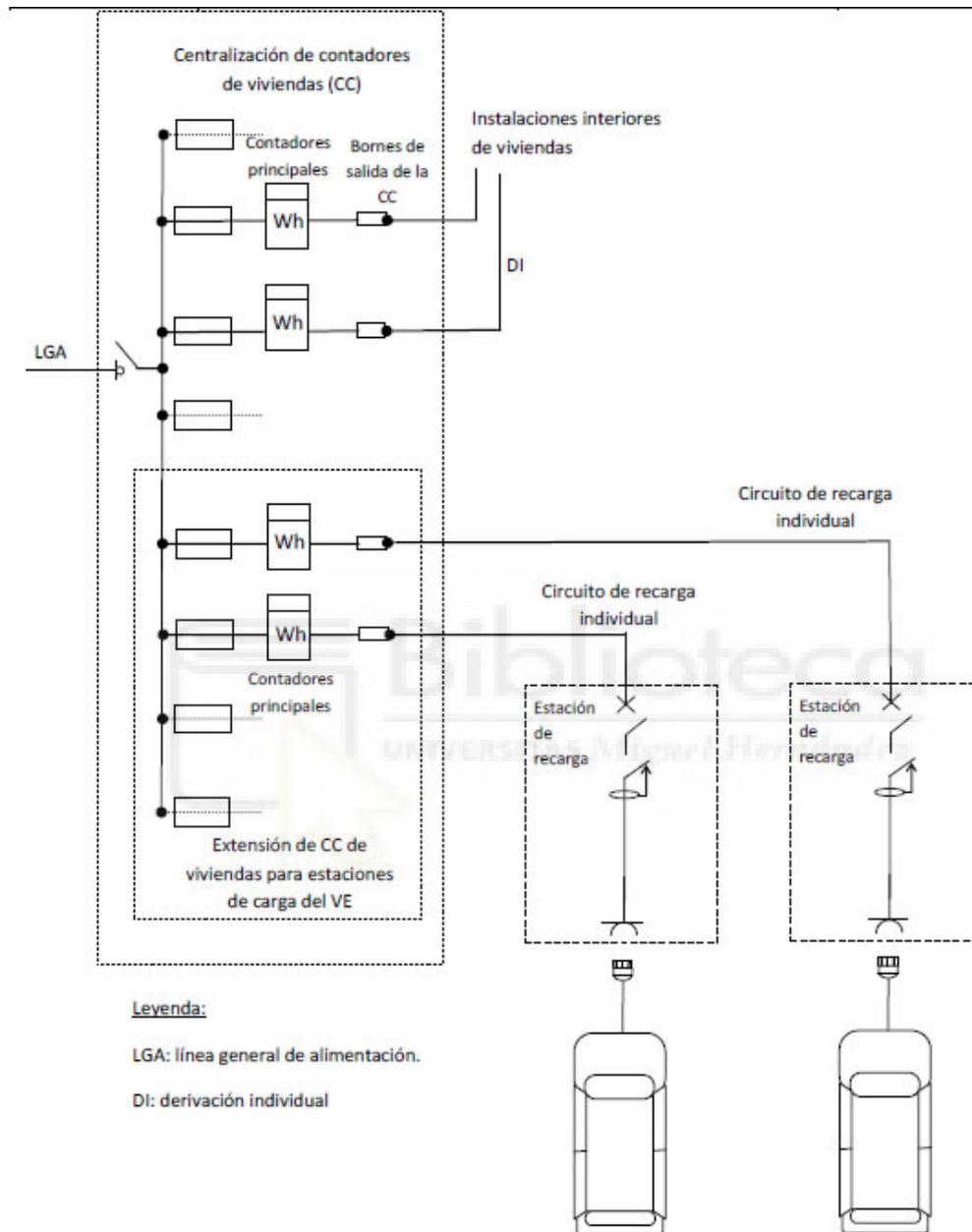


Figura 20

- **Esquema 3b:** Instalaciones Individuales con un contador principal para cada estación de recarga, utilizando una Centralización de Contadores específica, nueva.

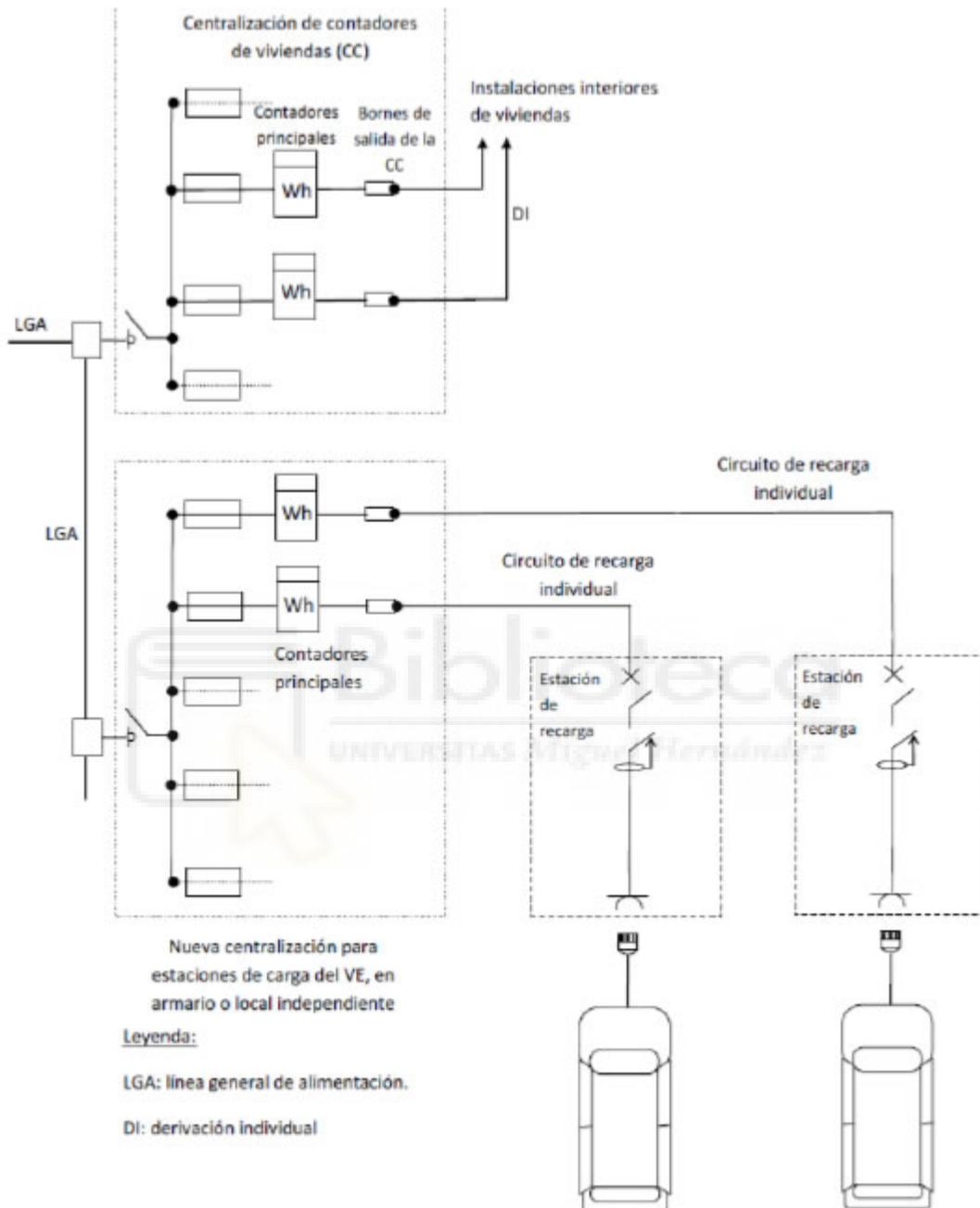


Figura 21

Para la selección entre los Esquemas 3<sup>a</sup> y 3b, se aplicarán los siguientes criterios de prioridad, en primer lugar se utilizarán los módulos de reserva de la centralización existente (Esquema 3<sup>a</sup>), si ello no fuera suficiente se ampliará la centralización existente utilizando también el Esquema 3<sup>a</sup>, en último caso y por falta de espacio, se dispondrán una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales (Esquema 3b).

### 6.3.5 ESQUEMA 4

- **Esquema 4<sup>a</sup>**: Instalación con circuito adicional Individual para recarga de vehículo eléctrico, en VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

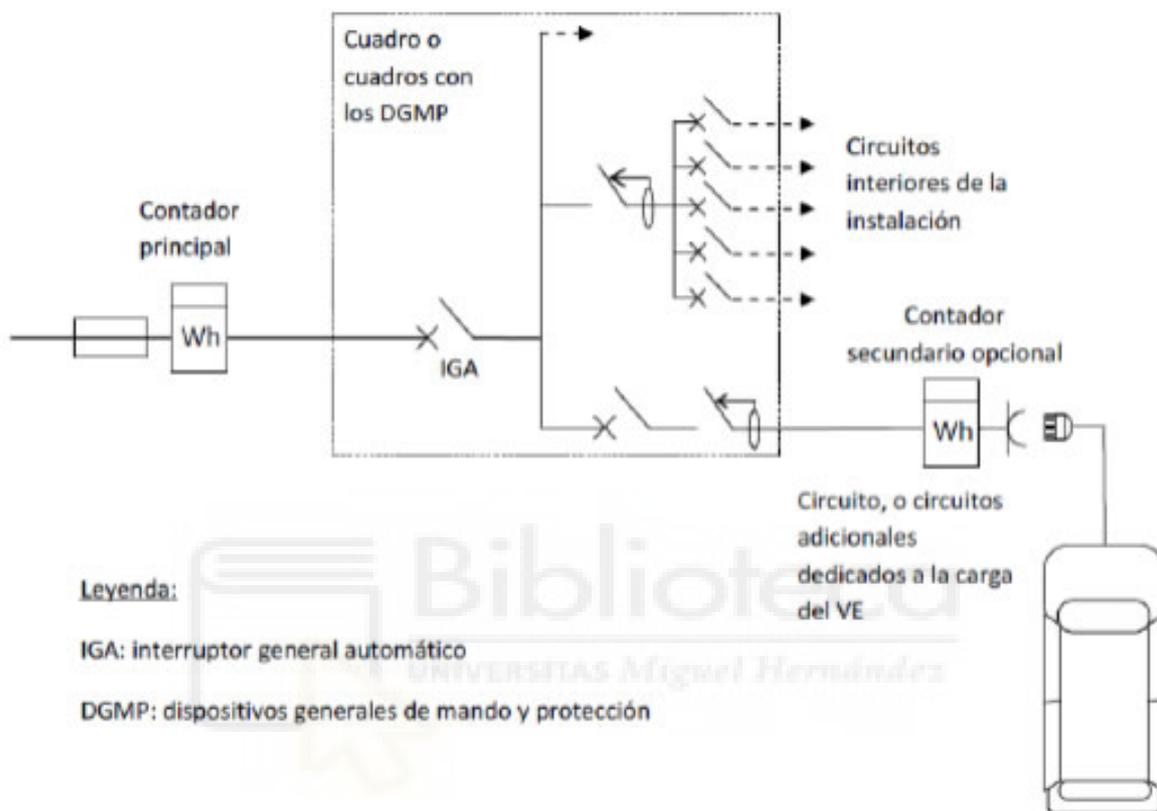


Figura 22

Este Esquema 4a también se puede utilizar en instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal según lo establecido en el apartado 3.2 de la ITC BT-52, siempre que la infraestructura común del edificio esté preparada para albergar este tipo de instalación. Su uso generalizado en garajes en régimen de propiedad horizontal supondría grandes caídas de tensión y la necesidad de disponer de patinillos para las derivaciones individuales de grandes dimensiones, de forma que se recomienda su utilización solo en los siguientes casos:

- **Viviendas unifamiliares**
- **Fincas de cualquier tipo con un único suministro**

Con el objetivo de mantener el nivel de seguridad, cuando con motivo de la instalación de los nuevos circuitos para la recarga de vehículos eléctricos se realice una modificación en la instalación interior de la vivienda (por ejemplo en el cuadro de mando y protección), se recomienda realizar una revisión de la instalación existente, según la UNE 202008 IN.

- **Esquema 4b:** Instalación con circuito (o circuitos) adicional/es para recarga de vehículo eléctrico (Normalmente desde Cuadro de Servicios Generales).

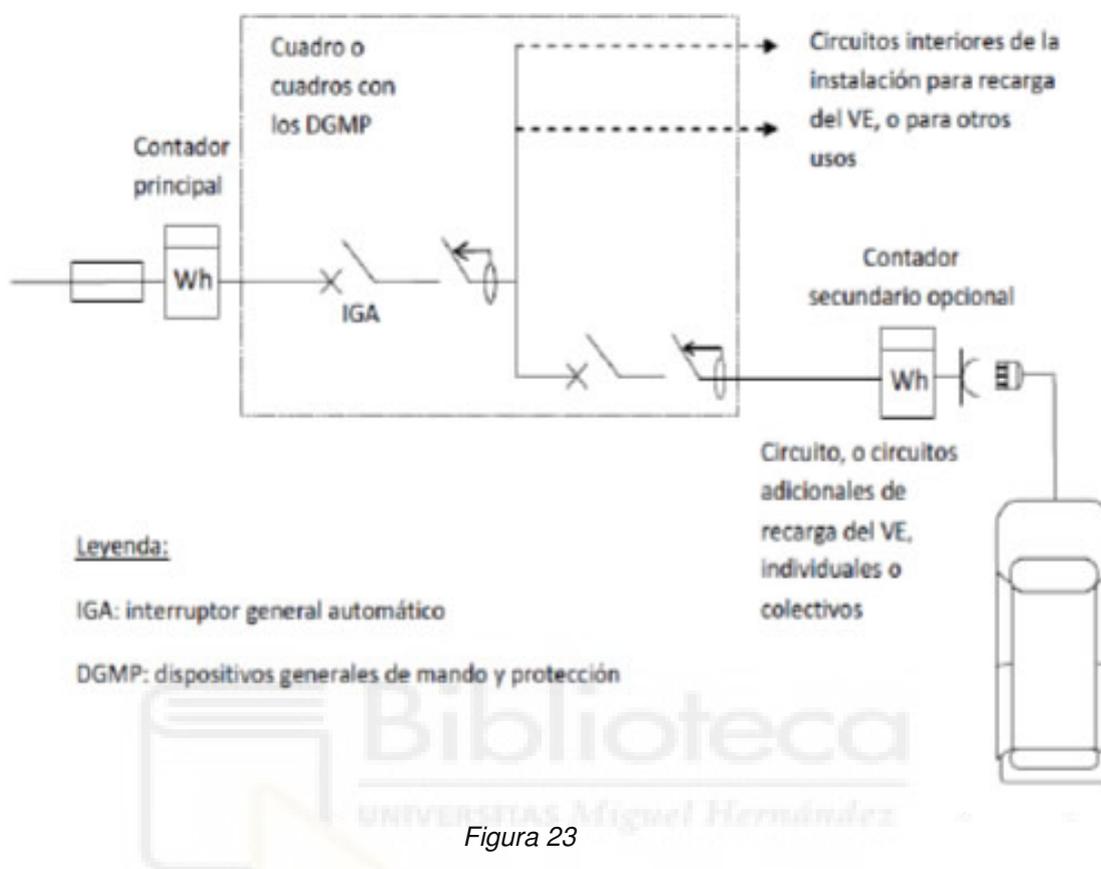


Figura 23

Conforme a lo establecido en el apartado 3.2 de la ITC-BT-52, este Esquema 4b se puede utilizar para la recarga de vehículos eléctricos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal, utilizando el Cuadro de los Servicios Generales de los garajes, como punto de partida de los circuitos para la recarga del vehículo eléctrico, y utilizando generalmente circuitos de recarga colectivos.

Si en este Esquema 4b o en cualquier otro interviene un Gestor de Cargas, en aplicación del RD 647/2011 tendrán que registrar, en cada una de sus instalaciones, los consumos destinados a la recarga de vehículos eléctricos, de forma diferenciada a los consumos que puedan producirse para otros usos.

Con el objetivo de mantener el nivel de seguridad, cuando con motivo de la instalación de los nuevos circuitos para la recarga de vehículos eléctricos se realice una modificación en la instalación eléctrica de los aparcamientos se recomienda realizar una revisión de la instalación existente, según la parte aplicable de la serie de normas UNE 202009 IN.

*Los esquemas de instalación descritos en este apartado no resultan aplicables para la conexión de las estaciones de recarga que se alimenten mediante una red independiente de la red de distribución de corriente alterna usualmente utilizada, por ejemplo, mediante una red de*

*corriente continua o corriente alterna ferroviaria, o mediante un fuente de energía de origen renovable con posible almacenamiento de energía, en cuyo caso el diseñador de la instalación especificará el esquema eléctrico a utilizar.*

Nótese que las figuras son solamente ejemplos ilustrativos de los distintos esquemas de instalaciones de recarga de vehículos eléctricos y que no contienen todos los elementos de la instalación.

- **Instalación en aparcamientos de viviendas**

En las viviendas unifamiliares nuevas que dispongan de aparcamiento o zona prevista para poder albergar un vehículo eléctrico, se instalará un circuito exclusivo para la recarga de VEHÍCULO ELÉCTRICO. Este circuito se denominará circuito C13, según la nomenclatura de la ITC BT-25, y seguirá el **Esquema 4a** de instalación.

En todas las viviendas unifamiliares nuevas, el circuito C13 debe quedar totalmente instalado, incluyendo los sistemas de canalización, los cables, las protecciones y el punto de recarga.

En las viviendas unifamiliares, o en general en las fincas con un único suministro, tanto para instalaciones nuevas como ya existentes, se instalará una Caja de Protección y Medida (CPM) que incorpore un protector contra sobretensiones transitorias antes del contador y un espacio para la instalación en caso necesario de un filtro PLC después del contador.

Las instalaciones existentes en las que se desee instalar una estación de recarga se ajustarán también a lo establecido en este apartado.

La alimentación de este circuito podrá ser monofásica o trifásica y la potencia instalada responderá generalmente a uno de los escalones de la tabla 1, según prevea el proyecto de la instalación.

No obstante, se podrá justificar una potencia mayor, en función de la previsión de potencia por estación de recarga o del número de plazas construidas para la vivienda unifamiliar, en cuyo caso el circuito y sus protecciones se dimensionarán acorde con la potencia prevista.

U nominal	Interruptor automático de protección en el origen del circuito	Potencia instalada	Estaciones de recarga por circuito
230 V	10 A	2300 W	1
	16 A	3680 W	1
	20 A	4600 W	1
	32 A	7360 W	1
	40 A	9200 W	1
230/400 V	16 A	11085 W	de 1 a 3
	20 A	13856 W	de 1 a 4
	32 A	22170 W	de 1 a 6
	40 A	27713 W	de 1 a 8

*Tabla 3. Potencias instaladas normalizadas en un circuito de recarga para una vivienda unifamiliar.*

Para evitar desequilibrios en la red eléctrica, los circuitos C13 monofásicos no dispondrán de una potencia instalada superior a los 9.200 W.

Cuando en un circuito trifásico se conecten estaciones monofásicas, éstas se repartirán de la forma más equilibrada posible entre las tres fases.

El número máximo de estaciones de recarga de la Tabla 1, por cada circuito de recarga trifásico, se ha calculado suponiendo estaciones monofásicas de una potencia unitaria de 3.680 W.

Se podrá ampliar o reducir el número máximo si se justifica una potencia instalada por estación de recarga inferior o superior respectivamente.

- **Instalación en aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal**

Las instalaciones eléctricas para la recarga de vehículos eléctricos ubicadas en aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal, seguirán cualquiera de los Esquemas descritos anteriormente.

En un mismo edificio se podrán utilizar esquemas distintos siempre que se cumplan todos los requisitos establecidos en esta ITC BT-52.

En edificios existentes que carezcan de instalaciones para recarga de vehículos, cuando sea necesario realizar las instalaciones para la recarga del primer vehículo, se recomienda que el vecino o los vecinos propietarios de los vehículos a recargar y la propia comunidad de vecinos lleguen a un acuerdo en relación al Esquema o Esquemas de conexión a implementar en el edificio, sin que la decisión individual de una de las dos partes afecte a la otra, puesto que cada una debería asumir los costes correspondientes a la modificación o construcción de las instalaciones de las que sea titular.

En el **Esquema 4a**, el circuito de recarga seguirá las condiciones de instalación descritas en la ITC BT-15, utilizando cables y sistemas de conducción de los mismos tipos y características que para una derivación individual; la sección del cable se calculará conforme a los requisitos generales del apartado 5 de la ITC BT-15, no siendo necesario prever una ampliación de la sección de los cables para determinar el diámetro o las dimensiones transversales del sistema de conducción a utilizar.

*\* Para instalaciones existentes en garajes en régimen de propiedad horizontal en las que se utilice el Esquema 4a para la recarga del vehículo eléctrico se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:*

- Los cables del circuito de recarga se podrán instalar por el interior del mismo Sistema de Conducción de Cables (SCC) de la Derivación Individual (DI) siempre que haya espacio disponible para ello de acuerdo con las reglas de la ITC BT-21. En este caso los conductores del circuito de recarga utilizarán la reserva de espacio vacío del SCC prescrito en la ITC BT-15.
- En caso que no hubiera suficiente espacio disponible en el interior del SCC de la DI, para poder pasar por su interior los conductores del circuito de recarga se podrá utilizar el tubo o conducción de reserva para DIs, siempre que exista la canalización y tenga espacio disponible para ello, de acuerdo con las reglas de la ITC-BT.
- En caso que no fuera posible instalar el cable del circuito de recarga en el interior del SCC de la DI, o por la conducción de reserva para DIs, será posible instalar dicho cable bien en el interior de un SCC adicional o directamente en la canaladura de obra de las DIs, siempre y cuando haya espacio disponible para ello. Cuando el circuito de recarga se instale directamente en la canaladura se utilizará cable multiconductor de 0,6/1 kV, de acuerdo con las reglas de la ITC-BT.
- Por motivos de espacio y en caso de que ninguna de las anteriores soluciones sea posible, se podrá admitir la instalación de los conductores de circuitos de recarga de distintos suministros por el interior de un mismo SCC-Sistema de Conducción de Cables (ya sea el tubo de reserva para derivaciones individuales u otro SCC instalado adicionalmente) siempre que exista espacio disponible según las reglas de la ITC-BT 21. En tal caso, para asegurar la separación necesaria entre suministros, los circuitos C13 deberán realizarse utilizando cable multiconductor de tensión asignada 0,6/1 kV.

El **Esquema 4b** se utilizará cuando la alimentación de las estaciones de recarga se proyecte como parte integrante o ampliación de la instalación eléctrica que atiende a los servicios generales de los garajes.

Tanto en instalaciones existentes como en instalaciones nuevas, y con objeto de facilitar la utilización del esquema eléctrico seleccionado, los cuadros con las protecciones generales se podrán ubicar en los cuartos habilitados para ello, o en zonas comunes.

Las instalaciones en edificios o conjuntos inmobiliarios de nueva construcción se equiparán como mínimo con una preinstalación eléctrica para la recarga de VEHÍCULO ELÉCTRICO, de forma que se facilite la utilización posterior de cualquiera de los posibles esquemas de instalación. Para ello se preverán los siguientes elementos:

- Instalación de sistemas de conducción de cables desde la centralización de contadores y por las vías principales del aparcamiento o estacionamiento con objeto de poder alimentar posteriormente las estaciones de recarga que se puedan ubicar en las plazas individuales del aparcamiento o estacionamiento, mediante derivaciones del sistema de conducción de cables de longitud inferior a 20 m. Los sistemas de conducción de cables se dimensionarán de forma que permitan la alimentación de al menos el 15% de las plazas mediante cualquiera de los esquemas posibles de instalación.
- La centralización de contadores se dimensionará de acuerdo al esquema eléctrico escogido para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO y según lo establecido en la ITC BT-16. Se instalará como mínimo un módulo de reserva para ubicar un contador principal, y los dispositivos de protección contra sobrecorrientes asociados al contador, bien sea con fusibles o con interruptor automático.

Así, pues, dado que el porcentaje citado es un mínimo y en base a la creciente demanda de este tipo de vehículos, sería recomendable realizar la preinstalación para el 100% de las plazas.

Cuando se realice la instalación para el primer punto de conexión en edificios existentes, se deberá prever, en su caso, la instalación de los elementos comunes de forma que se adecúe la infraestructura para albergar la instalación de futuros puntos de conexión

Es recomendable que los elementos comunes a instalar, tales como las canalizaciones y los módulos de reserva en la centralización de contadores, sigan las siguientes pautas, no siendo obligatorio que la preinstalación incluya los cables de los circuitos de alimentación del vehículo eléctrico, ni las estaciones de recarga.

- Cuando en edificios existentes se realice la instalación del primer punto de recarga, se dimensionará la canalización para albergar la instalación de futuros puntos de recarga

en la zona de influencia del punto a instalar. El criterio anterior deberá aplicarse también cada vez que se realice la instalación de un nuevo punto de recarga.

- Cuando en edificios existentes se realice la instalación de un punto de recarga utilizando un Esquema que precise de un contador principal adicional (Esquemas 1 ó 3) y por falta de espacio fuera necesario realizar una nueva centralización de contadores, generalmente en armario, ésta se dimensionará con, al menos, un módulo de reserva para instalar el contador asociado con un futuro punto de recarga.

- **Otras instalaciones de recarga**

Las instalaciones eléctricas para la recarga de vehículos eléctricos alimentadas de la red de distribución de energía eléctrica, distintas de las descritas en el apartado anterior, seguirán los esquemas 1a, 1b, 1c, ó 4b descritos.

- **Estaciones de recarga para autoservicio (uso por personas no adiestradas).**

Estas estaciones de recarga, tales como las ubicadas en la vía pública, en aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, para su propio personal o asociados y en aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, de titularidad pública o privada, están destinadas a ser utilizadas por usuarios no familiarizados con los riesgos de la energía eléctrica.

Este tipo de instalaciones podrán utilizar cualquier modo de carga.

- **Estaciones de recarga con asistencia para su utilización (uso por personas adiestradas o cualificadas).**

Estas estaciones de recarga, tales como las ubicadas en aparcamientos para recarga de flotas, talleres, concesionarios de automóviles, depósitos municipales de vehículo eléctrico, así como otras estaciones dedicadas específicamente a la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO, están destinadas a ser utilizadas o supervisadas por usuarios familiarizados con los riesgos de la energía eléctrica,

Este tipo de instalaciones dispondrán preferentemente de los modos de carga 3 ó 4, aunque también podrán equiparse con estaciones de recarga en modo 1 ó 2, cuando esté previsto recargar vehículos eléctricos de baja potencia tales como bicicletas, ciclomotores y cuadriciclos.

## **7. SUBVENCIONES**

### **7.1 Plan Moves III**

El Plan Moves III, implementado a raíz de la crisis del coronavirus, es un paquete de ayudas del Gobierno español destinado a incentivar la compra de coches eléctricos, híbridos, híbridos enchufables y vehículos a GLP (gas licuado del petróleo) o GNC (gas natural comprimido) y favorecer la descarbonización. [21]

En 2020 se partía de un presupuesto de 100 millones de euros (Plan Moves II), que se ha incrementado hasta los 400 millones en el año 2021 (Plan Moves III), en ayudas directas para la movilidad eléctrica y para la infraestructura de recarga.

Este plan será ampliable a 800 millones si la demanda lo requiere y tendrá una continuidad hasta finales de 2023, año en el que se espera que circulen al menos 250.000 vehículos eléctricos y haya como mínimo 100.000 puntos de recarga, tanto públicos como privados.

#### **Características principales del Plan Moves:**

Concretamente, la cuantía de las ayudas y descuentos de este plan es la siguiente:

- Turismos eléctricos: 4.500 € + 1.000 € (descuento obligatorio concesionario) + 2.500 € (achatarramiento). Total: hasta 8.000 €.
- Furgonetas eléctricas: 7.000 € + 1.000 € (descuento obligatorio concesionario) + 2.000 € (achatarramiento). Total: hasta 10.000 €.
- Coches eléctricos e híbridos enchufables (autonomía entre 30 y 90 km): 2.500 € + 1.000 € (descuento obligatorio concesionario) + 2.500 € (achatarramiento). Total: hasta 6.000 €.
- Motos eléctricas: 1.100 € + 200 € (achatarramiento). Total: hasta 1.300 €.

#### **Líneas de financiación del Plan Moves:**

El Plan Moves no solo está orientado a incentivar la compra de coches 100% eléctricos, sino que también contempla otras cuatro líneas de financiación:

- Compra de vehículos de energías alternativas.
- Instalación de puntos de recarga de coche eléctrico.
- Sistemas de alquiler de bicicletas eléctricas.
- Implantación de medidas de movilidad sostenible al trabajo en un escenario post COVID.

Esto incluye, además de turismos, furgonetas, autobuses, minibuses, camiones, motos y cuadriciclos.

### **Descuentos extra que se contemplan en el Plan Moves:**

Con el fin de fomentar la movilidad de las poblaciones más pequeñas, el plan Moves III incluye unos incentivos extras.

Aquellas personas que residan en municipios de menos de 5.000 habitantes, siempre que acrediten su empadronamiento y lo mantengan durante al menos dos años desde la fecha de registro de la solicitud, verán incrementada la ayuda en un 10%, cantidad aplicable también para los taxistas.

En cuanto a los autónomos, particulares, comunidades de propietarios y entidades locales que no desarrollen actividad empresarial, las ayudas cubrirán el 70% del coste de la instalación de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, o de las actuaciones de preinstalación de recarga en comunidades de propietarios. Esta ayuda se incrementará un 10% adicional en municipios de menos de 5.000 habitantes, hasta el 80%.

El coste subvencionable incluye equipos, instalación, derivación desde contadores, coste del proyecto y tasas. Para llevarlo a cabo, no es necesario disponer de un coche eléctrico.

### **Requisitos para poder atenerse al plan Moves:**

- Ser mayor de edad (salvo en vehículos para personas con movilidad reducida).
- Entregar un coche para el achatarramiento con más de 7 años de antigüedad. En caso de no entregarlo, se reducirá la cuantía de la ayuda hasta 4.500 € en el caso de los coches 100% eléctricos y 2.500 € para los híbridos.
- Que el precio del coche no supere los 45.000 €, o 53.000 € en el caso de vehículos de 8 y 9 plazas.
- En el caso de híbridos enchufables, que tengan una autonomía eléctrica homologada de 30-90 km.

### **Destinatarios de las ayudas:**

A personas físicas, empresas, instituciones públicas y privadas. Los particulares solo podrán optar a una ayuda, mientras que las empresas podrán hacerlo a un máximo de 30. Las personas que opten a estas ayudas no podrán haber recibido anteriormente subvenciones de otro tipo para vehículos eficientes.

La entrega de la ayuda no es inmediata, sino que tarda 6 meses desde la presentación de la solicitud. Si no se recibe notificación en esos 6 meses, se entiende que la ayuda ha sido desestimada.

La Moves es una ayuda que tributa, ya que se considera una ganancia patrimonial no derivada de transmisión de elementos patrimoniales. A efectos prácticos, ese dinero se suma al resto de salarios y rentas que se integran en la base general de IRPF para tributar dentro de ella.

Las Comunidades Autónomas son las encargadas de gestionar las ayudas, que les son asignadas según el número de habitantes.

Del mismo modo, son también las Comunidades Autónomas las que decidirán cómo reparten la dotación asignada entre las diferentes líneas de financiación, respetando los máximos permitidos. Asimismo, cada región determinará si las gestiona de forma directa o a través de alguna entidad autorizada. En función de ello, la Comunidad establecerá dónde y cómo solicitar las ayudas a la movilidad eléctrica.

El plazo de solicitud de las ayudas se iniciará antes de julio de 2021. Particulares y autónomos podrán beneficiarse de ellas a partir del 10 de abril, incluido.

- El gobierno refuerza las ayudas al autoconsumo y el almacenamiento energético (Mayo-2022)

Debido al éxito obtenido por los Fondos Next Generation EU para la promoción del autoconsumo y el almacenamiento energético aprobados el pasado verano, el Gobierno español ha decidido reforzar los programas de incentivos tanto en hogares como en empresas.

La principal novedad es que, a partir de ahora, los autónomos podrán desplegar el autoconsumo en su lugar de trabajo, distinto al de sus viviendas, y que se autoriza un cupo específico para ellos.

Además, se potencian las Empresas de Servicios Energéticos y las bombas de calor, para facilitar un mayor despliegue de esta tecnología, ampliando los equipos y dando entrada a muchos modelos fabricados en España.

Asimismo, se amplía la capacidad de almacenamiento permitida de 2 kWh/kW a 5 kWh/kW, para responder a la creciente generalización de soluciones de este tipo.

### **Más de 1.000 euros en subvenciones**

Estas ayudas se enmarcan dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia que gestiona el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) a través de las Comunidades Autónomas.

Con un presupuesto inicial de 660 millones de euros, ampliables a 1.320 millones (900 para autoconsumo, 200 para almacenamiento y otros 200 para climatización con energías renovables), actualmente son varias las comunidades que están agotando sus fondos, poniendo de manifiesto el gran interés por el autoconsumo que existe en nuestro país en los últimos años.

Con estas líneas de subvenciones, se esperan incorporar 1.850 MW de generación renovable al sistema, crear más de 25.000 empleos tanto directos como indirectos, obtener un crecimiento del PIB de 1,7 millones de euros por cada millón de ayuda y reducir las emisiones de CO2 a la atmósfera en más de un millón de toneladas anuales.

### **Principales modificaciones**

- Como hemos comentado, los autónomos se convierten en beneficiarios de los programas de ayuda al autoconsumo solar, pudiendo desplegar instalaciones en sus lugares de trabajo. Además, se reserva un cupo específico para las ampliaciones de presupuesto.
  - Se potencia el modelo de empresa ESE, para facilitar la instalación de autoconsumo cuando el consumidor no tenga capacidad de abordar la inversión.
  - Se flexibiliza la capacidad de almacenamiento que se permite instalar, pasando de 2 a 5 kWh/kW.
  - Se amplía la gama de bombas de calor elegibles en el programa.
  - Se incorpora una referencia al rendimiento medio estacional mínimo a cumplir en esta tecnología para las aplicaciones de producción de frío en climatización de edificios.
- La ley obliga a los parkings públicos a instalar puntos de recarga para vehículos eléctricos

Antes del 1 de enero de 2023, los parkings de uso público que cuenten con una zona de aparcamiento de más de 20 plazas, tanto en interior como en exterior, deberán disponer de puntos de recarga para vehículos eléctricos. Así queda reflejado en el Real Decreto Ley 29/2021 aprobado por el Gobierno para fomentar la Movilidad Eléctrica.

De hecho, la escasez de puntos de recarga es una de las principales trabas en la adquisición de coches ecológicos. De los 224.237 puntos que existen en Europa, solo 11.517 están ubicados en España.

Por este motivo, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), se ha fijado un ambicioso objetivo: disponer el próximo año de un total de 100.000 puntos de recarga y llegar a 2030 con 340.000 puntos, como reclama la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso de la Movilidad Eléctrica (Aedive) para dar cobertura a los 5 millones de vehículos eléctricos que se espera estén circulando en 10 años.

### **Puntos de recarga en función del número de plazas**

Concretamente, el Real Decreto aprobado por el Gobierno español recoge las siguientes medidas:

- Se instalará una estación de recarga por cada 40 plazas de aparcamiento o fracción, hasta 1.000 plazas, y una estación de recarga más por cada 100 plazas adicionales o fracción.
- En los edificios que sean titularidad de la Administración General del Estado o de los organismos públicos vinculados o dependientes de la misma, se instalará una estación de recarga por cada 20 plazas de aparcamiento o fracción, hasta 500 plazas, y una estación de recarga más por cada 100 plazas adicionales o fracción.

Para agilizar la implantación, la instalación de los puntos de recarga queda eximida de la obtención previa de las licencias de obras, de funcionamiento o de actividad, de carácter medioambiental o similares. Será suficiente con la declaración responsable del titular.

A consecuencia de este nuevo decreto ley, el próximo año cualquier supermercado, centro comercial, hotel, hospital, edificio de oficinas, cuartel de policía, parque de bomberos o edificio público con plazas de aparcamiento deberá tener instalado al menos un punto de recarga.

## **7.2 Plan PIVE**

Con este plan, es posible obtener hasta 5500 € por entregar el vehículo antiguo al momento de la compra de uno nuevo: 4500 € serán transferidos por el Estado y los 1000 € restantes por el fabricante o concesionario. Estas ayudas se reservan para vehículos con etiquetas DGT cero emisiones. [22]

Más que una ayuda, se trata de un descuento de 5000 €, aunque es posible sumar una cantidad adicional (500 €) si se cumplen con cualquiera de estos requisitos:

- La entrega de un vehículo de más de 20 años.
- Familias con ingresos inferiores a 1500 € al mes.
- Que en la unidad familiar exista un miembro con movilidad reducida.

### **7.3 Fotovoltaica**

- Real Decreto 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- Real Decreto 377/2022, de 17 de mayo, por el que se amplía la tipología de beneficiarios del Real Decreto 477/2021.
- Real Decreto 1124/2021, de 21 de diciembre, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de los programas de incentivos para la implantación de instalaciones de energías renovables térmicas en diferentes sectores de la economía, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. (Este Real Decreto-ley elimina el denominado impuesto al Sol)
- Subvenciones Autonómicas:
  - Subvenciones Next Generation para autoconsumo

De este tipo de subvenciones, la Comunidad Valenciana repartirá en total unos 84 millones de euros, que pueden llegar a subvencionar una instalación hasta en un 55%. Es un paquete de ayudas de carácter estatal, pero está gestionado de forma individual por cada comunidad autónoma. Estas ayudas están destinadas a financiar el precio total de instalación de los paneles solares.

El importe de estas subvenciones en función al tipo de instalación fotovoltaica en la Comunidad Valenciana ha sido:

- Para instalaciones de menos de 10 kWp: 600 € por kWp de instalación, y de unos 490 € por cada kWh en baterías solares.
- Para instalaciones de más de 10 kWp: en un rango de entre 300 € y 450 € por kWp instalado.
- Subvenciones autonómicas del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE)

Subvenciones placas solares comunidad valenciana:

Estos tipos de subvenciones corresponden a ayudas económicas que impulsa cada gobierno autonómico de forma puntual. También es un tipo de subvención muy interesante que se hace cargo del coste total de instalación. El único inconveniente es que el presupuesto es más ajustado que el que ofrecen los fondos europeos, por lo que son más difíciles de conseguir.

Las ayudas de fondos europeos y las ayudas autonómicas no son combinables ni compatibles, ya que ambas financian el precio total de la instalación de los paneles.

- Desgravaciones en impuestos y bonificaciones fiscales

Las desgravaciones y bonificaciones fiscales de las que se podrá beneficiar en la Comunidad Valenciana por instalar autoconsumo son:

Deducciones del IRPF: se podrá deducir hasta un 20% del importe total de la instalación.

Bonificación fiscal del IBI: por la instalación de autoconsumo, se podrá recibir una bonificación de hasta el 50% de la cuota en función de cada ayuntamiento.

Bonificación fiscal del ICIO: un tipo de tributo que se paga en cualquier instalación, incluidas las de autoconsumo. Se podrá reducir la cuota hasta en un 95% en algunos municipios.

- Subvenciones para autoconsumo del Gobierno de España

La cuantía de las subvenciones dependerá en función del tipo de beneficiario y el tipo de instalación. Para sistemas de autoconsumo fotovoltaico, se cubren los siguientes porcentajes del coste del proyecto:

- Negocios e industria: 15% para grandes empresas y 45% para sistemas de autoconsumo en pymes con una potencia igual o inferior a 15 kW.
- Particulares: 40%
- Instalaciones de autoconsumo compartido: 50%
- Administraciones públicas: 70% [23]



## 8. CASOS PRÁCTICOS

### 8.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOS CASOS PRÁCTICOS

En los siguientes apartados va a realizarse un Estudio y Cálculo de dos Casos Prácticos de Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos (IRVE), así como una estimación económica.

Los casos a analizar están relacionados con la instalación de:

- CASO PRÁCTICO-I: Estación de Recarga, o Punto de Recarga de Vehículos Eléctricos (PRVE), en el interior de un GARAJE COMUNITARIO DE EDIFICIO DE NUEVA CONSTRUCCIÓN.
- CASO PRÁCTICO-II: Estación de Recarga, o Punto de Recarga de Vehículos Eléctricos (PRVE), en el exterior, en PARCELA PERTENECIENTE A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA, con instalación de Placas Fotovoltaicas para Autoconsumo, con Excedentes.

En cada Caso Práctico se seleccionará una tipología distinta de recarga, en función de sus características de instalación y uso del vehículo, estableciéndose que se trata de un segundo vehículo o de utilización secundaria, normalmente para uso urbano.

En el CASO PRÁCTICO-II se analizará la Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo con Excedentes, de forma previa a la IRVE.

Se establece como formato de exposición, aunque no de forma exhaustiva ya que no es el objeto de este T.F.G., el relacionado con los índices de contenidos mínimos de Proyectos establecidos en la ORDEN de 13 de marzo de 2000, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

Se selecciona un vehículo eléctrico, para recarga en las instalaciones objeto de este Estudio, que es el **SEAT Mii Eléctrico**, cuyas características técnicas básicas son:

**Tipo de motor eléctrico:** Motor síncrono de CA de imán permanente

**Consumo medio de energía WLTP:** 12 kW/h

#### **Batería**

- **Tipo:** Iones de litio
- **Capacidad:** 36,8 kW/h
- **Capacidad Útil:** 32,2 kWh

- **Tensión nominal:** 307 V
- **Autonomía:** 259 km
- **Potencia (kW):** 61 kW
- **Potencia (CV):** 83 CV
- **Par (Nm):** 212 Nm

#### Alimentadores

- **Potencia de recarga máxima en CC:** 40 kW
- **Potencia de recarga máxima en CA:** 7,2 kW
- **Tiempo de recarga total a 2,3 kW:** 13 h
- **Tiempo de recarga total a 7,4 kW:** 5 h
- **Tiempo de recarga del 0 al 80 % en CC:** 1 h (40 kW)

NOTA: El acumulador (Batería) se recarga en un 80% en un tiempo:

- 1 h - Columnas públicas a 40 kW
- 4 h - Wallbox a 7,2 kW
- 12 h - Toma de corriente doméstica a 2,3 kW

#### Conector



**Conector:** Tipo 2 (Mennekes) - Monofásico

## 8.2 CASO PRÁCTICO I

Se propone que, en un edificio de viviendas de nueva construcción, un propietario va a comprarse un vehículo eléctrico SEAT Mii, y necesita instalar un punto de recarga (PRVE) en su plaza de garaje comunitaria.

En el presente caso se desarrollará la memoria técnica correspondiente para la instalación del PRVE en una plaza de aparcamiento en un garaje comunitario de un edificio de nueva construcción.

### 8.2.1 MEMORIA

#### 8.2.1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

##### 8.2.1.1.1 Autor del Estudio

Nombre: Javier Sánchez Vivó

##### 8.2.1.1.2 Potencia total instalada, en KW

La potencia total instalada en el PRVE será: 1 x 7.360 kW + 3 W + 10 W.

Potencia Instalada kW	
Cuadro general	7.373

##### 8.2.1.1.3 Potencia de cálculo y Admisible, en KW

A esta potencia se le aplicará un coeficiente de simultaneidad de 1, obteniéndose así la potencia simultánea demandada, o **Potencia de Cálculo** (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

Potencia Demandada kW	
Cuadro general	7.373

**La Potencia total Admisible ( $\cos \varphi = 1$ ), en función de la protección general de 40 A, es de:**

Potencia Admisible kW	
Cuadro general	9,20

#### 8.2.1.1.4 Derivación individual

No procede, dado que es existente y no varía.

#### 8.2.1.1.5 Ubicación y Destino de la instalación.

La instalación estará ubicada en Aparcamiento ubicado en la Planta Sótano de Edificio de Nueva Construcción, y la instalación se destinará a 1 Punto de Recarga de Vehículo Eléctrico.

#### 8.2.1.2 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto es la descripción técnica de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión de Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos (IVEHÍCULO ELÉCTRICO), con el conjunto de dispositivos físicos y lógicos, destinados a la recarga de vehículos eléctricos y SAVE, cumpliendo los requisitos de seguridad y disponibilidad, con capacidad para prestar servicio de recarga de forma completa e integral. Incluirá la estación de recarga, el sistema de control, canalizaciones eléctricas y las protecciones necesarias.

El objeto del presente Estudio es, por tanto, definir las características técnicas y las condiciones y Normas que deberán ser observadas en la ejecución de las instalaciones eléctricas en baja tensión 230 V.

#### 8.2.1.3 POTENCIA PREVISTA

##### 8.2.1.3.1 Potencia total máxima admisible

Se considera la potencia total máxima admisible de la instalación como la menor de las potencias máximas admisibles por la instalación en el circuito específico de suministro al PRVE, el interruptor automático de corte general y la instalación interior, el interruptor automático de corte general y la instalación interior.

La alimentación se realizará desde un borne posterior al Contador Inteligente, con salida de doble borne. De uno de los bornes parte la Derivación Individual a la vivienda del mismo propietario. **La potencia total admisible ( $\cos \varphi = 1$ ), en función de la protección general de 40 A, que se justifica posteriormente es de:**

$$P = 230 \text{ V} \times 40 \text{ A} \times \cos \varphi = 9.200 \text{ W}$$

<b>Potencia Admisible kW</b>	
Cuadro general	<b>9,20 kW</b>

#### 8.2.1.3.2 Relación de Subcuadros y suministro de los mismos

Se instalará un Subcuadro de protección del sistema SAVE del punto de recarga.

#### 8.2.1.3.3 Potencia total instalada

La potencia total instalada será: 7.360 W +3 W + 10 W.

<b>Potencia Instalada kW</b>	
Cuadro general	<b>7.373</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10 W (Iluminación y emergencia)
- Potencia consumida por el SAVE: 3 W (Consumo Stand-Bye)
- Potencia Instalada Fuerza (W): 7.360 W (Carga máxima Vehículo)

#### 8.2.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN

La instalación estará ubicada en Plaza privada de Aparcamiento situada en la Planta Sótano de Edificio existente de Nueva Construcción, y la instalación se destinará a 1 Punto de Recarga de Vehículo Eléctrico para un usuario.

#### 8.2.1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

##### 8.2.1.5.1 Centro de transformación

No procede, en el caso del presente Proyecto.

##### 8.2.1.5.2 Caja general de protección

No procede, en el caso del presente Proyecto (Esquema-2).

#### 8.2.1.5.3 Línea General de Alimentación

No procede, en el caso del presente Proyecto (Esquema-2).

#### 8.2.1.5.4 Centralización de Contadores

Se comprobará que el contador principal de la vivienda es de Doble Borne de salida (Esquema-2). En caso de no ser así, se comunicará a la empresa distribuidora para que se realice la sustitución del contador.

#### 8.2.1.5.5 Derivación individual

El circuito de recarga se inicia directamente en los bornes de salida del contador asignado a la vivienda, al igual que la derivación individual que alimenta el cuadro general de mando y protección de la vivienda, al contar con un Esquema 2 con Doble Borne en su salida se puede alimentar, también, al circuito de PRVE. Esto implica que el usuario no ha de proceder a contratar un nuevo suministro para este uso.

Esta nueva línea para recarga del vehículo eléctrico es un **circuito individual**. A pesar de partir del contador **no tiene la consideración de derivación individual** porque así se refleja expresamente en la ITC-BT 52, del REBT.

### 8.2.1.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR. CÁLCULO

#### 8.2.1.6.1 Requisitos Generales. Clasificación de las instalaciones según riesgo

Se trata de realizar una instalación eléctrica para uso específico de suministro de energía a un **Punto de Recarga simple, de Vehículo Eléctrico**, según REBT y, particularmente, su ITC BT -52 y su ITC BT-29.

La instalación interior, en cuanto a cableado, protecciones, intensidades y caídas de tensión queda claramente identificada posteriormente.

**En el caso del presente Estudio la instalación de PRVE se realiza en zona interior.**

El sistema existente de iluminación, en la zona donde está ubicada la recarga, garantizará que exista un nivel de iluminancia horizontal mínima, a nivel del suelo, de 50 lux para estaciones de recarga en interior. Se prevé que no sea así, por lo que **se instalará una luminaria de**

**emergencia mixta (alumbrado y emergencia) LED, de 10 W, estanca IP54, alimentada desde el Subcuadro de Protección con luminaria de Emergencia, de 70 lúmenes, de superficie.**

El circuito que alimenta a un Punto de Recarga debe ser un circuito dedicado y no debe usarse para alimentar ningún otro equipo eléctrico, salvo los consumos auxiliares relacionados con el propio sistema de recarga, entre los que se puede incluir la iluminación de la estación de recarga.

**En este caso, existirá 1 circuito dedicado que dispondrá de 1 toma de alimentación de 7,4 kW (Monofásico).** La estación de recarga incluirá la manguera y el conector Tipo-2 (Mennekes) para carga en Modo 3 (Caso-C). La alimentación se realizará a Tensión Nominal Monofásica de 230 V, en corriente alterna, 50 Hz.

El SISTEMA DE CONEXIÓN DEL NEUTRO, con objeto de permitir la protección contra contactos indirectos mediante protección diferencial, será TT; Es decir, hay una tierra para el neutro de los transformadores y una tierra independiente para la protección de las masas. La tensión asignada de los cables será 0,6/1 kV.

El punto de conexión del PRVE se situará en el interior de la plaza a alimentar, instalado de forma fija, en pared o pilar, en una envolvente plástica (Clase II).

Según la ITC BT-52, la altura de las tomas de corriente, respecto al suelo, será entre 0,7 y 1,2 m, y en este caso, dispondrá de, al menos un conector con Intensidad Asignada de 32 A, Tipo-2, según UNE-EN 62196-2, con obturador, y estará ubicada en un SAVE.

La Guía Técnica de la ITC BT-52 recomienda, sin embargo, que la altura mínima de las estaciones de recarga o cajas que incorporan las tomas de corriente sea como mínimo de 1,5 metros para evitar ser golpeados por los propios vehículos, con la única excepción de las plazas para personas con movilidad reducida en las que dicha altura se reducirá a 1,0 metro. En nuestro caso, **se prescribe que la estación esté a 1,5 m del suelo.**

El Aparcamiento está clasificado como Local de Riesgo y Explosión Clase-I, Zona-2, por lo que habrá de cumplir con lo prescrito en la ITC BT 029 “Prescripciones Particulares para las Instalaciones Eléctricas en Locales con Riesgo de Incendio y Explosión”, y **dada su reciente construcción** cumplirá con la Desclasificación en la zona-volumen donde se prevé la instalación proyectada, según la Guía Técnica GUÍA-BT-29, Edición de noviembre de 2019, Revisión-4.

INSTALACIÓN INTERIOR: El Tipo de Conexión entre la Estación de Recarga y el Vehículo Eléctrico, será del Tipo “**Caso C**”:

Leyenda:	
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHÍCULO ELÉCTRICO
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
10	SAVE.

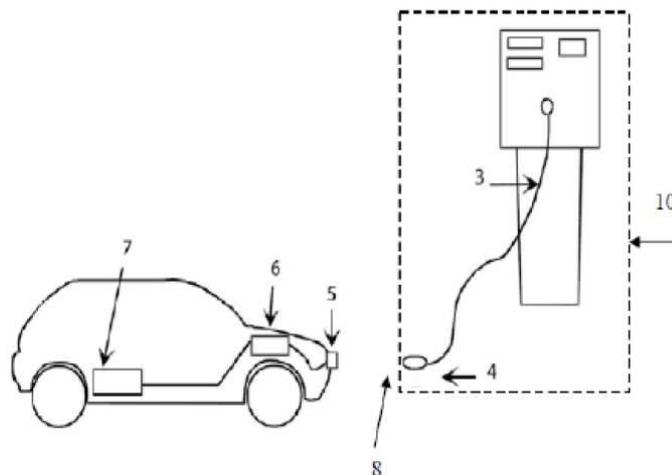


Figura 3. Caso C. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector: el cable forma parte de la instalación fija.

Figura 24

La instalación se realiza según **Esquema-2**, de la ITC-BT-52.



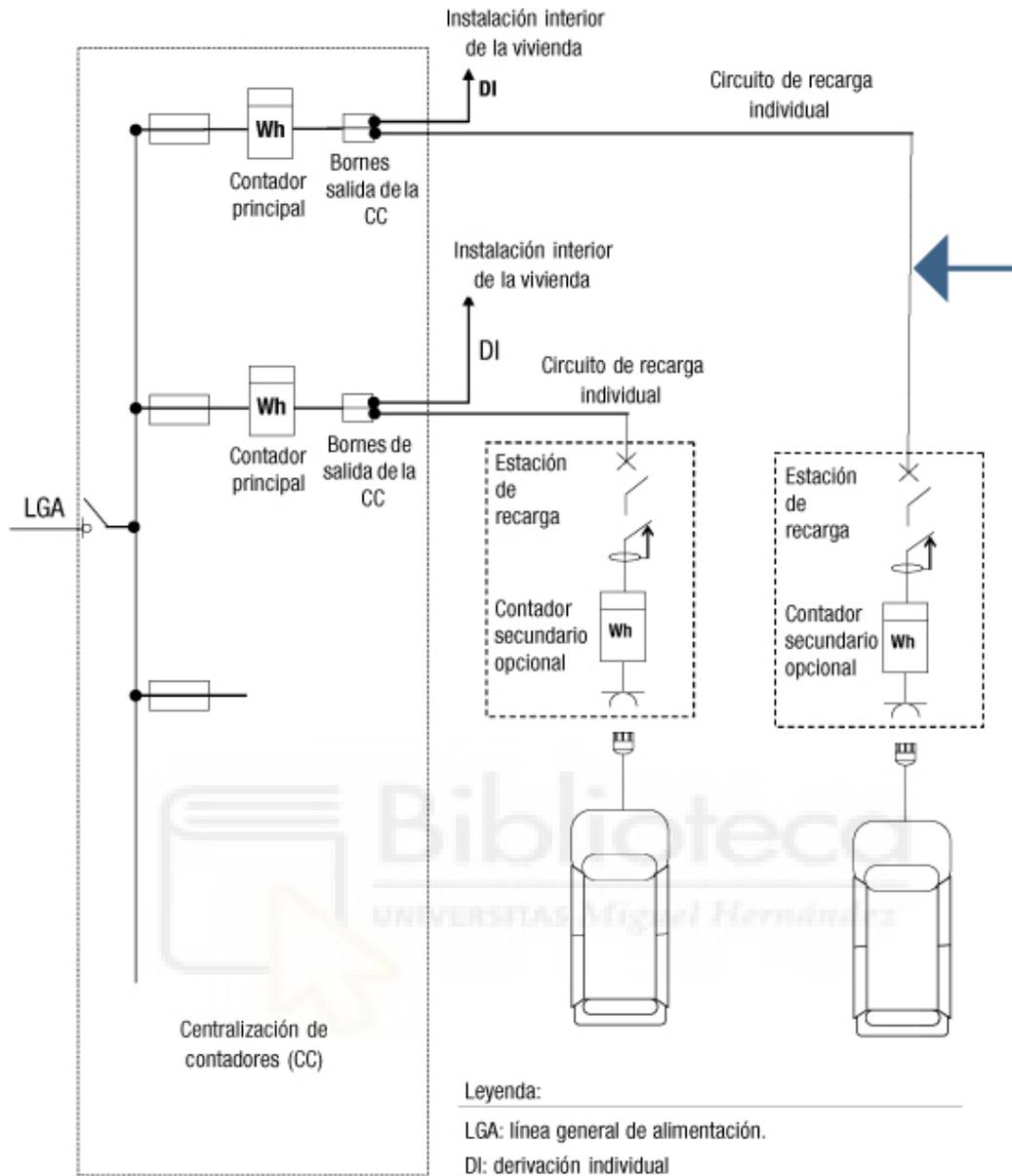


Figura 25

En el caso del presente Estudio:

- Se instalará **1 Punto Simple de Recarga de Vehículos Eléctricos, en PARED, POLICHARGER PRO T2, con protecciones incluidas en su interior (protecciones calculadas en este Proyecto)**, siendo definido como "Circuito de Recarga Individual", al ser un Circuito Interior de Instalación Receptora y está previsto para alimentar a una estación de recarga del Vehículo Eléctrico.



Figura 26

- Modo de Carga: **MODO 3**, con SAVE.

#### **Punto de recarga tipo SAVE:**

“Sistema de Alimentación específico de Vehículo Eléctrico (SAVE)». Esto es, el conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica para la recarga de un vehículo eléctrico, incluyendo protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión, (con conductores de fase, neutro y protección) y la base de toma de corriente o el conector. Este sistema permitirá en su caso la comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija”.

El sistema a instalar será el **POLICHARGER PRO T2**, con protecciones incluidas en su interior, que dispone de las siguientes características y funcionalidades:

- Regulación dinámica de carga.
- Posibilidad de temporización.
- Puerta abisagrada con cierre por llave.
- Magnetotérmico curva C, 40 A
- Diferencial tipo A. 40 A / 30 mA
- Protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.
- 5 huecos disponibles para añadir protecciones (Circuitos adicionales auxiliares).
- Colgador para el cable y un soporte para el conector.
- Tipo de material: Plástico ABS de alta resistencia (Clase II)
- Conector tipo 2: (IEC 62196)
- Alimentación: Monofásica AC 230V (F+N+T)  $\pm 10\%$ ; 50 Hz
- Potencia Máxima: 7,4 kW
- Tipo de material: Plástico abs de alta resistencia
- Velocidad de recarga variable (6 – 32 Amperios) de 1 en 1.

- Permite regular la intensidad de carga en tiempo real, y mantiene la memoria de la intensidad seleccionada incluso después de un corte de alimentación.
- Incluye sistema de regulación automática de potencia de carga en función del consumo de la vivienda. Para hacer uso de ella, se instalará el sensor de consumo para la vivienda que se incluye gratuitamente con el equipo.
- Permite temporizar la hora de inicio y de parada de la carga.
- Pantalla LCD con retroiluminación en varios colores que indican los estados de carga.
- Permite visualizar intensidad real de carga y la potencia cargada en la sesión, así como la potencia total consumida.
- Parametrización: mediante teclado de 4 botones en equipo.
- Modo de Carga: Modo 3
- Normativas: IEC 61851-1:2010 IEC 61851 – 22:2001 2014 / 35 / EU
- Protección: IP65/ IK10
- Puede contener Control de Producción Solar (Opcional)

#### Tipo de Conector:

- El SAVE lleva incorporado un Cable, con Conector **Tipo-2** IEC 62196 (Mennekes), que permite carga Monofásica, Bifásica o Trifásica, hasta **22 kW, superior a la potencia instalada de 7,4 kW.**



*Figura 27*

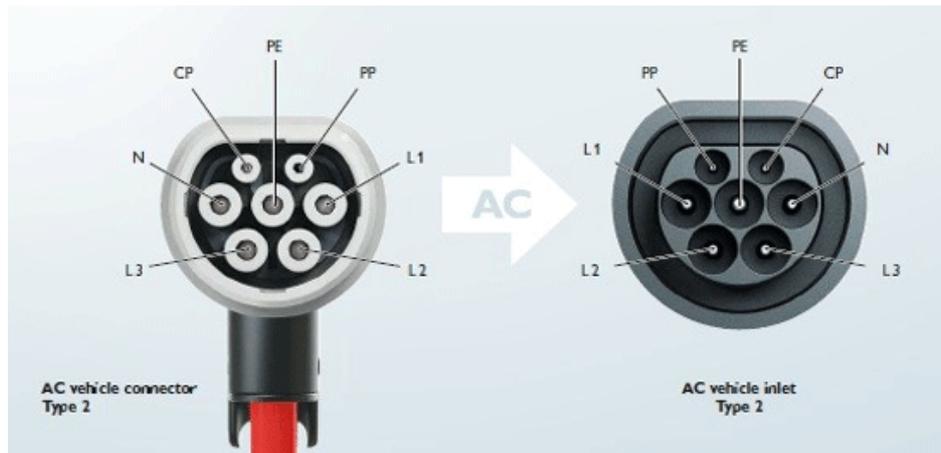


Figura 28

### Partes del Conector

**CP:** Control Pilot – Señal de comunicación entre el vehículo y el punto de recarga para informar de la máxima intensidad de corriente y de la falta de energía en la batería

**PP:** Proximity Pilot (Piloto de proximidad) – Señal de verificación que informa de que el conector está correctamente conectado.

**PE:** Protective Earth (Protector de tierra) – Clavija de tierra

**N:** Neutro

**L1, L2, L3:** Corresponde a las fases 1, 2 y 3 respectivamente para corriente alterna (AC)

**El cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2) será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Estará incorporado al SAVE y se considera como instalación Fija.**

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización, teniendo el mismo aislamiento que los activos.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente diferenciables, sobre todo el neutro y el de protección, reservando el color amarillo / verde para el de protección y el azul claro para el neutro. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

La instalación dispondrá de Toma de Tierra.

El sistema de protección contra contactos indirectos elegido es el de Interruptores / Disyuntores Diferenciales con sensibilidad de 30 mA, Clase A, o Asi (Superinmunizado), según ITC-BT 24 e ITC-BT 52, que además de la citada protección nos ofrece una seguridad complementaria ante una incidencia de incendio de la instalación por mal funcionamiento de las protecciones contra sobrecarga o cortocircuito.

Esta protección podrá estar instalada en la instalación fija, o en el SAVE; en el caso propuesto, estará instalado en el SAVE (ver apartados posteriores).

El elemento de protección diferencial estará protegido contra sobre intensidades, mediante protección magnetotérmica o fusible.

### **Descripción de la canalización y dimensionado de la misma**

Desde el borne específico de salida del contador particular, se realiza la protección y distribución de la línea de alimentación al SAVE. La instalación se realizará en bandeja existente (al aire) instalada en el Aparcamiento como Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos, en zona interior.

El cableado estará formado por cable multipolar de cobre, con aislamiento 0,6/1kV (AS), con denominación RZ1-K(AS), libre de halógenos, de baja emisividad de humos y opacidad reducida de los mismos, cumpliendo Clase CPR Cca-s1b,d1,a1 .

Por otro lado, la bandeja instalada, cumplirá la EN 50085-1, siendo no propagadora de llama. Las características serán suficientes para cumplir con el grado de las influencias externas existentes allí donde va a ser instalada.

### **Prescripciones de paso a través de los elementos de construcción**

Con respecto a los pasos a través de los elementos de construcción (muros, tabiques y techos), se garantizará que las canalizaciones estén suficientemente protegidas en toda la longitud de paso contra deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Por otro lado, al penetrar en distintos Sectores de Incendio (Centralización de Contadores, Zonas Comunes y Zona de Garaje) se asegurará que el paso queda obturado mediante **cierre estanco y elementos ignífugos EI-90 en muros y paredes y EI-120 en caso de atravesar forjados.**

### **Prescripciones para conductores**

Se cumplirán las prescripciones sobre conductores establecidas en la ITC-BT-19 a nivel general, es necesario justificar las prescripciones establecidas en la ITC-BT-29. Todo el cableado cumplirá con la **CPR**. Se cumplirá la UNE-HD 60364-5-52:2014, "Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones".

Se han calculado las secciones de los conductores interiores, asegurando que las caídas de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se mantengan inferiores al 5% (en fuerza) de la tensión nominal.

Dada la clasificación del garaje y el trazado de la línea en bandeja (al aire) los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según UNE 21.123 parte 4 ó 5, o norma UNE 211002 según la tensión asignada al cable. De la misma forma, dispondrán de una cubierta con aislamiento de 0,6/1 kV.

Teniendo lo anterior en cuenta, se ha seleccionado lo siguiente, siempre cumpliendo CPR:

- Circuitos trifásicos y monofásicos: Cable multipolar, o unipolar, RZ1-K (AS), que es un cable con aislamiento Termoestable (XLPE) de 0,6/1kV, formado por conductores aislados de Cobre (Cu), cumpliendo UNE 21123-4. Modelo AFUMEX 1000V (AS) de PRYSMIAN, o similar en otras marcas reconocidas, con sección de Fase, Neutro y Protección 3G6 (3 x 6 mm<sup>2</sup>).
- Las secciones se han calculado según la norma UNE 20460-5-523:2004, así como **Norma UNE-HD 60364-5-52, con las Tablas actualizadas B-52 y C-52** (Intensidades máximas admisibles - REBT).
- El cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2) será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Estará incorporado al SAVE y se considera como instalación Fija.

Se incluye conductor de protección siendo, el mismo, de igual material que los de fase o polares.

#### 8.2.1.6.2 Cálculos generales previos

En este apartado se describen, de forma previa al Capítulo-2 "CÁLCULOS" del presente Proyecto, en el que se utiliza la aplicación DMLECT-2021 para la realización de los cálculos eléctricos, el Esquema planteado del PRVE, según la ITC-BT-52 del REBT, los elementos componentes de la instalación y los criterios de cálculo del cableado.

#### ANTECEDENTES:

Se propone que, en un edificio de viviendas de nueva construcción, un propietario va a comprarse un vehículo eléctrico SEAT Mii, y necesita instalar un punto de recarga (PRVE) en su plaza de garaje comunitaria.

En primer lugar, ha de comentarse que no es necesario el consentimiento expreso de la Comunidad de Propietarios para la ejecución de la instalación, pero el usuario habrá de realizar una comunicación a la citada Comunidad, según recoge la Ley 19/2009, en el tercer párrafo de su artículo 3º, que modifica la Ley de Propiedad Horizontal 49/1960:

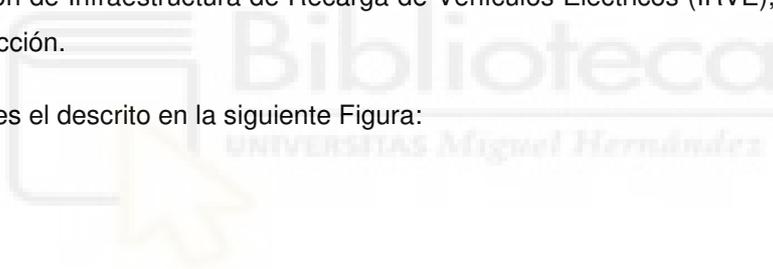
*“Si se tratara de instalar en el aparcamiento del edificio un punto de recarga de vehículos eléctricos para uso privado, siempre que éste se ubicara en una plaza individual de garaje, sólo se requerirá la comunicación previa a la comunidad de que se procederá a su instalación. El coste de dicha instalación será asumido íntegramente por el o los interesados directos en la misma.”*

El presente ejemplo de aplicación desarrollará un punto de recarga de 32 A (230 V x 32 A = 7.360 W), situado en el interior de la edificación (P<50 kW), por lo que no precisará elaboración de Proyecto firmado por Técnico competente (P<10 kW, NO exterior, NO modo de carga 4), según el Apartado 3.1 de la ITC-BT 04, del REBT. Por tanto, con la presentación en los Organismos Competentes de Memoria Técnica sería suficiente.

### **Esquema y descripción general**

Dentro de los esquemas propuestos en la ITC-BT 52 elegimos el número 2 (Esquema-2: instalación individual con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga), dado que es uno de los tipos de instalación más frecuentes desde la obligatoriedad de preinstalación de Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos (IRVE), en edificios de Nueva Construcción.

El Esquema-2 es el descrito en la siguiente Figura:



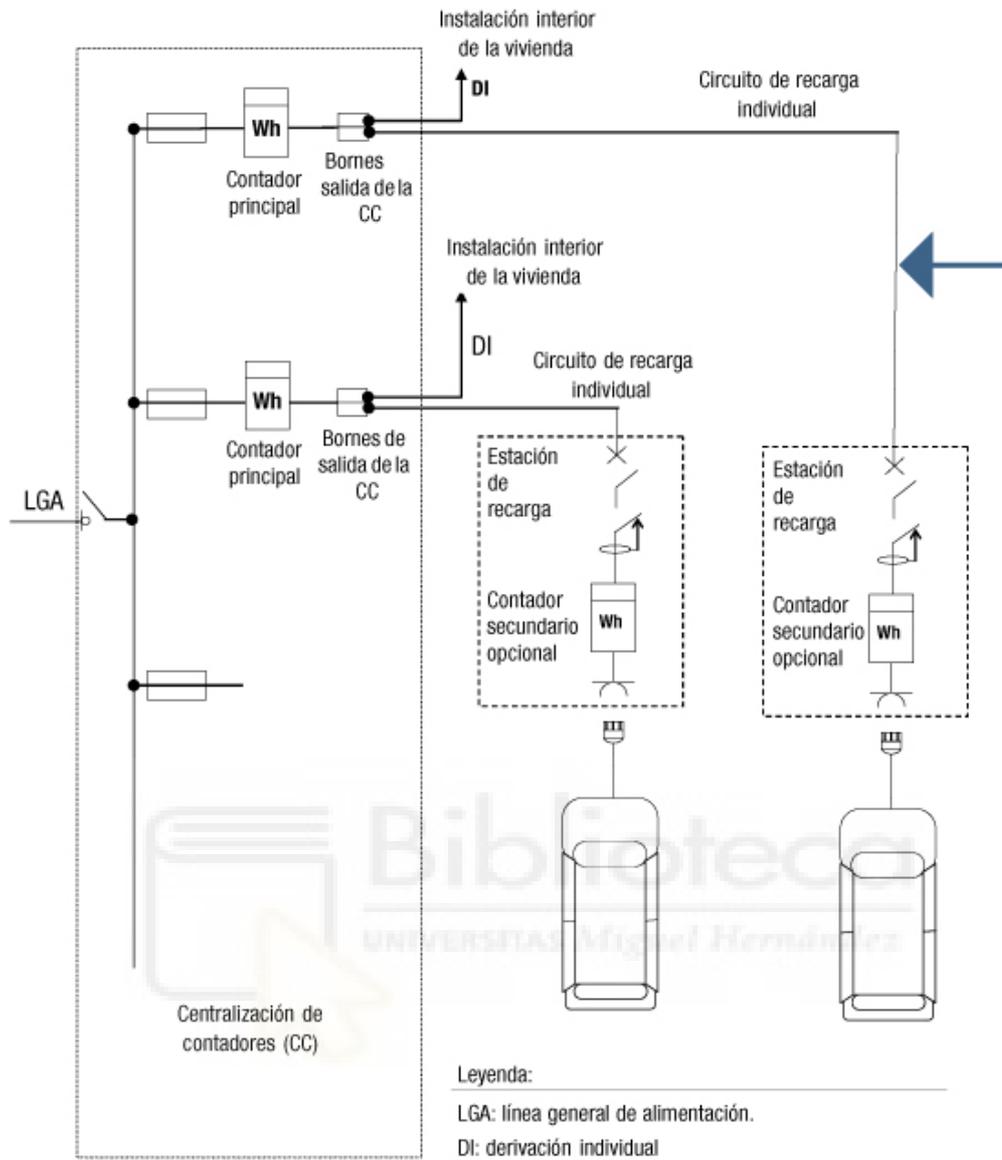


Figura 29

Es un esquema práctico dado que el circuito de recarga se inicia directamente en los bornes de salida del contador asignado a cada vivienda, con instalación de Tipo ELEVADO (Hasta 9.200 W), al igual que la derivación individual que alimenta el cuadro general de mando y protección de la vivienda, pero con Doble Borne en su salida para poder alimentar, también, al circuito de PRVE. Esto implica que el usuario no ha de proceder a contratar un nuevo suministro para este uso.

Esta nueva línea para recarga del vehículo eléctrico es un **circuito individual**. A pesar de partir del contador **no tiene la consideración de derivación individual** porque así se refleja expresamente en la ITC-BT 52, del REBT.

Nuestro usuario en cuestión no tiene, necesariamente, que ampliar la potencia contratada inicialmente, pero ha de estimarse si es o no necesario o conveniente hacerlo.

En nuestro caso, se determina que la vivienda de su propiedad dispone de una **Instalación Monofásica de Tipo ELEVADO (hasta 9,20 kW), y tiene una Potencia Contratada de 4,6 kW**, con la empresa distribuidora.

El usuario pretende recargar el vehículo generalmente por la noche, mientras necesita poca potencia en su vivienda.

Dado que el PRVE a instalar puede suministrar hasta 7,4 kW, sería conveniente que se ampliara la Potencia Contratada a 9,20 kW.

Si se deseara ampliar la potencia, y dado que los nuevos Contadores electrónicos inteligentes incorporan ICP (dispositivo de Control de Potencia), no sería necesario cambiar el contador ya que se regula electrónicamente, ni tampoco añadir uno independiente para el circuito de recarga por utilizar, en este caso, el Esquema-2.

Sí que es conveniente modificar el tipo de contrato con la compañía comercializadora de electricidad y elegir una tarifa especial para recarga del vehículo eléctrico, con varios períodos y precios muy reducidos para recarga nocturna (supervalle).

Se instalará un circuito de 7.373 W (7360 W del cargador + 3 W consumo en Stand-By del cargador + 10 W de Iluminación/Emergencia), cuyo cableado será de una de las siguientes tipologías:

- Con cable de cobre flexible RV-K(AS) ó RZ1-K(AS) si se hubiera previsto en la instalación original una **BANDEJA eléctrica, lo cual es el caso de la presente instalación.**
- Con cable de cobre flexible H07Z-1K Type 2 (AS), bajo TUBO, si se hubieran previsto tubos de canalización independientes para cada usuario/plaza.

Suponiendo que la preinstalación existente es la de **BANDEJA** eléctrica distribuida por zonas comunes del parking, se propone la instalación del tipo de cableado RZ1-K(AS), con cubierta Termoestable y temperatura hasta 90°C, desde el segundo borne de salida del contador, hasta la plaza de aparcamiento del usuario.

Se decide que el cable sea multipolar monofásico, que incluye en una manguera, con la misma “cubierta”, tanto el cableado de Fase y Neutro, como el conductor de Protección (3x Sección).

Este tipo de cable tiene las siguientes características técnicas descriptivas:

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Conductor de cobre: Clase 5 según UNE 60228 (Cobre electrolítico recocido, flexible).
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.
- Cubierta: Poliolefina ignifugada según UNE 21123-4 Anexo A.
- Tensión de servicio: 0,6/ 1 Kilovoltio.
- Temperatura máxima de servicio: 90° C, en servicio permanente.
- Temperatura de cortocircuito: 250° C.
- Comportamiento frente al fuego:
- No propagador de la llama UNE EN 60332-1-2.
- No propagador del incendio UNE EN 60332-3-24.
- Baja emisión de humos UNE EN 61034-2.
- Baja emisión de humos corrosivos UNE EN 21123-4 Anexo.

En cualquier caso, el cable habría de cumplir CPR (Construction Product Regulation), Reglamento emitido por la Comunidad Europea con el propósito de regular los límites de la resistencia al fuego y sustancias peligrosas, en los materiales utilizados en construcción.

En este caso, habría de cumplir Clase CPR Cca-s1b,d1,a1 y ha de estar identificado en la cubierta del cable.

**La longitud total real, desde el contador hasta el SAVE es, en este caso, de 28 m.**

### **Sobretensiones**

Una de las incidencias que pueden producirse en la red eléctrica es la **sobretensión**, que se produce cuando la tensión de la red es muy superior a la nominal.

Estas situaciones se producen constantemente en la mayoría de las instalaciones eléctricas. Lo habitual es que se trate de pequeños picos de tensión de muy corta duración, que no afectan significativamente a los aparatos conectados.

Este efecto es conocido como **sobretensiones transitorias**, coloquialmente transitorios.

Si estos picos tienen una tensión muy elevada, pueden provocar efectos dañinos.

El ejemplo más claro de una sobretensión transitoria es la que se produce por la caída de un rayo sobre un conductor de la red, o en una zona muy cercana, creando corrientes inducidas aunque no exista contacto físico.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados DPS.

Otro tipo son las **sobretensiones permanentes**, cuya duración puede ser indefinida, producida, por ejemplo, por la rotura de un conductor de neutro, haciendo que la tensión de 230V pueda llegar hasta 400V.

Esta situación provoca daños importantes en los equipos receptores.

Los protectores contra sobretensiones se utilizan para minimizar los efectos perjudiciales de estos fenómenos. Se utilizan dos tipos principalmente, uno para las sobretensiones transitorias y otro para las sobretensiones permanentes.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados POP.

#### Protección contra sobretensiones combinada

Para proteger correctamente una instalación, hay que combinar distintos elementos de protección. En el caso de la *protección contra sobretensiones*, es habitual encontrar equipos combinados que integran un *protector contra sobretensiones transitorias* y otro contra *sobretensiones permanentes*. Estos dispositivos combinados se denominan DPS+POP.



*Dispositivo contra sobretensiones combinado (DPS + POP)*

*Figura 30*

### CÁLCULO DE LA SECCIÓN Y TIPO DEL CONDUCTOR:

Por cálculo básico inicial, hemos de considerar que la Intensidad del Circuito del PRVE es de 32 A.

La Unidad SAVE a instalar tiene un consumo propio, en este caso inferior a 3 W, según consta en la Ficha Técnica (Consumo Stand-By), y disponemos de una potencia del Circuito de Alumbrado y Emergencia, de 10 W, que han de sumarse a la potencia del PRVE, por lo que se estima la instalación de una Protección Magnetotérmica superior a 32 A, que se correspondería, comercialmente, con una protección magnetotérmica de **40 A**.

La Intensidad máxima de protección será, por tanto, de 40 A, por lo que el cable ha de poder soportar dicha intensidad de paso, sin menoscabo de sus características y a una temperatura comprendida en su rango de temperaturas de servicio (Intensidad Admisible).

Además, se ha de determinar la sección del cable, en función de su Caída de Tensión (en función de la sección y la longitud de cable necesaria).

Se van a exponer, a continuación, estos criterios de cálculo.

#### **Criterio de la intensidad admisible**

Una vez determinada la tipología de cable a emplear: cable termoplástico (cubierta XLPE), en tendido Monofásico, con Multiconductor de 3 conductores de cobre, procedemos a analizar qué características de Intensidad Máxima Admisible hemos de considerar.

La instalación será en BANDEJA (al aire), por lo que, según la UNE-HD 60364-5-52:2014, en su Tabla B.52-1, dispondremos de una instalación Tipo "E".

En la tabla simplificada C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014 puede comprobarse que para cable termoplástico (cubierta XLPE), en tendido Monofásico, con Multiconductor de 3 conductores de cobre (F+N+TT), ha de tenerse en consideración la columna denominada como "10b".

En esta Tabla C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014, se especifica la Intensidad Máxima Admisible (mínima), en Amperios, que ha de tener el cableado seleccionado, en función de la sección de cálculo de los conductores.

En las páginas siguientes se muestran las dos tablas comentadas:

- B.52-1

- C.52-1 bis.

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C); EPR: Etileno-propileno (90°C); PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre:  $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ; Aluminio:  $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio:  $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$ ;  $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

**POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA):**

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

**FACTORES DE MAYORACIÓN  $K_G$ :** 1,25 para motores y 1,3 para lámparas de descarga

Tabla 4

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC 3		PVC 2				XLPE 3			XLPE 2					
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3		XLPE 2								
C						PVC 3			PVC 2		XLPE 3		XLPE 2					
E							PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2					
F									PVC 3			PVC 2	XLPE 3	XLPE 2				
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
<b>Sección mm²</b>																		
<b>Cobre</b>																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	26	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	228	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
<b>Alu- minio</b>																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-
10	26	27	31	33	35	38	40	41	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482

<b>Aislamientos termoestables (90°C)</b>		<b>Aislamientos termoplásticos (70°C)</b>
XLPE: Polietileno reticulado	EPR: Etileno-propileno	PVC: Policloruro de vinilo

Tabla 5

Según lo contenido en la Tabla anterior, la sección mínima del cable de cobre habrá de ser de  $6 \text{ mm}^2$  ( $I_{ad} = 49 \text{ A}$ ), y no de  $4 \text{ mm}^2$  ( $I_{ad} = 38 \text{ A} < 40 \text{ A}$ )

Dado que la Intensidad Máxima Admisible que es capaz de admitir un cable, depende de la Marca y Tipo de Cable seleccionado (varían en función de la marca), y lo proporciona el fabricante, se va a utilizar un cable determinado, de tipo RZ1-K(AS), que en este caso es de la marca Prysmian, Modelo Afumex Class 1000 V (AS).



**Afumex Class 1000 V (AS):  
aislamiento de XLPE y  
cubierta de poliolefinas Afumex.  
Clase Cca-s1b,d1,a1.  
Alta flexibilidad y facilidad  
de extracción de la cubierta.**

Figura 31

*\* En el catálogo Prysmian de cables y accesorios para BT, se puede encontrar la lista/tabla de este tipo de cable termoplástico y termoestable para obtener las intensidades admisibles.*

En la citada tabla puede observarse que a Intensidad Admisible por la tipología 3G6 (F+N+TT), en este tipo de cable, es de 57 A, por lo que cumple ( $>40 \text{ A}$ ).

Se puede observar que, en la misma tabla, para un cable de  $4 \text{ mm}^2$ , tipo 3G4, la Intensidad Admisible es de 44 A, superior a los 40 A y superior a lo especificado por la Tabla C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014, con lo que podría ser utilizado.

En el presente caso se estima que, para poder cumplir con ambas tablas, se selecciona la sección más favorable, 3G6, con  $6 \text{ mm}^2$  de sección.

Este aumento de sección ahorrará dinero en la factura al minorarse las pérdidas térmicas por efecto Joule, de tal manera que para un patrón de carga normal actual o futuro con mayor consumo se amortizará el incremento de coste del cable por tener que instalar  $6 \text{ mm}^2$  en lugar de  $4 \text{ mm}^2$ .

Igualmente será una sección holgada por el criterio de la intensidad admisible lo que ayudará cuando otro vecino quiera llevar en paralelo su circuito de recarga puesto que la sección cumplirá la nueva condición de agrupamiento con otro u otros eventuales circuitos.

# AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm <sup>2</sup>	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	250	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2x1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2x4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2x6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2x10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2x16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2x50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	11,4	199	7,98	32	32	18,66	15,07
3G4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3G6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3G10	0,7	16	485	1,91	78	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3x50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3x70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3x95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3x120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3x150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3x185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3x240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3x300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18 .../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).  
 → XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).  
 → XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).  
 → XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.  
 → XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.  
 → XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Tabla 6

### **Criterio de la caída de tensión**

Según recoge el punto 5 de la ITC-BT 52 *La caída de tensión máxima admisible en cualquier circuito desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5 %.*

$$\Delta U = 5/100 \times U = 0,05 \times 230 \text{ V} = 11,05 \text{ V}$$

La Sección se halla con la siguiente fórmula:

$$S = 2 * P * L / Y * \Delta U * U$$

Donde:

S: Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

P: Potencia, en vatios (W)

L: Longitud del conductor, en metros

U: Tensión; Diferencia de potencial, en Voltios

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima, en Voltios

Y: Conductividad del cobre a 70 °C = 48,5 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ),

Por tanto;

$$S = 2 \times (7.360+3+10) \times 28 / 48,5 \times 11,05 \times 230 = 3,35 \text{ mm}^2 < 6 \text{ mm}^2$$

*Vemos que la sección de 6 mm<sup>2</sup> cumple el criterio de la caída de tensión.*

### **Previsión de presencia de armónicos**

No hay previsión de presencia de armónicos, dado que el equipo tienen filtrado de los mismos, aun así, el Interruptor Diferencial será de Tipo A o Asi (Super-Inmunizado).

#### 8.2.1.6.3 Subcuadro de Protección

Se instalará un Cuadro de Protección del Punto de Recarga (denominado Subcuadro de Protección) que, en este caso se incorpora en el interior del SAVE.

En el caso del presente Estudio, la Protección Diferencial General del Subcuadro de Protección tendrá una sensibilidad de 30 mA y será de Clase-Tipo "A" y la Protección Magnetotérmica para el SAVE será de Curva C. Para el Circuito de Alumbrado y Emergencia se dispondrá de un Diferencial específico Clase-Tipo AC, con disparo a velocidad menor de disparo / tiempo de respuesta más rápido, con lo que se atenderá a la selectividad de este tipo de protección,

haciendo que una derivación a tierra de este circuito, sólo corte el alumbrado. La protección diferencial del Circuito de Alumbrado y Emergencia será de 10 A, con Curva B (menor tiempo de disparo), con lo que también se propone selectividad respecto al Circuito de SAVE.

### Descripción del Subcuadro

- Medidas de protección contra **sobretensiones, en protección general**. El circuito debe estar protegido contra **sobretensiones temporales (permanentes) y transitorias (POP+DPS)**. El Instalador justificará la Certificación del fabricante cumpliendo lo especificado en la ITC BT-52.

Los dispositivos contra sobretensiones temporales deben cumplir con la Norma UNE-EN 50550.

El dispositivo de protección contra sobretensiones temporales puede instalarse en el circuito de recarga, junto a la estación de recarga o dentro de ella. En nuestro caso se instalará en el Subcuadro de Protección y Alimentación.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica en el edificio.

Según cuál sea la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba, puede ser necesario proyectar la instalación con un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional junto a la estación de recarga.

En este caso, los dos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deberían estar coordinados entre sí.

- Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro. Dado que se instalan en el Cuadro, serán de tipo II (según UNE-EN 61.643-11 e ITC-BT 23).
- 1 Interruptor General Automático, monofásico, de corte Bipolar, de **40 A**, Curva "C", que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- 1 Bornero de entradas/salidas.

Para el SAVE, se instalará:

- 1 Protección Diferencial Monofásica, Bipolar, de **40 A, de 30 mA, Tipo "A"**.
- 1 Interruptor Magnetotérmico de corte omnipolar, Bipolar, de 40 A, Curva "C".

Para el Sistema de Alumbrado/Emergencia, se instalará:

- 1 Interruptor Magnetotérmico, de corte omnipolar, Bipolar, de 10 A, Curva “B”.
- 1 Protección Diferencial Monofásica, de 25 A, sensibilidad 30 mA, Tipo “AC”.

Todos los elementos serán de Gama Industrial, no doméstica.

#### 8.2.1.6.4 Líneas de distribución y canalización

Las líneas se realizarán mediante conductores libres de halógenos (opacidad reducida y baja emisividad de humos) de, 0,6/1 kV de tensión nominal de aislamiento, al aire, en bandeja eléctrica existente, y bajo tubo rígido de PVC D25 mm desde dicha bandeja al punto de instalación del SAVE. Estará constituido por el conductor de fase, el de neutro y el conductor de protección.

##### 8.2.1.6.4.1 Sistema de instalación elegido

La instalación interior (RZ1-K (AS)) se realizará sobre bandeja, desde el Borne de salida específico del Contador Inteligente que suministra, además, a la vivienda, hasta el Subcuadro de Protección ubicado en el interior de la plaza de aparcamiento, que alimenta al SAVE y alumbrado específico.

##### 8.2.1.6.4.2 Descripción: longitud, sección de canalización

Según el REBT, las líneas cuya canalización es BANDEJA, se consideran “al aire” y se realizarán mediante conductores libres de halógenos (opacidad reducida y baja emisividad de humos) de, al menos 0,6/1 kV de tensión nominal de aislamiento. En el caso del presente Estudio, las líneas serán **XLPE+Pol, RZ1-K(AS), 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1**.

Desde la Bandeja, hasta el Subcuadro y, de éste al SAVE, la instalación se realizará bajo tubo, aun conservando el mismo tipo de cableado.

El diámetro de los tubos protectores rígidos, de PVC, será de DN25, cumpliendo siempre con lo indicado en la instrucción ITC-BT-21 dependiendo del número de conductores que alberguen, de la sección de los mismos y del tipo de instalación.

No se permitirá que los tubos presenten empalmes en su recorrido debiendo ser continuos a lo largo del mismo, o utilizando manguitos específicos.

Deberá instalarse esta canalización de forma que no se sitúe paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las de agua, etc.

En caso de proximidad con otras canalizaciones no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos 3 cm. En el caso de proximidad con posibles conductos de calefacción, humos, etc., las canalizaciones eléctricas, se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantengan separadas por una distancia suficiente.

Las canalizaciones eléctricas se instalarán de forma que una vez terminada la instalación resulten fácilmente accesibles.

Las longitudes de los tubos deberán ser tales que la entrada de los mismos en las cajas de registro y las cajas de mecanismos se realice con un margen de, por lo menos 0,5 cm, en el interior de éstas, debiéndose sujetar para que, al introducir las líneas eléctricas, éstas no hagan escapar el tubo de la caja. **Se utilizarán prensaestopas.** Para garantizar la estanquidad en la entrada/salida de cajas de derivación, caja de protección y SAVE.

La unión de los conductores en el interior de las cajas descritas, en caso de ser necesario, se realizará a base de regletas de empalme aisladas o fichas de conexión, quedando prohibida la unión de los mismos mediante retorcimiento y encintado de los conductores.

#### *8.2.1.6.4.3 Instalación de Alumbrado*

Se dispondrá de **1 luminaria mixta de iluminación y emergencia LED, de 10 W**, con grado de estanquidad **IP55**, en pared, junto al SAVE, conectada a un circuito específico de alumbrado que parte del Subcuadro de Protección. La luz de emergencia será de 100 lúmenes (URA21 LED plus LVS2, Permanente/No permanente, de 100 lúmenes, con Caja Estanca IP65 e IK07). Este circuito transcurrirá, con conducto independiente, desde el Subcuadro, con tubo rígido de PVC, D20, libre de halógenos.

El circuito se compone de cable unipolar, de  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2$ , de tensión asignada 450/750 V, tipo H07-1K(AS), CPR: Cca-s1b,d1,a1

#### *8.2.1.7 ALUMBRADOS ESPECIALES*

Se dispone de alumbrado de emergencia, ya descrito, para alumbrado del Subcuadro, en caso de fallo de la alimentación de red.

### 8.2.1.8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### **Red de tierra para PRVE en plaza de aparcamiento en el interior.**

La instalación de puesta a tierra se realizará de forma tal que la máxima resistencia de puesta a tierra a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (estaciones de recarga, cuadros metálicos, etc.).

El SAVE seleccionado (**POLICHARGER PRO T2**; Ver Anexo de Ficha Técnica) dispone de:

- **Clase II:** Dispositivo en el que la protección no recae sólo sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un **doble aislamiento o aislamiento reforzado**, no existiendo provisión de una puesta a tierra de seguridad, por no necesitarla.

#### 8.2.1.8.1 Tomas de Tierra. (Electrodos)

La instalación de puesta a tierra del edificio de nueva construcción pertenece a éste y se encontrará detallada en proyecto específico.

#### 8.2.1.8.2 Línea Principal de Tierra

Estará formada por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas a través de los conductores de protección. Irá canalizada junto con los conductores activos. Su aislamiento será  $\geq 750$  V y el color de la cubierta de dichos conductores será amarillo-verde.

#### 8.2.1.8.3 Derivaciones de las Líneas Principales de Tierra

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente a las masas.

Las derivaciones de la línea principal de tierra y los conductores de protección serán de cobre, de las mismas secciones que los conductores activos e irán canalizados hasta los puntos de contacto con las masas junto con los conductores activos. El color de la cubierta de dichos conductores será amarillo-verde.

### 8.2.1.9 PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Pueden ser de origen atmosférico o a causa de efectos por conmutaciones de la red, defectos de la red, efectos inductivos y capacitivos.

**De acuerdo con la ITC-BT-52, TODOS los circuitos de recarga deben estar protegidos contra sobretensiones temporales (permanentes) y transitorias.**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V y deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

En el caso de que la máxima sobretensión prevista entre fase y neutro sea 440V, los dispositivos contra sobretensiones temporales deben cumplir con la Norma UNE-EN 50550. **El dispositivo de protección contra sobretensiones temporales puede instalarse en el circuito de recarga, junto a la estación de recarga o dentro de ella.**

Por su parte, **los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica.**

Según cuál sea la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba, puede ser necesario **proyectar la instalación con un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional junto a la estación de recarga.**

En este caso, los dos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deberán estar coordinados entre sí de modo que se asegure la coordinación energética entre ambos evitándose de ese modo la sobrecarga de uno de ellos.

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio de la instalación aún en el caso de destrucción del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias provocada, por ejemplo, por una descarga de rayo de intensidad superior a la máxima prevista, si el dispositivo de protección contra sobretensiones no lleve incorporada su propia protección, se debe **instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante aguas arriba del mismo con objeto de mantener la continuidad de servicio de todo el sistema, evitando así el disparo del interruptor general.** Este elemento de protección puede ser un fusible o, en su defecto, un automático.

En la **ITC BT 52** se menciona la necesidad de proteger los circuitos eléctricos con descargadores de sobretensiones. Sin embargo, es importante matizar que en ocasiones es necesario, también, instalar descargadores de corrientes de rayo.

Así, si el edificio en el que se encuentra la instalación de recarga dispone de protección externa contra el rayo es porque las medidas de protección contra una posible descarga directa son

necesarias. El Código Técnico de la Edificación, (SUA 8 “Seguridad contra el riesgo causado por la acción del rayo”) recoge, en coherencia con la normativa internacional, el principio de protección integral, de modo que si la instalación requiere medidas de protección externa contra el rayo, las correspondientes medidas de protección interna han de ser forzosa y lógicamente medidas de protección contra rayos y no solo contra sobretensiones.

**La protección contra sobretensiones para instalaciones de recarga de vehículos eléctricos es obligatoria.**

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	<b>230</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

Tabla 7

Siendo:

**Categoría I:** Equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso las medidas se toman fuera de los equipos a proteger. Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

**Categoría II:** Equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija. Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles fijas, etc.

**Categoría III:** Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiera un alto nivel de fiabilidad. Ejemplo: armarios de distribución, aparamenta, canalizaciones, etc.

**Categoría IV:** Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del CGD. Ejemplo: contadores de energía, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

Para la protección frente a sobretensiones de las instalaciones se utilizan los limitadores de sobretensión, caracterizados por el nivel de protección (UP) y por la corriente máxima de descarga ( $I_{max}$ ).

UP (KV)  $\Rightarrow$  Nivel de Protección: En función de los aparatos que debemos proteger (tabla 1), existiendo en el mercado desde 1,2 hasta 2 KV para instalaciones normales y desde 0,1 hasta 0,3 KV para instalaciones de líneas telefónicas.

$I_{max}$  (KA)  $\Rightarrow$  Corriente Máxima de Descarga: En función del riesgo de tormentas.

**Bajo:**  $I_{max} = 15 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  **Mitad sur península e islas Bal. Y Canarias.**

Medio:  $I_{max} = 40 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  Mitad norte península, Ceuta, Melilla y Cádiz.

Alto:  $I_{max} = 70 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  P. Vasco, Navarra, Pirineos, Huesca, Rioja

**En el caso del presente Estudio se seleccionan todos los limitadores de sobretensión que se consideren necesarios con  $I_{m\acute{a}x} = 15 \text{ KA}$  ; UP = 1,2 KV.**

#### 8.2.1.10 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

Definidas anteriormente: Interruptores Magnetotérmicos, de Curva C.

#### 8.2.1.11 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Se ha proyectado la instalación de forma que quede garantizada la protección de las personas contra **contactos directos e indirectos**.

La protección contra contactos directos se ha diseñado por medio de alguno de los siguientes métodos:

- Por aislamiento de las partes activas, utilizando siempre cables aislados con cubierta.
- Por medio de barreras o envolventes adecuadas, según se ha definido.
- Por fuera de alcance por alejamiento, manteniendo siempre la instalación lejos del alcance del público, en el caso de protecciones y cableado.
- La utilización de dispositivos de corriente diferencial-residual cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento es **30 mA, (A)** se reconoce como medida complementaria.

Por otro lado, la protección contra los **contactos indirectos** se ha garantizado mediante protección por corte automático de la alimentación.

Teniendo en cuenta que existe un esquema de suministro TT (neutro del transformador conectado a Tierra, e instalación conectada a Tierra independiente), todas las masas de los

equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, se interconectarán y unirán por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Los dispositivos proyectados que garantizarán la protección contra contactos indirectos serán dispositivos de corriente diferencial residual UNE-EN 61008.

### **Selectividad interruptores automáticos (sobrecargas y cortocircuitos)**

La selectividad consiste en asegurar la coordinación entre las características de funcionamiento en serie de los dispositivos de protección, tal manera que en caso de defecto aguas abajo, sólo el interruptor situado inmediatamente encima del defecto, abre el circuito.

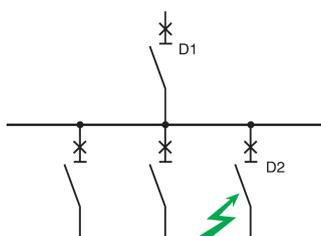


Figura 32

Los elementos de protección seleccionados cumplen selectividad total en la disposición en que se han diseñado; Magnetotérmicos Curva B y Curva C

### **Selectividad dispositivos de corriente diferencial-residual.**

En este caso, la Protección Diferencial del Circuito de Alumbrado es Tipo AC y la del PRVE es Tipo A.

#### **8.2.1.12 DESCLASIFICACIÓN DEL GARAJE**

##### **DESCLASIFICACIÓN DE VOLÚMENES EN GARAJES**

Como consta en la instrucción ITC-BT-29, entre los locales con riesgo de incendio y explosión se encuentran: *Los locales utilizados como garaje y talleres de reparación de vehículos, excluidos los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.*

Atendiendo a lo reflejado en el **ANEXO-III** de la Guía Técnica de la ITC BT-29 (**GUÍA-BT-29; Revisión 4, Edición de Noviembre de 2019**), se ha de haber procedido a la **Desclasificación del Local**.

Estos locales se consideran como locales con emplazamientos peligrosos, con riesgo de incendio o explosión, clasificados como **Clase I, Zona 2**.

Esta clasificación implica que para la instalación eléctrica de los garajes, tanto públicos como privados, se tenga en cuenta lo especificado en dicha instrucción.

De la misma forma, tal como se expresa “explícitamente” en la **GUÍA-BT-29**, aquellos garajes que cumplan con los requisitos establecidos en CTE, Sección HS-3, se consideraran como “Garajes Desclasificados”, lo cual es prescriptivo.

Dado que el edificio es de nueva construcción, de forma previa a su entrega ha de haberse certificado esta desclasificación.

## 8.2.2 CÁLCULOS

### 8.2.2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La alimentación de los receptores será, en régimen permanente, mediante corriente alterna trifásica o monofásica, con tensión nominal de 400 o 230 V, y la frecuencia de 50 Hz.

La caída máxima admisible de tensión, desde el origen de la instalación hasta cualquier receptor, será del 3% para alumbrado y del 5% para fuerza motriz. Así como, la caída de tensión para la Alimentación desde el CGBT del Aeropuerto no será mayor del 1,5 %.

### 8.2.2.2 FÓRMULAS UTILIZADAS

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

E = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

N = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

### **Fórmula Conductividad Eléctrica**

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### **Fórmulas Sobrecargas**

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

### **Fórmulas compensación energía reactiva**

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico – Trifásico conexión estrella).}$$

$C = Qc \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega$ ; (Trifásico conexión triángulo).

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$ ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $c \times 1000000$  ( $\mu F$ ).

#### Fórmulas Cortocircuito

\*  $I_{k3} = c \times U / \sqrt{3} (ZQ + ZT + ZL)$

\*  $I_{k2} = c \times U / 2 (ZQ + ZT + ZL)$

\*  $I_{k1} = c \times U / \sqrt{3} (ZQ + ZT + ZL + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$

**¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).**

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

$I_{k3}$ : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

$I_{k2}$ : Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

$I_{k1}$ : Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

Ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según  $I_{kmax}$  o  $I_{kmin}$ ), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / Scc \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE\_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / Sn) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / Sn) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\rho$ : Resistividad conductor, ( $I_{kmax}$  se evalúa a 20°C,  $I_{kmin}$  a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

N: nº de conductores por fase.

\* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B  $IMAG = 5 I_n$

CURVA C  $IMAG = 10 I_n$

CURVA D  $IMAG = 20 I_n$

## Fórmulas L<sub>máx</sub>

$$L_{máx} = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k_1 / (1.5 \cdot \rho_{20} \cdot (1+m) \cdot I_a \cdot k_2)$$

L<sub>máx</sub> = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente máxima.

U = Tensión (V), U<sub>ff</sub>/√3 en sistemas TN e IT con neutro distribuido, U<sub>ff</sub> en IT con neutro NO distribuido.

S: Sección (mm<sup>2</sup>), S<sub>fase</sub> en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, S<sub>neutro</sub> en sistemas IT con neutro distribuido.

K<sub>1</sub> = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm<sup>2</sup>, 0.9 S=120mm<sup>2</sup>, 0.85 S=150mm<sup>2</sup>, 0.8

S=185mm<sup>2</sup>, 0.75 S>=240mm<sup>2</sup>.

ρ<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmios} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

m = S<sub>fase</sub>/S<sub>neutro</sub> sistema TN\_C, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema TN\_S, S<sub>neutro</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro distribuido, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro NO distribuido.

I<sub>a</sub>: Fusibles, I<sub>F5</sub> = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, I<sub>mag</sub> (A):

CURVA B                      I<sub>MAG</sub> = 5 I<sub>n</sub>

CURVA C                      I<sub>MAG</sub> = 10 I<sub>n</sub>

CURVA D                      I<sub>MAG</sub> = 20 I<sub>n</sub>

k<sub>2</sub> = 1 sistemas TN; 2 sistemas IT.

### 8.2.2.3 POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDADA

#### DEMANDA DE POTENCIAS – ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

Línea Circuito PRVE      7.373 W      (7.360 + 3 + 10 W)

TOTAL....      7.373 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W):      10

#### Cálculo de la Línea: Línea Circuito PRVE

- Tensión de servicio: 230,94 V. (400V /  $\sqrt{3}$ )

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 28 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 7.373 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7.373 W.(Coef. De Simult.: 1 )

$I = 7.373 / 230,94 \times 1 = 31.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2 x 6 + TT x 6 mm<sup>2</sup>, Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol – No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.69

$e(\text{parcial})=2 \times 28 \times 7373 / 50.87 \times 230.94 \times 6 = 5.86 \text{ V.} = 2.54 \%$

$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea:

Fusibles Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

2... Mag. Bipolar Int. 40 A, Curva C.

## **SUBCUADRO**

### **Línea Circuito PRVE**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

SAVE 7.363 W

ALUMB / EMERG 10 W

TOTAL.... 7.373 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10

- Potencia Instalada Fuerza (W): 7.363

#### Cálculo de la Línea: SAVE

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared  $\geq 0,3D$

- Longitud: 5 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 7363 W.

- Potencia de cálculo: 7363 W.

$I=7363/230.94 \times 1=31.88$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, EPR+Pol – No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: DZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.25

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 7363 / 49.08 \times 230.94 \times 4 = 1.62 \text{ V.} = 0.7 \%$

$e(\text{total})=3.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

#### Cálculo de la Línea: ALUMB / EMERG

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 10 W.

$I=10/230.94 \times 1=0.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. – No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 10 / 53.78 \times 230.94 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

3... Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Protección de Línea de Circuito PRVE**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm (A)	C.T.P. (%)	C.T.T. (%)	Dim (mm) Tubo,Band.
Línea Circuito PRVE	7373	28	2x6+TTx6Cu	31.93	57	2.54	2.54	75x60

Tabla 8

**Cortocircuito**

Denominación	Long (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn
Línea Circuito PRVE	28	2x6+TTx6Cu	15.001	50 6	1.48	708.56	40 40;C

Tabla 9

**Subcuadro Línea Circuito PRVE**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm (A)	C.T.P. (%)	C.T.T. (%)	Dim (mm) Tubo,Band.
SAVE	7363	5	2x4+TTx4Cu	31.88	44	0.7	3.24	
ALUMB / EMERG	10	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	2.54	16

Tabla 10

**Cortocircuito**

Denominación	Long (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn
SAVE	5	2x4+TTx4Cu	1.48		1.173	560.38	C
ALUMB / EMERG	5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.48	6	0.871	450.1	10;B

Tabla 11

### 8.2.3 ESTUDIO ECONÓMICO

Se realiza, a continuación, una estimación económica de los elementos que componen la IRVE expresada en los apartados anteriores del presente CASO PRÁCTICO-I.

Primeramente, se describe, tal como comentado anteriormente, la composición del SAVE: **Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2, Monofásico, fabricado en España:**

- Regulación dinámica de carga.
- Posibilidad de temporización.
- Puerta abisagrada con cierre por llave.
- Magnetotérmico curva C, 40 A
- Diferencial tipo A. 40 A / 30 mA
- Protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.
- 5 huecos disponibles para añadir protecciones (Circuitos adicionales auxiliares).
- Colgador para el cable y un soporte para el conector.
- Tipo de material: Plástico ABS de alta resistencia (Clase II)
- Conector tipo 2: (IEC 62196)
- Alimentación: Monofásica AC 230V (F+N+T)  $\pm 10\%$ ; 50 Hz
- Potencia Máxima: 7,4 kW
- Tipo de material: Plástico abs de alta resistencia
- Velocidad de recarga variable (6 – 32 Amperios) de 1 en 1.
- Permite regular la intensidad de carga en tiempo real, y mantiene la memoria de la intensidad seleccionada incluso después de un corte de alimentación.
- Incluye sistema de regulación automática de potencia de carga en función del consumo de la vivienda. Para hacer uso de ella, se instalará el sensor de consumo para la vivienda que se incluye gratuitamente con el equipo.
- Permite temporizar la hora de inicio y de parada de la carga.
- Pantalla LCD con retroiluminación en varios colores que indican los estados de carga.
- Permite visualizar intensidad real de carga y la potencia cargada en la sesión, así como la potencia total consumida.
- Parametrización: mediante teclado de 4 botones en equipo.
- Modo de Carga: Modo 3
- Normativas: IEC 61851-1:2010 IEC 61851 – 22:2001 2014 / 35 / EU
- Protección: IP65/ IK10
- Puede contener Control de Producción Solar (Opcional)

Es coste de suministro de este equipo es de 1.200,00 €.

Se expone, a continuación, un Listado Valorado de Equipos y componentes de la instalación, incluyendo los elementos auxiliares y el coste de mano de obra hasta la total instalación.

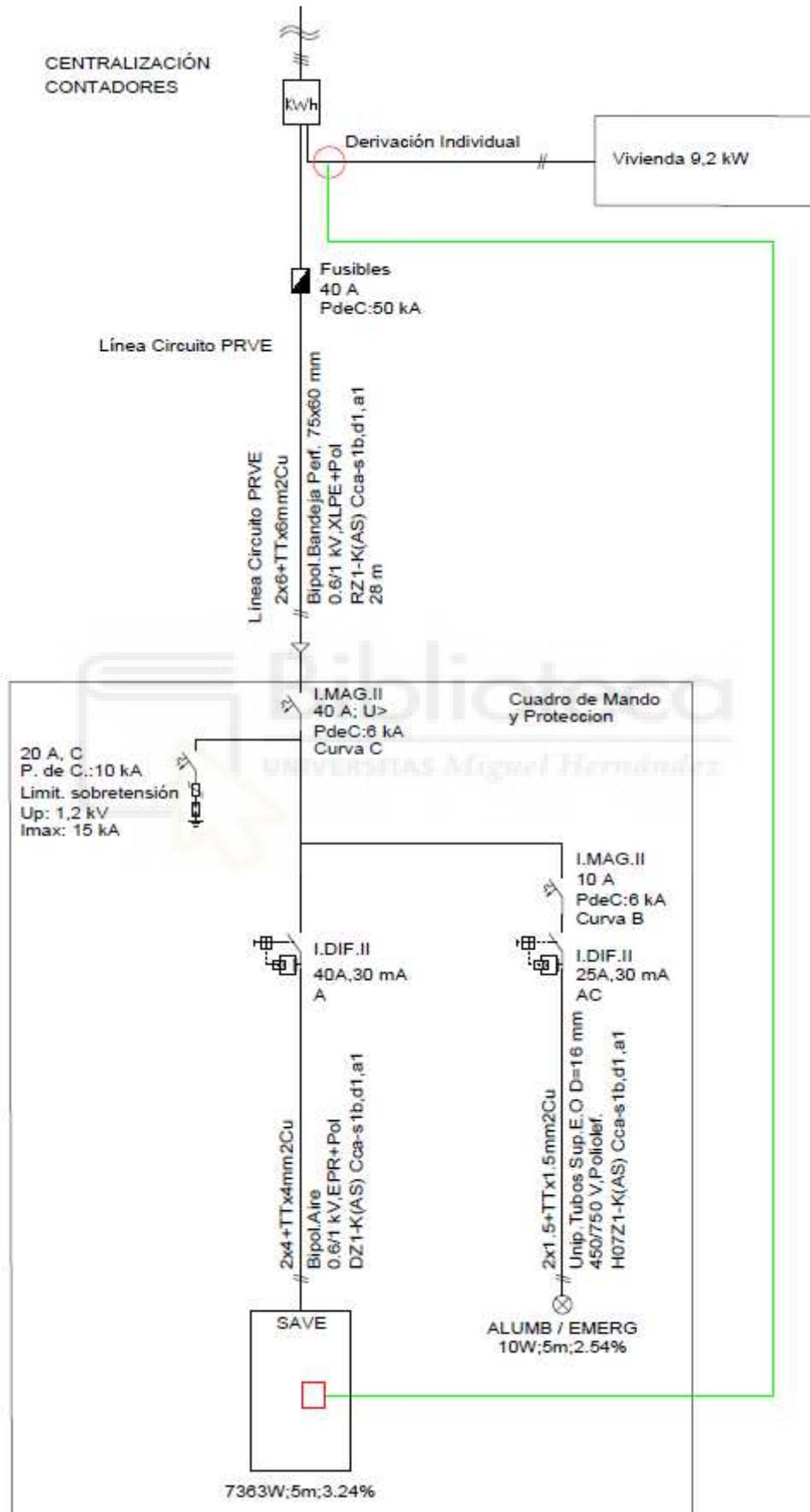
<b>PRVE EN GARAJE COMUNITARIO. EDIFICIO DE NUEVA CONSTRUCCIÓN. Presupuesto Estimado</b>				
		<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
Ud	<b>Modificación en Centralización de Contadores</b>	1,000	350,00	350,00
	Modificación en Centralización de Contadores, desde Contador de la vivienda del usuario. Incluye montaje de Sensor de Consumo de la Derivación Individual de la vivienda del usuario. Includo, conexionado, accesorios y mano de obra necesarios para el montaje completo. Todo ello, instalado según especificaciones de la normativa vigente.			
m	<b>Línea RZ1-K(AS), 2x6+TTx6 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo</b>	28,000	14,00	392,00
	Alimentación eléctrica con Línea RZ1-K(AS), 2x6+TTx6 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo, desde contador a SAVE. Includo parte proporcional de pequeño material, tubo y piezas especiales.			
m	<b>Línea H07Z1-K(AS) 2x1,5+TTx1,5 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo, de alumbrado</b>	5,000	4,00	20,00
	Línea de cobre MONOFÁSICA con aislamiento de tensión nominal 0.75 kV, H07Z1-K(AS) 2x1,5+TTx1,5 mm2, Cca-s1b,d1,a1. Desde SAVE hasta alumbrado, incluidas conexiones. Estará colocada bajo tubo PVC DN16 homologado, rígido, según REBT, includo. Instalada según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Includo parte proporcional de pequeño material, tubo y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.			
m	<b>Suministro e Instalación de tubo paso comunicaciones DN20</b>	28,000	2,00	56,00
	Suministro e Instalación de Conducto paso comunicaciones DN20, desde Sensor de Consumo de vivienda (con transformador de intensidad) al SAVE. Includo parte proporcional de pequeño material, tubo, caja de registro y piezas especiales.			
Ud	<b>Suministro PRVE-SAVE</b>	1,000	1.200,00	1.200,00
	Suministro de Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2 Monofásico. Clase II. Incluye cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2), que será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Incluye Soporte para conector Tipo-2, anclado a pared.			
Ud	<b>Instalación de PRVE-SAVE</b>	1,000	180,00	180,00
	Instalación completa de Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2, Monofásico			
Ud	<b>Suministro e Instalación de Luminaria Mixta permanente /</b>	1,000	150,00	150,00
	Suministro e Instalación completa de Luminaria mixta LED IP54, con alumbrado permanente y de emergencia, según descripción de Proyecto, IP54, en pared, junto a SAVE.			
	<b>1</b>		<b>2.348,00</b>	<b>2.348,00</b>
<b>OBRA CIVIL</b>				
Ud	<b>APERTURA DE HUECO EN MURO Y REJUNTADO IGNÍFUGO</b>	1,000	100,00	100,00
	Apertura de hueco en muro, sin afectar a la estabilidad del muro. El precio incluye el corte previo del contorno del hueco. Se rejuntará el hueco, tras el paso de las instalaciones y se ignifugará, de forma que alcance una resistencia al fuego EI-90, lo cual se Certificará por empresa especializada.			
	<b>2</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>PRUEBAS B.T. Y LEGALIZACIÓN</b>				
Ud	<b>Pruebas y Puesta en Marcha Instalación B.T.</b>	1,000	150,00	150,00
	Realización de Pruebas de la Instalación Eléctrica, conforme a REBT, y en especial la ITC BT-52, así como las que determine el fabricante. Puesta en marcha de las instalaciones y el equipo SAVE. Se presentarán Certificados de las pruebas realizadas.			
	<b>3</b>		<b>150,00</b>	<b>150,00</b>
<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				
Ud	<b>Costes de Seguridad y Salud laboral</b>	1,000	100,00	100,00
	Seguridad y Salud. Medidas y Medios de Protección, así como EPIs.			
	<b>4</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
	<b>PRESUPUESTO CASO-1</b>		<b>2.698,00</b>	<b>2.698,00</b>

## 8.2.4 PLANOS

### 8.2.4.1 DISPOSICIÓN DEL PRVE EN PLANTA



### 8.2.4.2 ESQUEMA UNIFILAR



## 8.2.5 ANEXOS

### 8.2.5.1 FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

#### POLICHARGER PRO-T2

La gama Policharger PRO, tiene como principal característica, la ventaja de poder albergar en su interior las protecciones que de otra manera habría que incorporar en un cuadro aparte.

Los Policharger PRO mantienen todas las características de las gamas anteriores, como regulación de la potencia de carga de amperio en amperio, regulación dinámica de potencia de carga, temporización de hora de inicio y parada de carga, etc. Todo ello en un robusto equipo con IP65 e IK10 que permite añadir también una base schuko auxiliar, llave de bloqueo, contador MID, etc.

Dispone en su interior de un amplio espacio que permite albergar las protecciones, pudiendo adquirirse sin protecciones, o elegir las protecciones que irán ya montadas.



Especificaciones generales	
Modelo	Policharger PRO-T2
Tipo de conector	Tipo 2 (IEC 62196)
Dimensiones exteriores	324x289x145 mm (sin cable)
Modo de carga	Modo 3
Longitud del cable	5 m
Peso total	7 kg
Temperatura de funcionamiento	De -20 °C a 40 °C
Grado de protección	IP65 / IK10
Sección de manguera	3 X 6 mm <sup>2</sup>
Directivas de referenci	2014/35/EU, IEC61851-1, IEC61851-22, IEC62196-1
Marcado	CE

Especificaciones eléctricas	
Potencia máxima	7,4 kW (1P)
Corriente máxima	32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Voltaje de entrada	230 V AC ± 10 %, 1P+N+PE
Corriente de carga	configurable de 6 A a 32 A
Consumo en stand-by	< 3 W



ULARTEC

## 8.3 CASO PRÁCTICO II

En este caso se desarrollará la memoria técnica correspondiente para la instalación de un PRVE en una plaza de aparcamiento particular, exterior, ubicada en la parcela de una vivienda unifamiliar aislada. Se estudia una instalación de energía solar fotovoltaica con excedentes, de la misma potencia del PRVE, la cual producirá energía renovable.

### 8.3.1 MEMORIA

#### 8.3.1.1 ANTECEDENTES

El presente estudio describe la instalación de una Infraestructura de Recarga de Vehículo Eléctrico, ubicada en la parcela de una Vivienda Unifamiliar, con la instalación de una Instalación de Energía Solar Fotovoltaica con Autoconsumo, con excedentes.

La compensación de excedentes con la empresa distribuidora es un mecanismo que se aprobó en la nueva normativa de autoconsumo y establece que los consumidores con instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica pueden recibir una compensación económica por sus excedentes energéticos.

La **Compensación Simplificada** de excedentes en autoproducción es un mecanismo regulado por normativa (**Real Decreto 244/2019**) al que se pueden acoger los puntos de suministro con autoconsumo que cumplen los siguientes requisitos:

Los sistemas de autoconsumo eléctrico que pueden acogerse de forma voluntaria al mecanismo de compensación simplificada son:

- Instalaciones de autoconsumo individual con excedentes (caso de este Estudio)
- Instalaciones de autoconsumo colectivo sin excedentes
- Instalaciones de autoconsumo colectivo con excedentes

#### **Requisitos para acogerse al mecanismo de compensación simplificada**

- La fuente de la instalación generadora debe ser renovable
- La potencia de la instalación debe ser menor o igual a 100 kW
- La instalación no debe tener otorgado un régimen retributivo adicional (es decir, el consumidor no puede lucrarse, ya que no es una actividad económica)

- Debe haberse firmado un contrato de compensación de excedentes entre productor (titular de la instalación) y consumidor (titular del suministro) en el caso de las instalaciones individuales de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, incluso si son la misma persona física o jurídica. Una vez firmado, este documento se entregará a la distribuidora (directamente o a través de la comercializadora). Para ver un ejemplo del contrato de compensación, consulta la página 154 de la Guía Profesional de Tramitación de Autoconsumo, del IDAE.

El titular de la instalación diseñada podrá, por tanto, acogerse a la Compensación de Excedentes Simplificada.

La **energía excedentaria** es aquella que ha sido generada por las placas solares fotovoltaicas y que, como no se utiliza de forma instantánea, circula a través del contador (Bidireccional) y se vierte a la red eléctrica de distribución.

Esta energía excedentaria se contabiliza en el contador en tramos de una hora. A partir de los valores registrados, se aplican dos mecanismos de manera consecutiva: primero se aplica el **balance neto horario** y, después, en el momento de facturar, se aplica la **compensación simplificada de excedentes**.

El mecanismo de **compensación simplificada** establece que la energía generada no utilizada de forma instantánea ni descontada fruto del balance horario, se registra en el contador reglamentario, y se traduce en un valor económico a un precio establecido por la empresa comercializadora.

La compensación es mensual y no acumulable.

En el presente caso, el propietario de una vivienda unifamiliar, ha decidido adquirir un vehículo eléctrico Seat Mii.

#### *8.3.1.2 AUTOR DEL ESTUDIO*

Nombre: Javier Sánchez Vivó

#### *8.3.1.3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA*

##### *8.3.1.3.1 ANTECEDENTES.*

Se redacta la presente Memoria inicial de **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, PARA AUTOCONSUMO, CON EXCEDENTES**, en vivienda unifamiliar.

#### 8.3.1.3.2 OBJETO

El objeto de la presente Memoria es el de exponer el diseño previo de la instalación, y que ésta reúna las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

#### 8.3.1.3.3 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN Y REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

La instalación objeto de esta Memoria estará situada sobre cubierta inclinada de la vivienda, de forma coplanar a ésta.

La presente Memoria recoge las características básicas de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las instalaciones a realizar, dando con ello cumplimiento a las disposiciones oficiales presentadas en el apartado de reglamentación del presente trabajo.

#### 8.3.1.3.4 INSTALACIÓN EXISTENTE

No existe ningún tipo de Instalación Solar Fotovoltaica en la vivienda.

#### 8.3.1.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO, CON EXCEDENTES

##### 8.3.1.3.5.1 GENERALIDADES

Como principio general se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (Clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de Clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Se propone que todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

**Esta instalación de generación fotovoltaica para autoconsumo tiene las siguientes particularidades:**

La vivienda dispondrá de un contador bidireccional, que registrará la energía cedida y la consumida en la red.

El circuito de la instalación generadora que conectará con la red interior será de uso exclusivo para la evacuación de la energía generada por los módulos fotovoltaicos. Esta línea será monofásica con la sección adecuada a la instalación.

En caso que la conexión de servicio del suministro quede desconectada de la red de distribución, ya sea por razones de mantenimiento, explotación o por la actuación de alguna protección, la instalación generadora no mantendrá en ningún caso la tensión en la red de distribución.

La energía generada sobrante no consumida se verterá a la red de distribución.

La conexión de la producción de energía eléctrica para autoconsumo se realizará sobre el cuadro general de la vivienda de la siguiente manera:

La conexión se realizará aguas abajo del contador de la CGPM.

En la salida de la instalación generadora se dispondrá de un interruptor automático bipolar de igual o inferior intensidad que el instalado en el cuadro general de la instalación interior, así como protección diferencial bipolar.

La instalación proyectada está formada por los siguientes componentes principales:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructura. Soporte de los módulos.
- Inversor.
- Elementos de protección, maniobra y medida (en CA y CC).
- Cableado y línea general.
- Toma de tierra.
- Central de control inteligente para gestión de la energía consumida y demandada.

#### *8.3.1.3.5.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS*

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, sí, como estar cualificados por algún laboratorio reconocido.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, potencia pico y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Los módulos llevarán los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Los paneles estarán diseñados para formar una estructura modular, siendo posible combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta, a fin de obtener la tensión e intensidad deseadas.

El fabricante proporcionará los accesorios e instrucciones necesarios para lograr una interconexión fácil y segura.

En cualquier caso, las conexiones se efectuarán utilizando terminales en los cables.

Todos los módulos interconectados deberán tener la misma curva i-V, a fin de evitar descompensaciones.

Cuando las tensiones nominales en continua, sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada uno de los elementos del generador.

Para el caso de esta instalación:

Se instalarán 14 unidades de Módulos Fotovoltaicos de última generación, con la potencia máxima adecuada en función de su número y coste, así como de los costes de amortización.

La colocación en cubierta inclinada, se realizará con estructura específica, anclada, con la orientación Sur-Este (125º), azimut (-55º) y ángulo de inclinación de 17º.

La disposición de los elementos es como se describe a continuación:

- Sobre la cubierta inclinada con paneles orientados al Sur-Este (125º), con una inclinación de 17º, se dispondrán un total de 14 paneles, con una superficie total de generadores de 36,58 m<sup>2</sup>.

Los Módulos, dispondrán de, al menos, 12 años de garantía de producto y 25 años de garantía de potencia lineal.

Los Módulos seleccionados serán de la marca Viessmann, modelo Vitovolt 300-M540WI, con las siguientes características:

- Células de silicio monocristalino.
- Potencia máxima nominal (Wp) 540 Wp.

- Tensión a máxima potencia ( $V_{mp}$ ) 38,9 V.
- Intensidad a máxima potencia ( $I_{mp}$ ) 13,87 A.
- Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ) 46,9 V.
- Intensidad de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) 14,76 A.
- Eficiencia 21,02%, 345 células.
- Dimensiones 2355x1090x35 mm.
- Peso 28,3 kg.
- Dispondrá de caja de conexiones con diodos, cables y conectores.

Parámetros adicionales:

Coeficiente de temperatura de  $V_{oc}$  -126,63 mV/K, Coeficiente de temperatura de  $I_{sc}$  5,9 mA/K, Coeficiente de temperatura de  $P_{mpp}$  -0,34%/K, Factor corr. angular (IAM) 98%, Tensión máxima del sistema 1.500V.

#### 8.3.1.3.5.3 ESTRUCTURA SOPORTE

Los paneles fotovoltaicos se instalarán de forma coplanar a la cubierta inclinada, de tejas, de la vivienda.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo a lo indicado en el CTE. En el presente caso, ya que la instalación es coplanar a la cubierta, los efectos del viento son prácticamente despreciables.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la subestructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

Tanto la estructura como los soportes serán preferiblemente de aluminio anodizado o acero inoxidable.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable.

En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hacen las veces de cubierta del edificio, lo cual es el caso, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del CTE y demás normativas de aplicación.

La estructura que soporta los paneles no estará dotada de un sistema de seguimiento continuo de la posición del Sol.

Para nuestro caso, la Estructura para el sostenimiento de módulos será de tipo coplanar con ganchos, de la marca Fischer, estará compuesta por perfiles de aluminio, con uniones en tornillos de acero inoxidable, cuyo objeto es el soporte de placas solares. Estará compuesta de varios carriles sobre los que se apoyan los paneles.

Estos carriles a su vez apoyan sobre la estructura rígida de cubierta.

La estructura cumplirá todos los requisitos del Código Técnico de la Edificación además de la normativa de aluminio vigente en los Eurocódigos 1 y 9.

Para el caso de esta instalación (Sistema coplanar con ganchos, de Fischer para instalación en tejados):



Figura 33

Se instalará Estructura de aluminio anodizado con marcado CE para soporte de paneles fotovoltaicos, instalada en cubierta, con tratamiento contra inclemencias meteorológicas y fabricada según exigencias de la Unión Europea, DB SE y DB HE-5 del CTE.

Básicamente se dispondrán:

Sistema de montaje para módulos fotovoltaicos sobre cubierta inclinada de teja a 17°.

Compuesto por:

- Perfiles con tapón de cierre de carriles
- Ganchos específicos Fischer, anclados a cubierta estructural, bajo teja
- Uniones para perfiles
- Tornillo de acero inoxidable y ángulos de conexión
- Abrazaderas centrales y finales premontadas universales
- Tornillos autoperforantes

Incluye solape entre paneles.



*Figura 34*

#### *8.3.1.3.5.4 INVERSOR*

Será de onda senoidal pura.

El inversor se conectará a la salida de consumo del regulador de carga.

El inversor deberá asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor deberá asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

V± 5%, siendo V = 230 V NOM (VRMS)

50 Hz ± 2 %

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor deberá arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

El inversor estará protegido frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- C.C. en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diarias ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El inversor deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.

Para el caso de esta instalación:

Se instalará un Inversor de la marca SMA, modelo SUNNY TRIPOWER STP8.0-3AV-40, de 8.000 W, o equivalente.

Se trata de un Inversor de corriente solar para alimentación de red trifásica.

Pac,r/Sac, máx. 8,0 kW/8,0 kVA

Sin transformador, con alimentación de potencia ciega, con WLAN integrado y Ethernet Speedwire/interfaz de comunicación basada en conexión webconnect, incluye:

- Modo SMA y protocolo SunSpec,
- Servidor web integrado
- Comunicador TS4
- Conector de cación
- Multi - Función de cuerda
- Conector DC SUNCLIX
- Incluye interruptor de desbloqueo DC conforme a las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Incluye, además:

- Gestión de sombras integrada OptiTrac Global Peak y comunicación TS4-R.
- Servicio integrado mediante SMA Smart Connected
- Monitorización en línea gratuita mediante Sunny Portal y Sunny Places
- Limitación dinámica del rendimiento.

Ver especificaciones técnicas en el apartado Anexo de Fichas Técnicas del presente caso práctico.

#### *8.3.1.3.5.5 CONSUMO*

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Se instalará una Central de Control Sunny Home Manager 2.0, que incluye equipo de medición integrado para gestión de la energía.

Se instalará Portal Internet Sunny Portal, para monitorizar la planta FV, con visualización y presentación de datos.

### 8.3.1.3.5.6 CABLEADO Y PROTECCIONES

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente, así como CPR. Los positivos y negativos de la parte de corriente continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.), de acuerdo a la normativa vigente. Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie y se canalizarán en canal metálica con tapa.

**Las Líneas de corriente continua**, estarán formadas por **cable solar de cobre H1Z2Z2-K, que pueda soportar hasta 120°C (PRYSUN, o equivalente) UNIPOLARES, 0.6/1 kV, aislamiento HEPR, cubierta EVA**, bajo tubo, así como en perfilera de estructura. La sección será de **1x6 mm<sup>2</sup>**, tanto para positivo como para negativo.

**La Línea de corriente alterna Monofásica, desde el Inversor al Cuadro de Protección de Corriente Alterna**, será con cable de cobre, tensión nominal 0,6/1 KV tipo **RZ1-K(AS) C<sub>ca</sub>-s1b.d1.a1**, (Afumex Class 1000 V (AS), o equivalente), instalada bajo tubo.

**La Línea de corriente alterna Monofásica, desde la salida de protección del Cuadro de Corriente Alterna hasta punto de conexión en CGPM**, será de cable de cobre, tensión nominal 0,6/1 KV tipo **RZ1-K(AS) C<sub>ca</sub>-s1b.d1.a1**, (Afumex Class 1000 V (AS), o equivalente), instalada bajo tubo de PVC libre de halógenos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

La instalación estará protegida frente a cortocircuito, sobrecargas y sobretensiones. Se realizará la instalación de un **Cuadro para protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua**, formado por caja estanca, con grado de protección IP65.

Dispondrá de:

- Fusibles (un fusible por línea en la ida de cada grupo de paneles-string)
- Borne de conexión por línea para conductor alternativo.
- Descargadores de sobretensión, tipo-2, para 40kA/2000V.

Se realizará la instalación de un **Cuadro para protección, en el lado de corriente alterna**, formado por armario ESTANCO IP65, con elementos de protección para la línea monofásica, con:

- Interruptor automático 2x40A.
- Diferencial de 2x40A, 30mA en salida del inversor.
- Interruptor de interconexión en punto de conexión.
- Descargador de sobretensiones monofásico tipo 1+2: 1,5kV/25kA

### 8.3.1.3.5.7 PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos. De cualquier forma, será recomendable conectar a un punto de tierra común todas las partes metálicas de la instalación, tales como las cubiertas y soportes de los equipos, cajas, cercos metálicos, etc., (tierra de protección), un conductor activo de la instalación de cc, normalmente el negativo (tierra del sistema) y el neutro de la parte de alterna (ya que existe inversor).

La configuración de la red de tierras será:

- Toma de tierra: la existente de la vivienda.
- Borne principal de tierra.
- Línea principal de tierra.
- Conductor de protección del conjunto FV, formado por conductor de Cu aislado con PVC (amarillo-verde), de 1x2,5 mm<sup>2</sup>, como mínimo, bajo tubo protector. También podrá utilizarse conductor de Cu desnudo de 1x4 mm<sup>2</sup>, como mínimo.

El conductor de protección no se atornillará directamente al marco de los módulos, sino por medio de un terminal auxiliar. La instalación se realizará de modo que se pueda quitar un módulo (por avería, mantenimiento, etc.) sin interrumpir el funcionamiento de la red general de tierras.

Todos los electrodos de tierra presentes en la instalación deberán conectarse eléctricamente entre sí, generando una red equipotencial.

#### **ELEMENTOS DE PROTECCION, MANIOBRA Y MEDIDA**

Los elementos de protección, maniobra y medida se prevén de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En cuanto a la protección y maniobra se distinguen dos partes: aguas arriba del inversor, donde la corriente es continua y aguas abajo del inversor, donde la corriente es alterna.

En el tramo de corriente continua, a la entrada de cada inversor, se dispone de 2 fusibles por cada una de las entradas de corriente continua, instaladas y conectadas al inversor, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema.

En el tramo de corriente alterna, a la salida del inversor, se conectará a la línea monofásica, que irá protegida por un conjunto compuesto por un magnetotérmico acompañado de un diferencial con sensibilidad 300 mA., en función de los cables seleccionados.

También se protegerá la parte de alterna con descargadores de sobretensión del tipo II.

Además, será necesario poner un interruptor automático con enclavamiento, en el módulo de medida antes de conectarnos a la red, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor estará en un punto accesible por parte de la empresa distribuidora.

Las protecciones de Red están incorporadas en el inversor.

La interconexión a Red ha de seguir, básicamente, los requerimientos de la compañía de distribución eléctrica, propietaria de la Red a la que se conectará la instalación.

Además, los inversores disponen de las siguientes funciones:

- Fallo en la red eléctrica: En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.

- Tensión fuera de rango: El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites, el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.

- Frecuencia fuera de límites: Si la frecuencia de red está fuera de los límites de trabajo el inversor se detiene automáticamente, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla.

- Temperatura elevada: El inversor dispone de sistema de refrigeración por convección. Esta calculado para un rango de temperaturas similar al que puede haber en el interior de una vivienda. En el caso de que la temperatura ambiente sea extremadamente alta o se obstruya la refrigeración, el equipo seguirá funcionando al 100% de sus posibilidades hasta alcanzar los 60 °C, momento en el que cesará su actividad como medida de autoprotección. Una vez reducida la temperatura por debajo de los 60°C volverá a funcionar normalmente.

- Tensión baja del generador fotovoltaico: En este caso, el inversor no puede funcionar. Es la situación en la que se encuentra durante la noche o si se desconecta el generador solar.

## **PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

La protección contra contactos directos con partes activas de la instalación queda garantizada de mediante la utilización en todas las líneas de conductores aislados 0,6/1 kV, el alejamiento de las partes activas, el entubado de los cables, y los conectores multicontacto.

En todos los puntos de la instalación, los conductores disponen de la protección mecánica adecuada a las acciones que potencialmente puede sufrir, especialmente en el caso de golpes o impactos fortuitos.

Todos los ángulos y cambios bruscos de dirección se protegerán para evitar el deterioro del aislante en el trazado de las líneas o en su propio funcionamiento normal.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales y, en particular, contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP54.

El sistema de conexionado de los paneles con enchufes rápidos tipo multicontacto es intrínsecamente seguro, evitando posibles contactos directos del operario durante su instalación.

### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante la puesta a tierra de todos los elementos metálicos de la instalación, y especialmente la estructura de soporte de las placas solares y la chapa metálica del inversor y los cuadros.

Las líneas de corriente alterna, están protegidas por interruptores diferenciales de alta sensibilidad en cabecera.

Las líneas de corriente continua son intrínsecamente seguras por la separación de conductores y por la utilización de aparatos tipo II (placas y convertidores).

#### 8.3.1.3.6 DISEÑO BÁSICO Y RENDIMIENTOS. SIMULACIÓN.

### **DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA DE INSTALACIÓN**

Tras lo expresado en los apartados anteriores la instalación constará básicamente de los siguientes elementos principales:

- Estructura metálica de suportación de los Módulos Fotovoltaicos.
- 14 Módulos (Paneles) Fotovoltaicos Viessmann, modelo Vitovolt 300-M540WI, con una Potencia Pico total de 7.560 W.
- Distribución de Paneles en 2 Strings de 7 módulos cada uno. Un string es un conjunto de paneles solares fotovoltaicos que están conectados en serie.
- Cableado de corriente continua entre los módulos de cada String y entre éste y las protecciones previas de c.c. al inversor. Se utiliza cable solar (positivo y negativo), de 1x6 mm<sup>2</sup>, de cobre H1Z2Z2-K.
- Elementos de Protección de corriente continua, con Fusibles y Descargadores de sobretensión, tipo-2, para 40kA/2000V.
- 1 Inversor de la marca SMA, modelo SUNNY TRIPOWER STP8.0-3AV-40, de 8.000 W, Monofásico/Trifásico, con posibilidad de entrada de 2 Strings de Paneles (2 x MPP).

- Elementos de Protección de corriente alterna, con Interruptor automático 2 x 40 A, Diferencial de 2 x 40 A / 30 mA, en salida del inversor, Interruptor de interconexión en punto de conexión y Descargador de sobretensiones monofásico tipo 1+2: 1,5 kV / 25 kA.
- Cableado de corriente alterna monofásica, desde la salida de protecciones posterior al inversor hasta sistema de Gestión energética y CGPM con contador Bidireccional. Cable de cobre, tensión nominal 0,6/1 kV tipo RZ1-K(AS) Cca-s1b.d1.a1.
- Sistema de Gestión energética. Central de Control Sunny Home Manager 2.0, que incluye equipo de medición integrado para gestión de la energía.
- Contador Bidireccional

El Sistema de Puesta a Tierra implica que los paneles y su estructura, además de los demás elementos metálicos, habrán de formar una red equipotencial y conectarse a tierra.

La conexión a esta red equipotencial implica que cada uno de los módulos tendrá conexión separada-independiente al lazo de tierra, así como los elementos de la estructura. (Ver Esquema Gráfico), de forma que la desconexión de uno de los elementos, por causa de avería, mantenimiento o incidencia, no implique la desconexión de los restantes elementos.

#### Conexión en Strings

En las instalaciones de energía fotovoltaica es muy habitual hablar de Strings para hacer referencia a cada unidad de línea o cadena de módulos conectados en serie que acometen al Inversor.

En el diseño de los sistemas fotovoltaicos es muy importante asegurar que la salida de voltaje tiene un rango aceptable. Si el voltaje es bajo, lo más normal es que el inversor no produzca energía. Mientras que si la tensión es muy elevada podría dañarlo y llegar a provocar un incendio.

Los elementos de protección en una instalación fotovoltaica cumplen un papel fundamental para prevenir este tipo de peligros, así como riesgos innecesarios. Normalmente, el voltaje de entrada varía según el modelo del inversor, pero hoy en día es habitual trabajar entre 100 y 1000 V, lo que implica unos valores determinantes para calcular el número de paneles que pueden conectarse al string.

Esto quiere decir que si hay dos strings dispondremos de dos filas con módulos conectados en serie. En el caso del presente Estudio se adoptan dos strings de 7 módulos cada uno, equilibrando, además las entradas al Inversor.

En el interior del Inversor, que tiene capacidad para soportar 2 strings, es el lugar en el que se hacen los empalmes. Normalmente, están equipadas con protecciones eléctricas, por lo que es

normal que incluyan fusibles o sobretensiones para lograrlo. En caso contrario, se realizarían en caja externa al Inversor.

## **SIMULACIÓN Y CÁLCULO**

Se expondrán los resultados de diseño, vista general del sistema, rendimiento y rentabilidad, en función de lo descrito anteriormente.

Los resultados han sido calculados mediante el **diseño** y la **simulación** en distintos programas que se mencionarán más adelante en este punto. Los resultados reales de la instalación fotovoltaica pueden mostrar variaciones debido a las variaciones meteorológicas, curvas de eficiencia de los módulos o de inversores así como a otras causas.

Para el cálculo y simulación se han empleado módulos de la marca Viessmann Climate Solutions SE, Modelo: Vitovolt 300 M540 WI (v1), ya que ha de simularse con un modelo del mercado que disponga de las características de Proyecto adecuadas.

Asimismo el modelo de inversor utilizado en la simulación es el SUNNY TRIPOWER STP8.0-3AV-40, de 8.000 W, de la marca SMA Solar Technology AG.

En nuestro caso, se determina que la vivienda dispone de una **Instalación Monofásica Instalada de hasta 14,49 kW Monofásica, y tiene una Potencia Contratada de 5,75 kW**, con la empresa distribuidora.

Se estima un futuro consumo de energía anual de 10.622 kWh, en función a un perfil de carga de 2 adultos y 3 hijos; dado que es una vivienda privada de una familia. Uno de los padres trabaja; el otro, no. Dos de los hijos están en edad escolar. El tercer hijo está en la universidad, pero todavía vive con los padres. A este consumo de energía habría de sumarse la energía consumida por el PRVE.

Esta estimación de consumo de energía es aproximado en función a:

- El perfil de carga de la vivienda lo proporciona la propia aplicación de simulación. **(5.600 kWh)**
- La energía consumida por el PRVE se ha estimado en función a:
  - o 3 recargas completas semanales del vehículo Seat Mii Eléctrico.
  - o La capacidad útil de la batería es de 32.2 kWh.

Por lo que, si calculamos la energía consumida por el PRVE durante 1 año:

$32.2 \text{ kWh} * 3 \text{ recargas semanales} * 52 \text{ semanas anuales} = 5.022 \text{ kWh}$

**El consumo de energía total anual resulta de 10.622 kWh.**

## **SUNNY DESIGN**

Software desarrollado por SMA Solar Technology AG, de distribución gratuita.

Con el software Sunny Design se pueden planificar plantas fotovoltaicas a medida. No importa si se trata de plantas fotovoltaicas conectadas a la red con o sin sistema de batería, con gestión inteligente de la energía o movilidad eléctrica, o sistemas híbridos o sin conectar a la red. Sunny Design tiene en cuenta todos los requisitos técnicos de cada uno de los componentes y le proporciona datos relevantes para una evaluación económica de la instalación. De esta forma, se diseñan plantas fotovoltaicas perfectamente adaptadas a las particularidades de cada lugar.

Puede consultarse en: <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/> .

Utilizando esta herramienta e introduciendo los datos correspondientes a la instalación considerada en este estudio:

The screenshot displays the Sunny Design configuration interface. At the top, there are three main settings: 'Nivel de tensión \*' with buttons for 'Baja tensión' and 'Media tensión'; 'Conexión a la red de los inversores' set to '230V (230V / 400V)'; and 'Ratio de potencia nominal mínima preferida' set to '100 %'. Below this is a section titled 'Datos sobre el perfil de carga' which includes a dropdown for 'Tipo de perfil de carga \*' (set to 'Vivienda privada'), a '+ Nuevo perfil de carga' button, a dropdown for 'Perfil de carga \*' (set to '2 adultos (1 con trabajo), 3 hijos'), and a 'Consumo de energía anual' field set to '10622 kWh'. A 'Descripción' field contains the text: 'Vivienda privada de una familia. Uno de los padres trabaja; el otro, no. Dos de los hijos están en edad escolar. El tercer hijo está en la universidad, pero todavía vive con los padres.' Below this is a section for 'Datos ampliados del proyecto'. At the bottom, the 'Pasos siguientes' section states: 'Ha seleccionado y, en su caso, modificado los datos del proyecto. En el paso siguiente puede definir el sistema, formado por planta fotovoltaica, sistema de batería y los componentes de gestión de la energía.' and includes a blue button labeled 'Ir a la configuración de la planta FV'.

*Figura 35*

Esquema de módulo	Nombre	Fabricante/Módulo fotovoltaico/Equipo electrónico de módulos	Número de módulos FV/potencia pico
	Edificio 1: Superficie 1 (Sureste) -55 °    17 °	Viessmann Vitolvot 300-M540WI (02/2022)	14 módulos FV 7,56 kWp

#### Inversor fotovoltaico

Tipo	Edificio 1: Superficie 1 (Sureste) 14/14	Factor de desfase cos $\phi$	Limitación de la potencia activa de CA
 Parte de la planta 1 <b>1 x STP8.0-3AV-40</b> Compatible con FV/inversor	A: 1 x 7 B: 1 x 7	1,00	8,00 kW
Indicaciones y soluciones (1 indicación)			
Potencia pico: 7,56 kWp		Ratio de potencia nominal: 108 %	Factor de aprovecham. de energía: 100 %

Figura 36





**/ Documentación del proyecto**

# **TFG-FV-1**

**Número del proyecto:** ---

**Emplazamiento:** España / Benicarló

**Fecha:** 06/02/2023

Creada con Sunny Design 5.40.2  
© SMA Solar Technology AG 2023

**Proyecto:** TFG-FV-1  
**Número del proyecto:** ---

**Emplazamiento:** España / Benicarló  
**Tensión de red:** 230V (230V / 400V)

#### Vista general del sistema

**14 x Viessmann Vitovolt 300-M540WI (02/2022) (Edificio 1: Superficie 1 (Sureste))**  
 Acimut: -55 °, Inclinación: 17 °, Tipo de montaje: Techo, Potencia pico: 7,56 kWp

**1 x SMA STP8.0-3AV-40**

#### Datos de diseño fotovoltaicos

Cantidad total de módulos:	<b>14</b>	Coefficiente de rendimiento*:	<b>84,5 %</b>
Potencia pico:	<b>7,56 kWp</b>	Rendimiento energético específico*:	<b>1444 kWh/kWp</b>
Número de inversores fotovoltaicos:	<b>1</b>	Pérdidas de línea (% de la energía):	---
Potencia nominal de CA de los inversores fotovoltaicos:	<b>8,00 kW</b>	Carga desequilibrada:	<b>0,00 VA</b>
Potencia activa de CA:	<b>8,00 kW</b>	Consumo de energía anual:	<b>10.622 kWh</b>
Relación de la potencia activa:	<b>105,8 %</b>	Autoconsumo:	<b>4.170 kWh</b>
Rendimiento energético anual*:	<b>10.919 kWh</b>	Cuota de autoconsumo:	<b>38,2 %</b>
Rendimiento adicional mediante SMA Shadefix:	<b>12 kWh</b>	Cuota autárquica:	<b>39,3 %</b>
Factor de aprovecham. de energía:	<b>100 %</b>	Reducción de CO <sub>2</sub> al cabo de 20 año(s):	<b>73 t</b>

\*Importante: Los valores de rendimiento que se muestran constituyen sólo una estimación y se generan de forma matemática. SMA Solar Technology AG no asume la responsabilidad del valor real del rendimiento, que puede diferir de los valores aquí mostrados debido a circunstancias externas como por ejemplo, módulos sucios o variaciones en su rendimiento.

# Su sistema energético de un vistazo

## / Proyecto: TFG-FV-1

Número del proyecto: ---  
Emplazamiento: España / Benicarló  
Fecha: 06/02/2023

Creada con Sunny Design 5.40.2  
© SMA Solar Technology AG 2023



## / Sistema energético

### Planta FV

Inversor fotovoltaico  
1 x SMA STP8.0-3AV-40

### Generadores FV

14 x Viessmann Vitovolt 300-  
M540W

### Componentes adicionales

Gestión de la energía  
1 x Sunny Home Manager 2.0

1 x Sunny Portal

### Tamaño del sistema

Planta FV  
7,56 kWp

## / Ventajas



**675 EUR**

Remuneración en el primer año



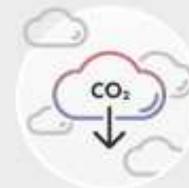
**39,3 %**

Cuota autárquica



**118 EUR**

Costes de la energía ahorrados por mes



**73 t**

Reducción de CO<sub>2</sub> al cabo de 20 año(s)

**Ahorro total al cabo de 20 año(s): 40.453 EUR**

# Diseños de los inversores

**Proyecto:** TFG-FV-1  
**Número del proyecto:** ---  
**Emplazamiento:** España / Benicarló

**Temperatura ambiente:**  
 Temperatura mínima: -1 °C  
 Temperatura de diseño: 27 °C  
 Temperatura máxima: 36 °C

## / Subproyecto Subproyecto 1

### 1 x SMA STP8.0-3AV-40 (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	7,56 kWp
Cantidad total de módulos:	14
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos $\varphi = 1$ ) máx.:	8,16 kW
Potencia activa máx. de CA (cos $\varphi = 1$ ):	8,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	108 %
Factor de dimensionamiento:	94,5 %
Factor de desfase cos $\varphi$ :	1
Horas de carga completa:	1364,9 h



### Datos de diseño fotovoltaicos

#### Entrada A: Edificio 1: Superficie 1 (Sureste)

7 x Viessmann Vitovolt 300-M540W1 (02/2022), Acimut: -55 °, Inclinación: 17 °, Tipo de montaje: Techo

#### Entrada B: Edificio 1: Superficie 1 (Sureste)

7 x Viessmann Vitovolt 300-M540W1 (02/2022), Acimut: -55 °, Inclinación: 17 °, Tipo de montaje: Techo

	Entrada A:	Entrada B:
Número de strings:	1	1
Módulos fotovoltaicos:	7	7
Potencia pico (de entrada):	3,78 kWp	3,78 kWp
Tensión de CC mín. INVERTOR (Tensión de red 230 V):	125 V	125 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 249 V	✓ 249 V
Tensión mín.:	236 V	236 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.:	✓ 352 V	✓ 352 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	20 A	12 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,9 A	✓ 13,9 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	30 A	18 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,8 A	✓ 14,8 A

### Compatible con FV/inversor

Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

# Indicaciones

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

✓ TFG-FV-1

✓ Subproyecto 1

✓ 1 x SMA STP8.0-3AV-40 (Parte de la planta 1)

ⓘ Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.



# Autoconsumo (corriente)

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

## / Resultado

### Indicaciones de autoconsumo

Perfil de carga: **2 adultos (1 con trabajo), 3 hijos**  
Vivienda privada de una familia. Uno de los padres trabaja; el otro, no. Dos de los hijos están en edad escolar. El tercer hijo está en la universidad, pero todavía vive con los padres.

Consumo de energía anual: **10.622 kWh**

### Optimización del autoconsumo



**Sunny Home Manager 2.0**  
La central de control con un equipo de medición integrado para una gestión inteligente de la energía

### Sin optimización del autoconsumo



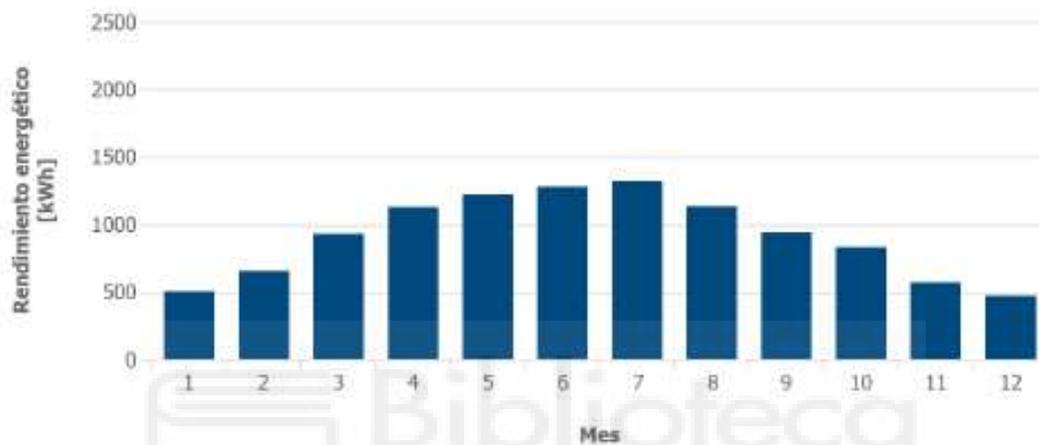
# Valores mensuales

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

## / Rendimiento energético

Rendimiento energético por mes



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Inyección a la red [kWh]	Toma de red [kWh]
1	497 (4,5 %)	261	236	756
2	654 (6,0 %)	300	355	542
3	921 (8,4 %)	378	543	559
4	1121 (10,3 %)	440	681	464
5	1213 (11,1 %)	409	804	441
6	1271 (11,6 %)	409	863	416
7	1314 (12,0 %)	422	892	387
8	1129 (10,3 %)	392	737	442
9	939 (8,6 %)	264	675	426
10	826 (7,6 %)	356	470	607
11	564 (5,2 %)	291	273	660
12	470 (4,3 %)	250	220	752

# Análisis de la rentabilidad

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

## / Costes de la energía anuales

Sin planta fotovoltaica el primer año

**3.611 EUR**

Sin planta fotovoltaica en 20 año(s)

**6.333 EUR**

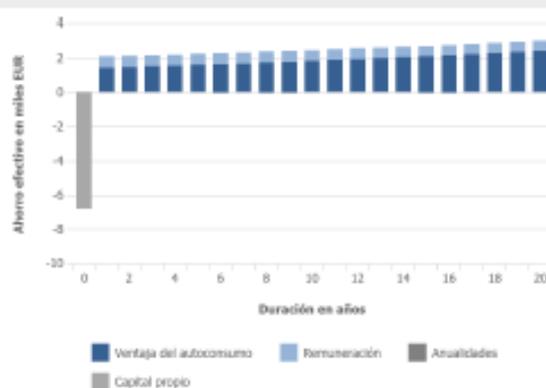
Con planta fotovoltaica el primer año

**1.519 EUR**

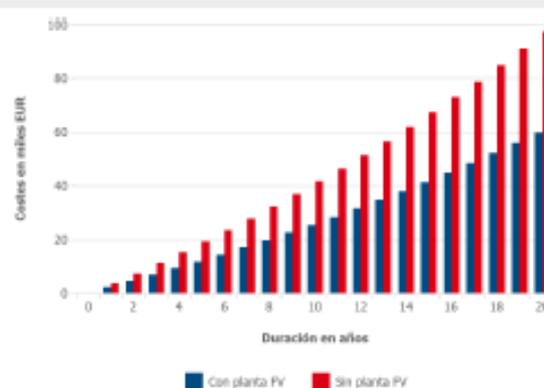
## / Detalles

Costes de la energía ahorrados en el primer año	1.418 EUR
Ahorro total al cabo de 20 año(s)	40.453 EUR
Costes de la energía ahorrados pasados 20 año(s)	37.361 EUR
Remuneración al cabo de 20 año(s)	12.638 EUR
Tiempo de amortización estimado	3,4 a
Costes de producción de electricidad en 20 año(s)	0,078 EUR/kWh
Rentabilidad anual (TIR)	30,80 %
Inversión total	6.804,00 EUR

Ahorro efectivo



Comparación costes de energía acumulados



# Análisis de la rentabilidad

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

## / Financiación

La moneda es **EUR**  
La cuota de capital propio es del **100 %**  
La cuota de capital ajeno es del **0 %**  
La subvención asciende a **0,00 EUR**  
La tasa de inflación es del **3,00 %**  
El periodo de análisis de la rentabilidad es de **20 año(s)**

## / Costes de consumo eléctrico y remuneración

El precio del consumo eléctrico asciende a **0,34000 EUR/kWh**  
El precio básico es **0,00 EUR/Mes.**  
No se tienen en cuenta las tarifas especiales  
La inflación eléctrica anual es del **3,0 %**  
La remuneración asciende a **0,10000 EUR/kWh**  
La remuneración tiene una duración de **20 año(s)**  
La deducción o remuneración durante la autoalimentación es de **0,00000 EUR/kWh**  
El precio de compraventa una vez transcurrido el periodo de remuneración asciende a **0,05000 EUR/kWh.**

# Estimación de costes no vinculante

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló

## Costes de proyecto

Planta FV	900,00 EUR/kWp x 7,56 kWp	6.804,00 EUR
Otros costes		---
<b>Inversión total</b>		<b>6.804,00 EUR</b>

## Costes fijos

Costes fijos anuales (en % de los costes de inversión)	1,50 % de las CAPEX	102,06 EUR
--	---------------------	------------



# Imágenes del proyecto

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló



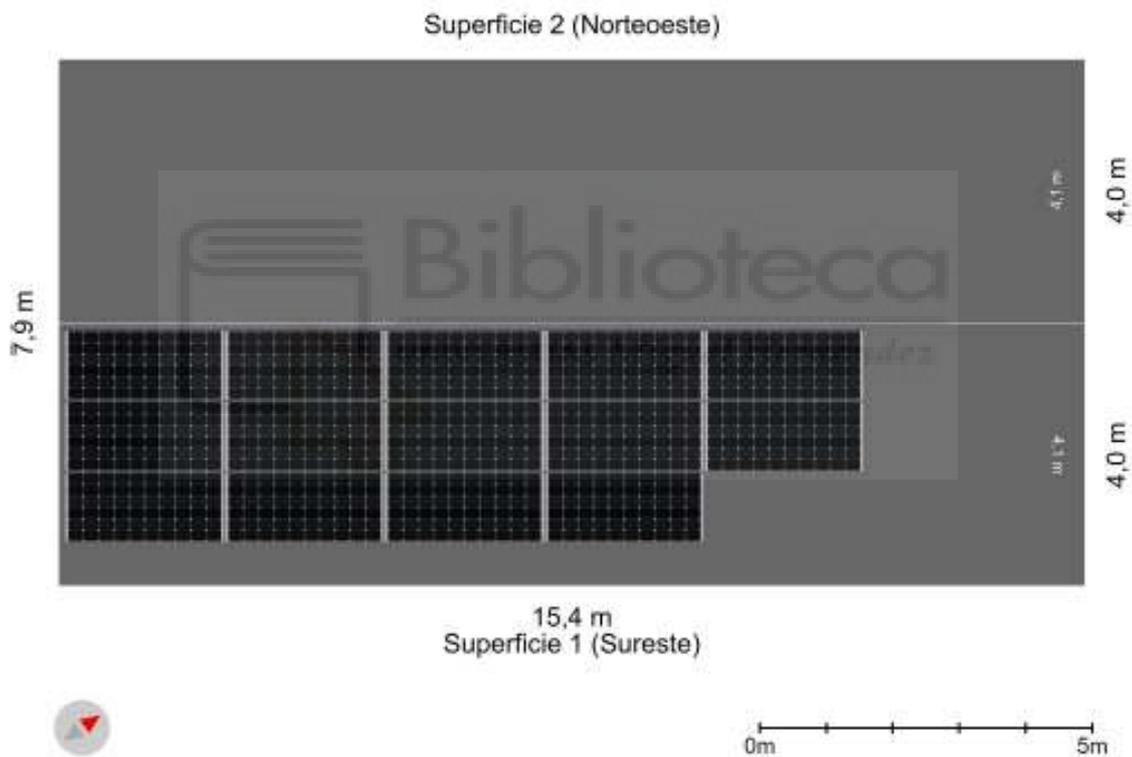
Plano del tejado 1

UNIVERSITAT Miguel Hernández

# Plano del tejado - Subproyecto 1 - Edificio 1

Proyecto: TFG-FV-1  
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Benicarló



## PVGIS

Para determinar el rendimiento del sistema fotovoltaico a instalar, se ha realizado una simulación mediante la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), una aplicación oficial de la Comisión Europea y que es de libre acceso.

PVGIS es una aplicación oficial desarrollada por la Unión Europea que permite obtener (consultar) la producción (generación) de energía eléctrica de una Instalación Solar Fotovoltaica (ISF) en una determinada zona de Europa, Asia y América. Es decir, los kWh totales anuales producidos por una ISF (según condiciones de nuestra instalación).

También permite consultar otros datos como son la Irradiación solar incidente total anual en kWh/m<sup>2</sup> (según condiciones de nuestra instalación).

Puede consultarse en: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/).

Los datos obtenidos mediante PVGIS serán válidos a la hora de solicitar ayudas al Autocomsumo especificadas en el RD 477/2021, de 29 de junio.

Utilizando esta herramienta e introduciendo los datos correspondientes a la instalación considerada en este estudio:

The screenshot displays the PVGIS web application interface. At the top, there is a header with the European Commission logo and the text "PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM". Below the header, there is a navigation menu with options: Home, Herramientas, Descargas, Documentación, and Contáctanos. The main content area is divided into two sections. On the left, there is a map showing the location of Benicarló, with various roads and landmarks labeled. On the right, there is a configuration panel for a photovoltaic system. The configuration panel includes the following options and values:

- Cursor:** Seleccionado: 40.411, 0.421
- Elevación (m):** 6
- PVGIS ver.:** 5.2
- Utilizar las sombras del terreno:**  Horizonte calculado,  Cargar archivo de horizonte
- Base de datos de radiación solar:** PVGIS-SARAH2
- Tecnología FV:** Silicio cristalino
- Potencia FV pico instalada [kWp]:** 7.56
- Pérdidas sistema [%]:** 14
- Opciones de montaje fijo:**  Precio electricidad FV
- Posición de montaje:** Sobre el tejado / integrado en el edif
- Inclinación [°]:** 17
- Azimut [°]:** -55
- Coste sistema FV [su divisa]:** 6804
- Interés [%/año]:** 2
- Vida útil [años]:** 30

At the bottom of the configuration panel, there are buttons for "Visualizar resultados", "csv", and "json".

Figura 37

## Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

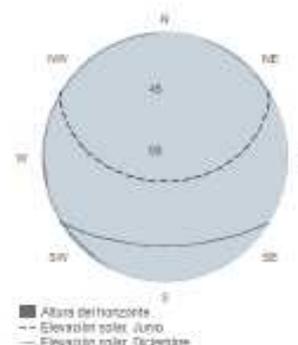
Datos proporcionados:

Lattud/Longitud: 40.411,0.421  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 7.56 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

Angulo de inclinación: 17 °  
 Angulo de azimut: -55 °  
 Producción anual FV: 10007.1 kWh  
 Irradiación anual: 1773.93 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 261.08 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Angulo de incidencia: -3.14 %  
 Efectos espectrales: 0.62 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -10.97 %  
 Pérdidas totales: -25.38 %  
 Coste electricidad FV [por kWh]: 0.044 por kWh

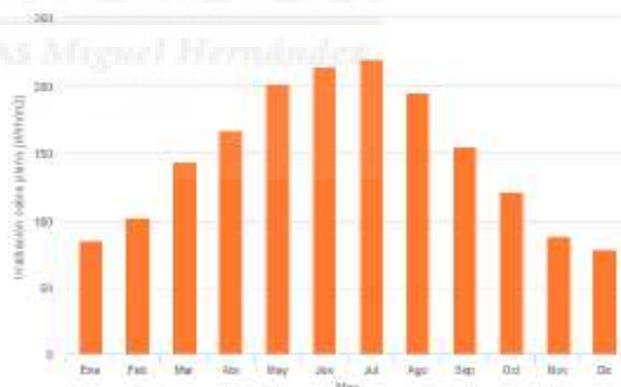
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(I)_m	SD_m
Enero	510.2	85.2	62.3
Febrero	606.1	102.0	77.5
Marzo	840.3	143.7	89.9
Abril	957.4	167.5	63.7
Mayo	1124.9	201.4	88.9
Junio	1171.3	214.7	28.9
Julio	1188.6	220.2	51.0
Agosto	1065.0	195.5	47.5
Septiembre	862.5	155.3	45.9
Octubre	693.8	121.4	68.5
Noviembre	519.7	88.3	68.3
Diciembre	467.1	78.5	36.3

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(I)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

### 8.3.1.3.7 ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Se realiza, a continuación, una estimación económica de los elementos que componen la Instalación Fotovoltaica expresada anteriormente en el presente CASO PRÁCTICO-II.

Los Módulos seleccionados serán de la marca Viessmann, modelo Vitovolt 300-M540WI.

El modelo de inversor utilizado en la simulación es el SUNNY TRIPOWER STP8.0-3AV-40, de 8.000 W, de la marca SMA Solar Technology AG.

Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>				
<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>				
m	Cable instalación fotovoltaica 1x6 mm2 H1Z2Z2-K, bajo tubo.	40,00	3,00	120,00
m	Línea eléctrica 3x6 mm2 RZ1-K, bajo tubo	25,00	7,00	175,00
m	Línea eléctrica 1x16 mm2 H07Z1-K Tierra	50,00	4,00	200,00
ud	Medición Resistencia de Tierra	1,00	70,00	70,00
ud	Sistema de montaje para módulos fotovoltaicos	1,00	2.000,00	2.000,00
ud	MÓDULO FOTOVOLTAICO 540 Wp; Viessmann Vitovolt 300 M540 WI (v1)	14,00	310,00	4.340,00
ud	CUADRO FOTOVOLTAICA DC HASTA 2 STRINGS INTERRUPTOR DC 20A	1,00	560,00	560,00
ud	Inversor SMA: SUNNY TRIPOWER STP8.0-3AV-40 8.000 W, 24v, o equivalente	1,00	200,00	200,00
ud	ARMARIO EXT > 43,5 kW A 100 kW CON REPARTO DE RED	1,00	800,00	800,00
ud	Datalogger para monitorizar fotovoltaica. GESTOR ENERGÉTICO	1,00	600,00	600,00
ud	Regulador de potencia para el autoconsumo	1,00	350,00	350,00
<b>COSTE ESTIMADO FV VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			<b>9.415,00</b>	<b>9.415,00</b>

Se puede comprobar que la estimación económica de la herramienta, al no tomar en cuenta algunos elementos tales como el sistema de montaje, dista de la desarrollada en este apartado, pero a fin de cuentas, es una valoración muy superficial, que puede ayudar a los usuarios a hacerse una idea general de los costes de la instalación.

### 8.3.1.3.8 ESQUEMA CONEXIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A RED

El esquema de conexión a red dependerá de lo acordado con la compañía distribuidora. Se expone a continuación un esquema tipo de conexión.

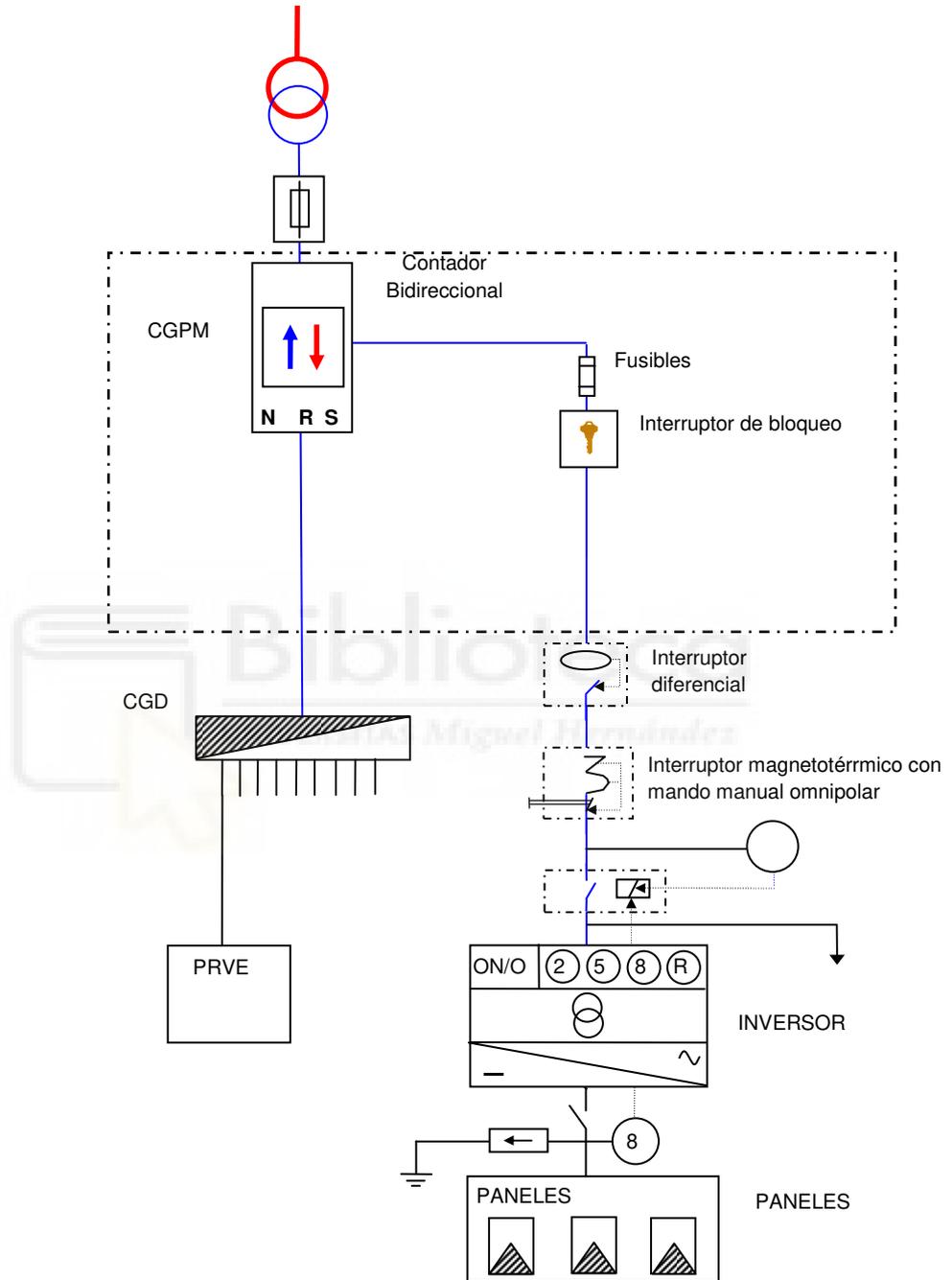


Figura 38

### 8.3.1.4 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PRVE

#### 8.3.1.4.1 Potencia total instalada, en KW

La Vivienda Unifamiliar tiene una Potencia de Instalación de Grado Elevado, Monofásica, de 9,2 kW.

La potencia total instalada en el PRVE será:  $1 \times 7.360 \text{ kW} + 3 \text{ W} + 10 \text{ W}$ .

<b>Potencia Instalada kW</b>	
Cuadro general	<b>7.373</b>

#### 8.3.1.4.2 Potencia de cálculo y Admisible, en KW

A esta potencia se le aplicará un coeficiente de simultaneidad de 1, obteniéndose así la potencia simultánea demandada, o **Potencia de Cálculo** (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

<b>Potencia Demandada kW</b>	
Cuadro general	<b>7.373</b>

**La Potencia total Admisible ( $\cos \phi = 1$ ), en función de la protección general de 40 A, es de:**

<b>Potencia Admisible kW</b>	
Cuadro general	<b>9,20</b>

#### 8.3.1.4.3 Derivación individual

No procede, dado que es existente y no varía (ver apartados posteriores).

#### 8.3.1.4.4 Ubicación y Destino de la instalación.

La instalación estará ubicada en Aparcamiento ubicado en la Parcela de una Vivienda Unifamiliar, y la instalación se destinará a 1 Punto de Recarga de Vehículo Eléctrico.

### 8.3.1.5 OBJETO DEL ESTUDIO DE LA IRVE

El objeto es la descripción técnica de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión de Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos (IVEHÍCULO ELÉCTRICO), con el conjunto de dispositivos físicos y lógicos, destinados a la recarga de vehículos eléctricos y SAVE, cumpliendo los requisitos de seguridad y disponibilidad, con capacidad para prestar servicio de recarga de forma completa e integral. Incluirá la estación de recarga, el sistema de control, canalizaciones eléctricas, instalación de puesta a tierra y las protecciones necesarias.

El objeto del presente Estudio es, por tanto, definir las características técnicas y las condiciones y Normas que deberán ser observadas en la ejecución de las instalaciones eléctricas en baja tensión 230 V.

### 8.3.1.6 POTENCIA PREVISTA

#### 8.3.1.6.1 Potencia total máxima admisible del PRVE

Se considera la potencia total máxima admisible de la instalación como la menor de las potencias máximas admisibles por la instalación en el circuito específico de suministro al PRVE, el interruptor automático de corte general y la instalación interior.

La alimentación se realizará desde un subcuadro (incluido en el SAVE), desde un NUEVO circuito en del Cuadro General de Distribución de la Vivienda, con una protección monofásica específica de 40 A. **La potencia total admisible del PRVE ( $\cos \phi = 1$ ), en función de la protección general de 40 A, que se justifica posteriormente es de:**

$$P = 230 \text{ V} \times 40 \text{ A} \times \cos \phi = 9.200 \text{ W}$$

Potencia Admisible kW	
Cuadro general	<b>9,20 kW</b>

#### 8.3.1.6.2 Potencia total máxima admisible de la Vivienda

Suponiendo que la Vivienda Tiene una Potencia Instalada de 14,49 kW / 230 V y Contratada de 5,75 kW (Protección ICP de 25 A), la Potencia Total Máxima consumida sería la correspondiente a los 5,75 kW contratados + 7,40 kW del PRVE, lo que equivale a un total de 13,15 kW < 14,49 kW.

La Potencia total admisible equivale a la Potencia Instalada, Monofásica 230 V, de 14,49 kW, con una Protección general de 63 A.

Habría de contratarse con la empresa distribuidora una nueva potencia, de 14,49 kW, sin modificación de las instalaciones interiores, salvo comprobar el Tipo de Cable de la Derivación

Individual. La vivienda está diseñada para esa potencia, así como su Línea General de Alimentación, equivalente en este caso a su Derivación Individual, por lo que ésta no habría de modificarse en sección. Sólo habría de modificarse si el tipo de cableado no cumple las exigencias del REBT vigente.

#### 8.3.1.6.3 Relación de Subcuadros y suministro de los mismos

Se habría de instalar un Subcuadro de protección del sistema del punto de recarga. En este caso, las protecciones se incluyen en el SAVE, por lo que no sería necesaria la instalación de dicho subcuadro.

#### 8.3.1.6.4 Potencia total instalada en el PRVE

La potencia total instalada será: 7.360 W +3 W + 10 W.

<b>Potencia Instalada kW</b>	
Cuadro general	<b>7.373</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10 W (Iluminación y emergencia)
- Potencia consumida por el SAVE: 3 W (Consumo Stand-Bye)
- Potencia Instalada Fuerza (W): 7.360 W (Carga máxima Vehículo)

#### 8.3.1.7 DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN

La instalación estará ubicada en el exterior de la vivienda, en parcela perteneciente a la misma, y la instalación se destinará a 1 Punto de Recarga de Vehículo Eléctrico para un usuario.

#### 8.3.1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

##### 8.3.1.8.1 Centro de transformación

No procede, en el caso del presente Proyecto.

#### 8.3.1.8.2 Caja general de protección

No procede, en el caso del presente Proyecto.

#### 8.3.1.8.3 Línea General de Alimentación

No procede, en el caso del presente Proyecto.

#### 8.3.1.8.4 Contador

Se deberá tener un Contador Bidireccional en la instalación.

Por lo común, si se dispone en la vivienda de contador digital, éste es bidireccional, por lo que es muy probable que no haya de substituirse. Sin embargo, puede existir la posibilidad de que aunque sea bidireccional, sea necesario modificar la programación del medidor para que empiece a contabilizar la energía excedentaria vertida a la red.

En caso de no disponerlo, se deberá solicitar, a la empresa distribuidora, la substitución del Contador existente por uno de tipo Bidireccional.

El Contador Bidireccional es un dispositivo fundamental en cualquier instalación de autoconsumo fotovoltaico con compensación de excedentes.

El Contador Bidireccional de autoconsumo es un componente que tiene la función, en una instalación con placas fotovoltaicas, de medir la energía eléctrica que fluye en una instalación fotovoltaica en dos trayectorias: de la red al usuario (energía demandada) y del usuario a la red (energía inyectada).

Este dispositivo es imprescindible en las instalaciones de autoconsumo con excedentes acogidas al mecanismo de compensación simplificada. La aprobación del RD 244/2019 posibilitó que los usuarios pudiesen recibir un descuento en la factura de la luz por los kilovatios vertidos a la red. Por tanto, este componente es el responsable de medir la cantidad de energía excedentaria que ha sido inyectada.

El contador bidireccional debe estar homologado por la empresa comercializadora.

*El contador/medidor bidireccional funciona de la siguiente forma:*

**A)** Durante las horas de sol, las placas solares generan electricidad. El contador calculará la energía eléctrica producida y no consumida (excedentaria) y la restará al consumo del servicio de la red.

**B)** En el caso de que no se haya aprovechado toda la energía producida por las placas solares, los excedentes serán inyectados a la red eléctrica y el contador contabilizará la energía sobrante.

**C)** Al final de cada periodo de facturación (mensual), la distribuidora realizará la lectura de la energía exportada e importada de la red. Posteriormente, comunicará los datos a la comercializadora para que ésta aplique la compensación en la factura eléctrica.

#### 8.3.1.8.5 Derivación individual

Tal como se describe en el apartado 8.2.1.6.2, Suponiendo que la Vivienda Tiene una Potencia Instalada de 14,49 kW / 230 V y Contratada de 5,75 kW (Protección ICP de 25 A), la Potencia Total Máxima consumida sería la correspondiente a los 5,75 kW contratados + 7,40 kW del PRVE, lo que equivale a un total de 13,15 kW < 14,49 kW.

La Potencia total admisible equivale a la Potencia Instalada (14,49 kW), con una Protección general de 63 A.

Habría de contratarse con la empresa distribuidora una nueva potencia, de 14,49 kW, sin modificación de las instalaciones interiores.

La vivienda está diseñada para esa potencia, así como su Derivación Individual, por lo que ésta no habría de modificarse, ya que el cableado tendrá la Intensidad Máxima Admisible suficiente.

Si el cableado no cumple lo expresado en el REBT vigente, habrá de substituirse por otro de similares características de sección e Intensidad Máxima Admisible, que cumpla el REBT vigente y CPR.

#### 8.3.1.9 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR. CÁLCULO

##### 8.3.1.9.1 Requisitos Generales. Clasificación de las instalaciones según riesgo

Se trata de realizar una instalación eléctrica para uso específico de suministro de energía a un Punto de Recarga simple, de Vehículo Eléctrico, según REBT y, particularmente, su ITC BT -52 y su ITC BT-29.

La instalación interior, en cuanto a cableado, protecciones, intensidades y caídas de tensión queda claramente identificada posteriormente.

En el caso del presente Estudio la instalación de PRVE se realiza en zona Exterior.

Si existiera sistema de iluminación, en la zona donde se ubica la estación de recarga, habría de garantizar que exista un nivel de iluminancia horizontal mínima, a nivel del suelo, de 50 lux para estaciones de recarga. Se prevé que no sea así, por lo que **se instalará una luminaria de emergencia mixta (alumbrado y emergencia) LED, de 10 W, estanca IP54, alimentada desde el Subcuadro de Protección incluido en el SAVE, con luminaria de Emergencia, de 70 lúmenes, de exterior (IP54).**

El circuito que alimenta a un Punto de Recarga debe ser un circuito dedicado y no debe usarse para alimentar ningún otro equipo eléctrico, salvo los consumos auxiliares relacionados con el propio sistema de recarga, entre los que se puede incluir la iluminación de la estación de recarga.

**En el caso del presente Estudio existirá 1 circuito dedicado, que dispondrá de 1 toma de alimentación de 7,4 kW (Monofásico).** La estación de recarga incluirá la manguera (cable multifilar) y el conector Tipo-2 (Mennekes) ***para carga en Modo 3 (Caso-C)***. La alimentación se realizará a Tensión Nominal Monofásica de 230 V, en corriente alterna, 50 Hz.

El SISTEMA DE CONEXIÓN DEL NEUTRO, con objeto de permitir la protección contra contactos indirectos mediante protección diferencial, será TT; Es decir, hay una tierra para el neutro de los transformadores y una tierra independiente para la protección de las masas. La tensión asignada de los cables será 0,6/1 kV.

El punto de conexión del PRVE se situará de forma fija, en báculo, pared o pilar, en una envolvente plástica (Clase II).

Según la ITC BT-52, la altura de las tomas de corriente, respecto al suelo, será entre 0,7 y 1,2 m, y en este caso, dispondrá de, al menos un conector con Intensidad Asignada de 32 A, Tipo-2, según UNE-EN 62196-2, con obturador, y estará ubicada en un SAVE.

La Guía Técnica de la ITC BT-52 recomienda, sin embargo, que la altura mínima de las estaciones de recarga o cajas que incorporan las tomas de corriente sea como mínimo de 1,5 metros para evitar ser golpeados por los propios vehículos, con la única excepción de las plazas para personas con movilidad reducida en las que dicha altura se reducirá a 1,0 metro.

En nuestro caso, **se prescribe que la estación esté a 1,5 m del suelo.**

El Tipo de Conexión entre la Estación de Recarga y el Vehículo Eléctrico, será del Tipo "**Caso C**":

Leyenda:	
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHÍCULO ELÉCTRICO
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
10	SAVE.

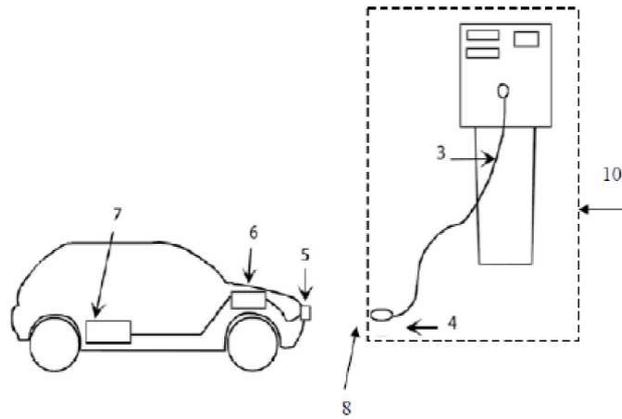


Figura 3. Caso C. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector: el cable forma parte de la instalación fija.

Figura 39

La instalación se realiza según Esquema 4a: **Instalación con circuito adicional Individual para recarga de vehículo eléctrico, en VIVIENDAS UNIFAMILIARES**, de la ITC-BT 052.

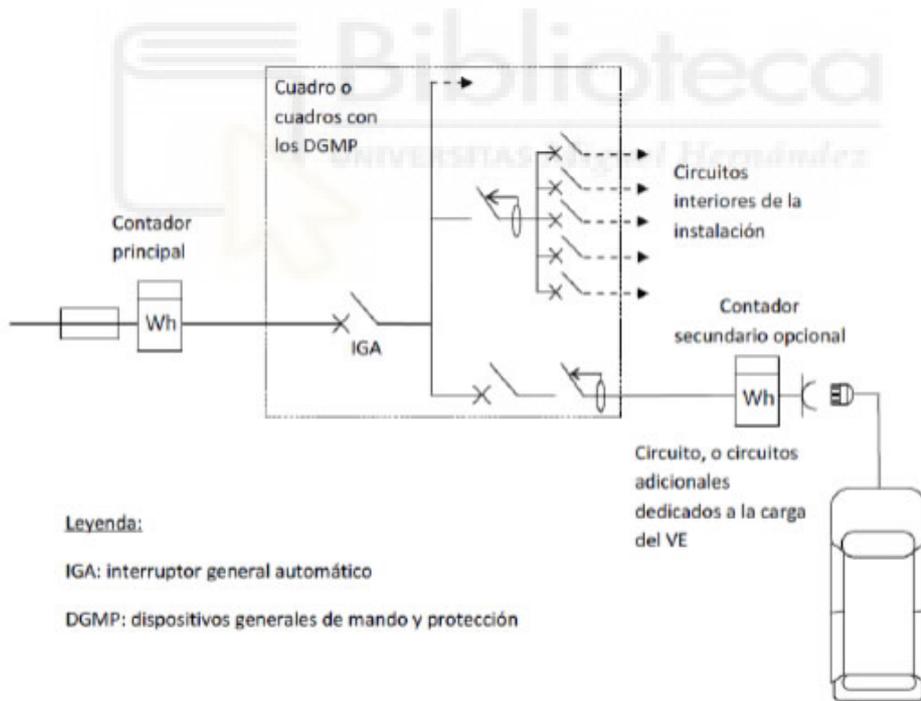


Figura 40

En el caso del presente Proyecto:

- Se instalará **1 Punto Simple de Recarga de Vehículos Eléctricos, en PARED, POLICHARGER PRO T2, con protecciones incluidas en su interior (protecciones calculadas en este Proyecto)**, siendo definido como “Circuito de Recarga Individual”, al ser un Circuito Interior de Instalación Receptora y está previsto para alimentar a una estación de recarga del Vehículo Eléctrico.



Figura 41

- Modo de Carga: **MODO 3**, con SAVE.

#### **Punto de recarga tipo SAVE:**

“Sistema de Alimentación específico de Vehículo Eléctrico (SAVE)». Esto es, el conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica para la recarga de un vehículo eléctrico, incluyendo protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión, (con conductores de fase, neutro y protección) y la base de toma de corriente o el conector. Este sistema permitirá en su caso la comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija”.

El sistema a instalar será el **POLICHARGER PRO T2**, con protecciones incluidas en su interior, que dispone de las siguientes características y funcionalidades:

- Regulación dinámica de carga.
- Posibilidad de temporización.
- Puerta abisagrada con cierre por llave.
- Magnetotérmico curva C, 40 A

- Diferencial tipo A. 40 A / 30 mA
- Protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.
- 5 huecos disponibles para añadir protecciones (Circuitos adicionales auxiliares).
- Colgador para el cable y un soporte para el conector.
- Tipo de material: Plástico ABS de alta resistencia (Clase II)
- Conector tipo 2: (IEC 62196)
- Alimentación: Monofásica AC 230V (F+N+T)  $\pm 10\%$ ; 50 Hz
- Potencia Máxima: 7,4 kW
- Tipo de material: Plástico abs de alta resistencia
- Velocidad de recarga variable (6 – 32 Amperios) de 1 en 1.
- Permite regular la intensidad de carga en tiempo real, y mantiene la memoria de la intensidad seleccionada incluso después de un corte de alimentación.
- Incluye sistema de regulación automática de potencia de carga en función del consumo de la vivienda. Para hacer uso de ella, se instalará el sensor de consumo para la vivienda que se incluye gratuitamente con el equipo.
- Permite temporizar la hora de inicio y de parada de la carga.
- Pantalla LCD con retroiluminación en varios colores que indican los estados de carga.
- Permite visualizar intensidad real de carga y la potencia cargada en la sesión, así como la potencia total consumida.
- Parametrización: mediante teclado de 4 botones en equipo.
- Modo de Carga: Modo 3
- Normativas: IEC 61851-1:2010 IEC 61851 – 22:2001 2014 / 35 / EU
- Protección: IP65/ IK10
- Puede contener Control de Producción Solar (Opcional)

#### **Tipo de Conector:**

- El SAVE lleva incorporado un Cable ~~incorporado~~, con Conector **Tipo-2** IEC 62196 (Mennekes), que permite carga Monofásica, Bifásica o Trifásica, hasta **22 kW**, superior a la potencia instalada de 7,4 kW.



*Figura 42*

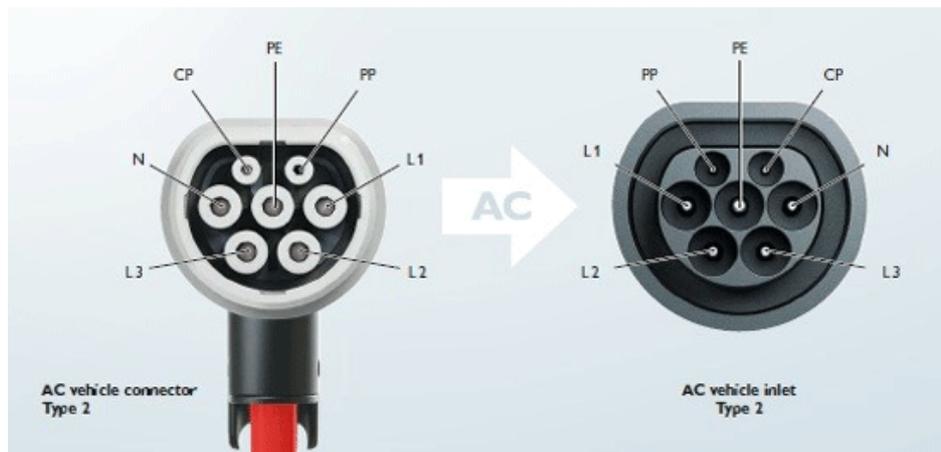


Figura 43

### Partes del Conector

**CP:** Control Pilot – Señal de comunicación entre el vehículo y el punto de recarga para informar de la máxima intensidad de corriente y de la falta de energía en la batería

**PP:** Proximity Pilot (Piloto de proximidad) – Señal de verificación que informa de que el conector está correctamente conectado.

**PE:** Protective Earth (Protector de tierra) – Clavija de tierra

**N:** Neutro

**L1, L2, L3:** Corresponde a las fases 1, 2 y 3 respectivamente para corriente alterna (AC)

**El cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2) será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Estará incorporado al SAVE y se considera como instalación Fija.**

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización, teniendo el mismo aislamiento que los activos.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente diferenciables, sobre todo el neutro y el de protección, reservando el color amarillo / verde para el de protección y el azul claro para el neutro. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

La instalación dispondrá de Toma de Tierra (ver apartados posteriores).

El sistema de protección contra contactos indirectos elegido para el PRVE es el de Interruptores / Disyuntores Diferenciales con sensibilidad de 30 mA, Clase A, según ITC-BT 24 e ITC-BT 52, que además de la citada protección nos ofrece una seguridad complementaria ante una incidencia de incendio de la instalación por mal funcionamiento de las protecciones contra sobrecarga o cortocircuito.

Esta protección podrá estar instalada en la instalación fija, o en el SAVE; en el caso propuesto, estará instalado en el SAVE (ver apartados posteriores).

El elemento de protección diferencial estará protegido contra sobre intensidades, mediante protección magnetotérmica Tipo C.

### **Descripción de la canalización y dimensionado de la misma**

Desde el cuadro de protección de la vivienda, la instalación se realizará bajo tubo, en zona interior de la misma, y bajo tubo específico **D63** en los tramos en los que la instalación esté enterrada.

El cableado estará formado por cable multipolar de cobre, con aislamiento 0,6/1kV (AS), con denominación RZ1-K(AS), libre de halógenos, de baja emisividad de humos y opacidad reducida de los mismos, cumpliendo Clase CPR Cca-s1b,d1,a1 .

### **Prescripciones de paso a través de los elementos de construcción**

Con respecto a los pasos a través de los elementos de construcción (muros, tabiques y techos), se garantizará que las canalizaciones estén suficientemente protegidas en toda la longitud de paso contra deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

### **Prescripciones para conductores**

Se cumplirán las prescripciones sobre conductores establecidas en la ITC-BT-19 a nivel general, y también es necesario justificar las prescripciones establecidas en la ITC-BT-28, 29 y 30. Todo el cableado cumplirá con la **CPR**. Se cumplirá la UNE-HD 60364-5-52:2014, "Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones".

Se han calculado las secciones de los conductores interiores, asegurando que las caídas de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se mantengan inferiores al 5% (en fuerza) de la tensión nominal.

Teniendo lo anterior en cuenta, se ha seleccionado lo siguiente, siempre cumpliendo CPR:

- Circuitos monofásicos: Cable multipolar, o unipolar, RZ1-K (AS), que es un cable con aislamiento Termoestable (XLPE) de 0,6/1kV, formado por conductores aislados de Cobre (Cu), cumpliendo UNE 21123-4. Modelo AFUMEX 1000V (AS) de PRYSMIAN, o similar en otras marcas reconocidas, con sección de Fase, Neutro y Protección 3G6 (3 x 6 mm<sup>2</sup>).
- Las secciones se han calculado según la norma UNE 20460-5-523:2004, así como **Norma UNE-HD 60364-5-52, con las Tablas actualizadas B-52 y C-52** (Intensidades máximas admisibles - REBT).

- El cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2) será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Estará incorporado al SAVE y se considera como instalación Fija.

Se incluye conductor de protección siendo, el mismo, de igual material que los de fase o polares.

#### 8.3.1.9.2 Cálculos generales previos

En este apartado se describen, de forma previa al Capítulo de “CÁLCULOS” del presente Estudio, en el que se utiliza la aplicación DMLECT-2021 para la realización de los cálculos eléctricos, el Esquema planteado del PRVE, según la ITC-BT-52 del REBT, los elementos componentes de la instalación y los criterios de cálculo del cableado.

#### ANTECEDENTES:

Se propone que, el propietario de una vivienda unifamiliar va a comprarse un vehículo eléctrico SEAT Mii, y necesita instalar un punto de recarga (PRVE), decide además, que la alimentación eléctrica, tanto del punto de recarga, como del resto de la vivienda, sea proporcionado por una instalación fotovoltaica en modalidad de autoconsumo con excedentes.

El presente ejemplo de aplicación desarrollará un punto de recarga de 32 A (230 V x 32 A = 7.360 W), situado en el exterior (P<10 kW), por lo que no precisará elaboración de Proyecto firmado por Técnico, según el Apartado 3.1 de la ITC-BT 04, del REBT. Por tanto, con la presentación en los Organismos Competentes de Memoria Técnica del Instalador sería suficiente.

#### **Esquema y descripción general**

Dentro de los esquemas propuestos en la ITC-BT 52 elegimos el número 4a Instalación con circuito adicional Individual para recarga de vehículo eléctrico, en VIVIENDAS UNIFAMILIARES que, normalmente parte del General de Distribución – CGD, de la vivienda).

En las viviendas unifamiliares, o en general en las fincas con un único suministro, tanto para instalaciones nuevas como ya existentes, se instalará una Caja de Protección y Medida (CPM) que incorpore un protector contra sobretensiones transitorias antes del contador y un espacio para la instalación en caso necesario de un filtro PLC después del contador.

#### Grado de protección contra penetración de cuerpos sólidos y acceso a partes peligrosas

Cuando la estación de recarga esté instalada en el exterior, las canalizaciones deben garantizar una protección mínima IP4X o IPXXD.

Las estaciones de recarga y otros cuadros eléctricos tendrán un grado de protección mínimo IP4X o IPXXD (interior) e IP5X (exterior). El grado de protección especificado para la estación de recarga no se aplica durante el proceso de recarga.

#### Grado de protección contra la penetración del agua

Cuando la estación de recarga esté instalada en el exterior, debe realizarse la instalación de acuerdo al capítulo 2 de la ITC BT-30, garantizando, para las canalizaciones un IPX4.

Las estaciones de recarga y otros cuadros eléctricos asociados tendrán un grado de protección mínimo IPX4. Cuando la base de toma de corriente o el conector no cumpla con el grado IP anterior, éste deberá proporcionarlo la propia estación de recarga mediante su diseño. El grado de protección especificado para la estación de recarga no se aplica durante el proceso de recarga.

#### Esquema y descripción general

Dentro de los esquemas propuestos en la ITC-BT 52 elegimos el Esquema-4a: Instalación con circuito adicional Individual para recarga de vehículo eléctrico, en VIVIENDAS UNIFAMILIARES, reflejado en la ITC-BT-2. El Esquema-4a es el siguiente:

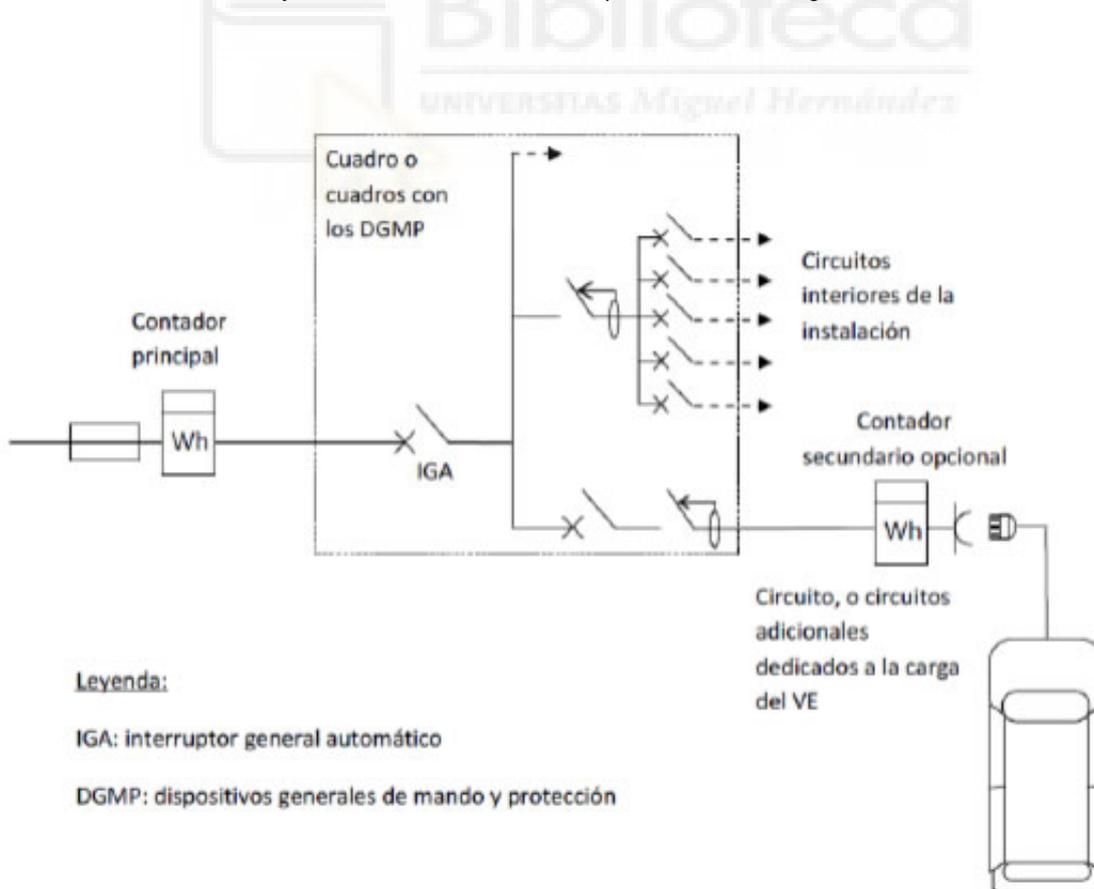


Figura 44

Se recomienda su utilización sólo en los siguientes casos:

- **Viviendas unifamiliares**
- **Fincas de cualquier tipo con un único suministro**

Con el objetivo de mantener el nivel de seguridad, cuando con motivo de la instalación de los nuevos circuitos para la recarga de vehículos eléctricos se realice una modificación en la instalación interior de la vivienda (por ejemplo en el cuadro de mando y protección), se recomienda realizar una **revisión de la instalación existente, según la UNE 202008 IN.**

Esta nueva línea para recarga del vehículo eléctrico es un **circuito individual y exclusivo.**

Nuestro usuario en cuestión no tiene, necesariamente, que ampliar la potencia contratada inicialmente, pero ha de estimarse si es o no necesario o conveniente hacerlo.

En nuestro caso, se determina que la vivienda de su propiedad dispone de una **Instalación Monofásica Instalada de hasta 14,49 kW Monofásica, y tiene una Potencia Contratada de 5,75 kW**, con la empresa distribuidora.

La Potencia Total Máxima consumida sería la correspondiente a los 5,75 kW contratados + 7,40 kW del PRVE, lo que equivale a un total de 13,15 kW < 14,49 kW.

La Potencia total admisible equivale a la Potencia Instalada, Monofásica 230 V, de 14,49 kW, con una Protección general de 63 A.

Habría de contratarse con la empresa distribuidora una nueva potencia, de 14,49 kW, sin modificación de las instalaciones interiores, salvo comprobar el Tipo de Cable de la Derivación Individual. La vivienda está diseñada para esa potencia, así como su Línea General de Alimentación, equivalente en este caso a su Derivación Individual, por lo que ésta no habría de modificarse en sección. Sólo habría de modificarse si el tipo de cableado no cumple las exigencias del REBT vigente.

Si se deseara ampliar la potencia, y dado que los nuevos Contadores electrónicos inteligentes incorporan ICP (dispositivo de Control de Potencia), no sería necesario cambiar el contador ya que se regula electrónicamente, ni tampoco añadir uno independiente para el circuito de recarga.

Sí que es conveniente modificar el tipo de contrato con la compañía comercializadora de electricidad y elegir una tarifa especial para recarga del vehículo eléctrico, con varios períodos y precios muy reducidos para recarga nocturna (supervalle).

Se instalará un circuito de 7.373 W (7360 W del cargador + 3 W consumo en Stand-By del cargador + 10 W de Iluminación/Emergencia)), cuyo cableado será de cobre flexible RV-K(AS) ó RZ1-K(AS), aunque podría emplearse otro tipo de cableado, como cable de cobre flexible H07Z-1K Type 2 (AS).

**Existirá una parte de la instalación, hasta el SAVE que se realizará enterrada, bajo tubo (D63) y de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup>.**

Se propone la instalación del tipo de cableado RZ1-K(AS), con cubierta Termoestable y temperatura hasta 90°C, desde el circuito de salida del CGD hasta la plaza de aparcamiento.

Se decide que el cable sea multipolar monofásico, que incluye en una manguera, con la misma "cubierta", tanto el cableado de Fase y Neutro, como el conductor de Protección (3x Sección).

Este tipo de cable tiene las siguientes características técnicas descriptivas:

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Conductor de cobre: Clase 5 según UNE 60228 (Cobre electrolítico recocido, flexible).
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.
- Cubierta: Poliolefina ignifugada según UNE 21123-4 Anexo A.
- Tensión de servicio: 0,6/ 1 Kilovoltio.
- Temperatura máxima de servicio: 90° C, en servicio permanente.
- Temperatura de cortocircuito: 250° C.
- Comportamiento frente al fuego:
  - No propagador de la llama UNE EN 60332-1-2.
  - No propagador del incendio UNE EN 60332-3-24.
  - Baja emisión de humos UNE EN 61034-2.
  - Baja emisión de humos corrosivos UNE EN 21123-4 Anexo.

En cualquier caso, el cable habría de cumplir CPR (Construction Product Regulation), Reglamento emitido por la Comunidad Europea con el propósito de regular los límites de la resistencia al fuego y sustancias peligrosas, en los materiales utilizados en construcción.

En este caso, habría de cumplir Clase CPR Cca-s1b,d1,a1 y ha de estar identificado en la cubierta del cable.

**La longitud total real, desde el CGD de la vivienda hasta el SAVE es, en este caso, de 35 m.**

### **Sobretensiones**

Una de las incidencias que pueden producirse en la red eléctrica es la **sobretensión**, que se produce cuando la tensión de la red es muy superior a la nominal.

Estas situaciones se producen constantemente en la mayoría de las instalaciones eléctricas. Lo habitual es que se trate de pequeños picos de tensión de muy corta duración, que no afectan significativamente a los aparatos conectados.

Este efecto es conocido como **sobretensiones transitorias**, coloquialmente “transitorios”.

Si estos picos tienen una tensión muy elevada, pueden provocar efectos dañinos.

El ejemplo más claro de una sobretensión transitoria es la que se produce por la caída de un rayo sobre un conductor de la red, o en una zona muy cercana, creando corrientes inducidas aunque no exista contacto físico.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados DPS.

Otro tipo son las **sobretensiones permanentes**, cuya duración puede ser indefinida, producida, por ejemplo, por la rotura de un conductor de neutro, haciendo que la tensión de 230V pueda llegar hasta 400V.

Esta situación provoca daños importantes en los equipos receptores.

Los protectores contra sobretensiones se utilizan para minimizar los efectos perjudiciales de estos fenómenos. Se utilizan dos tipos principalmente, uno para las sobretensiones transitorias y otro para las sobretensiones permanentes.

Para la protección de sobretensiones transitorias se emplean dispositivos denominados POP.

### **Protección contra sobretensiones combinada**

Para proteger correctamente una instalación, hay que combinar distintos elementos de protección. En el caso de la *protección contra sobretensiones*, es habitual encontrar equipos combinados que integran un *protector contra sobretensiones transitorias* y otro contra *sobretensiones permanentes*.

Estos dispositivos combinados se denominan DPS+POP.



*Dispositivo contra sobretensiones combinado (DPS + POP)*

*Figura 45*

#### CÁLCULO DE LA SECCIÓN Y TIPO DEL CONDUCTOR:

Por cálculo básico inicial, hemos de considerar tenemos que la Intensidad del Circuito del PRVE es de 32 A.

La Unidad SAVE a instalar tiene un consumo propio, en este caso inferior a 3 W, según consta en la Ficha Técnica (Consumo Stand-By), y disponemos de una potencia del Circuito de Alumbrado y Emergencia, de 10 W, que han de sumarse a la potencia del PRVE, por lo que se estima la instalación de una Protección Magnetotérmica superior a 32 A, que se correspondería, comercialmente, con una protección magnetotérmica de **40 A**.

La Intensidad máxima de protección a proteger será, por tanto, de 40 A, por lo que el cable ha de poder soportar dicha intensidad de paso, sin menoscabo de sus características y a una temperatura comprendida en su rango de temperaturas de servicio (Intensidad Admisible).

Además, se ha de determinar la sección del cable, en función de su Intensidad Admisible, así como su Caída de Tensión (en función de la sección y la longitud de cable necesaria).

Se van a exponer, a continuación, estos criterios de cálculo.

### **Criterio de la intensidad admisible**

Una vez determinada la tipología de cable a emplear: cable termoplástico (cubierta XLPE), en tendido Monofásico, con Multiconductor de 3 conductores de cobre, procedemos a analizar qué características de Intensidad Máxima Admisible hemos de considerar.

La instalación será Bajo Tubo o Enterrada Bajo Tubo, de 3 conductores, por lo que, según la UNE-HD 60364-5-52:2014, en su Tabla B.52-1, dispondremos de una instalación Tipo “**A1**” o Tipo “**D1**”. A la vista de las Tablas, **la instalación más desfavorable es la Tipo “A1”**. (Ver en páginas siguientes.

En la la tabla simplificada C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014 puede comprobarse que para cable termoplástico (cubierta XLPE), en tendido Monofásico, con Multiconductor de 3 conductores de cobre (F+N+TT), e instalación **Bajo Tubo, en pared**, ha de tenerse en consideración la columna denominada como “**6b**” de la **Tabla C.52-1 bis**.

De la misma forma, en instalación **Enterrada Bajo Tubo** ha de tenerse en consideración la columna denominada como “**6**”, de la **Tabla C.52-2 bis**. **La instalación más desfavorable es Bajo Tubo en pared**.

En esta Tabla C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014, se especifica la Intensidad Máxima Admisible (mínima), en Amperios, que ha de tener el cableado seleccionado, en función de la sección de cálculo de los conductores y número.

A continuación se muestran las 3 tablas comentadas:

- Tabla B.52-1
- Tabla C.52-1 bis
- Tabla C.52-2 bis

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C); EPR: Etileno-propileno (90°C); PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre:  $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ ; Aluminio:  $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio:  $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$ ;  $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

**POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA):**

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

**FACTORES DE MAYORACIÓN  $K_G$ :** 1,25 para motores y 1,3 para lámparas de descarga

Tabla 12



Tabla C.52.2 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 25 °C en el terreno

Método de instalación	Sección mm <sup>2</sup>	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D1/D2	Cobre				
	1,5	20	17	24	21
	2,5	27	22	32	27
	4	36	29	42	35
	6	44	37	53	44
	10	59	49	70	58
	16	76	63	91	75
	25	98	81	116	96
	35	118	97	140	117
	50	140	115	166	138
	70	173	143	204	170
	95	205	170	241	202
	120	233	192	275	230
	150	264	218	311	260
	185	296	245	348	291
	240	342	282	402	336
	300	387	319	455	380
D1/D2	Aluminio				
	2,5	20	17,5	24	21
	4	27	22	32	27
	6	34	28	40	34
	10	45	38	53	45
	16	58	49	70	58
	25	76	62	89	74
	35	91	76	107	90
	50	107	89	126	107
	70	133	111	156	132
	95	157	131	185	157
	120	179	149	211	178
	150	202	169	239	201
185	228	190	267	226	
240	263	218	309	261	
300	297	247	349	295	

Tabla 14

Según lo contenido en las Tablas anteriores, teniendo en consideración el tipo de instalación más desfavorable "A1" (Bajo Tubo en pared, Tabla C.52.1 bis), **la sección mínima del cable de cobre habrá de ser de 10 mm<sup>2</sup>** (Iad = 49 A), y no de 6 mm<sup>2</sup> (Iad = 36 A < 40 A)

Dado que la Intensidad Máxima Admisible que es capaz de admitir un cable determinado, depende de la Marca y Tipo o Modelo de Cable seleccionado (varían en función de la marca), y lo proporciona el fabricante, se va a utilizar un cable determinado, de tipo RZ1-K(AS), que en este caso es de la marca Prysmian, Modelo Afumex Class 1000 V (AS).



**Afumex Class 1000 V (AS):  
aislamiento de XLPE y  
cubierta de poliolefinas Afumex.  
Clase Cca-s1b,d1,a1.  
Alta flexibilidad y facilidad  
de extracción de la cubierta.**

Figura 46

*\* En el catálogo Prysmian de cables y accesorios para BT, se puede encontrar la lista/tabla de este tipo de cable termoplástico y termoestable para obtener las intensidades admisibles.*

En la citada tabla puede observarse que a Intensidad Admisible por la tipología 3G6 (F+N+TT), en este tipo de cable de 10 mm<sup>2</sup> de sección, es de 70 A, por lo que, aun correspondiéndose con Instalación Bajo Tubo en pared, se estima que es superior a 40 A.

En el presente caso se estima que, para poder cumplir con las tablas de la UNE-HD 60364-5-52, se selecciona la sección más favorable, 3G10, con 10 mm<sup>2</sup> de sección.

Este aumento de sección ahorrará dinero en la factura al minorarse las pérdidas térmicas por efecto Joule, de tal manera que para un patrón de carga normal actual o futuro con mayor consumo se amortizará el incremento de coste del cable por tener que instalar 10 mm<sup>2</sup> en lugar de 6 mm<sup>2</sup>.

# AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
Norma diseño: UNE 21123-4  
Designación genérica: RZ1-K (AS)



## DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm <sup>2</sup>	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (t)	PESO kg/km (t)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	250	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2x1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2x4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2x6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2x10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2x16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2x50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3G4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3G6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3G10	0,7	16	485	1,91	78	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3x50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3x70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3x95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3x120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3x150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3x185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3x240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3x300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18 .../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).  
 → XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).  
 → XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).  
 → XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.  
 → XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.  
 → XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Tabla 15

### **Criterio de la caída de tensión**

Según recoge el punto 5 de la ITC-BT 52 *La caída de tensión máxima admisible en cualquier circuito de, desde su origen hasta el punto de recarga, no será superior al 5 %.*

$$\Delta U = 5/100 \times U = 0,05 \times 230 \text{ V} = 11,05 \text{ V}$$

La Sección se halla con la siguiente fórmula:

$$S = 2 * P * L / Y * \Delta U * U$$

Donde:

S: Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

P: Potencia, en vatios (W)

L: Longitud del conductor, en metros

U: Tensión; Diferencia de potencial, en Voltios

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima, en Voltios

Y: Conductividad del cobre a 70 °C = 48,5 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ),

Por tanto;

$$S = 2 \times (7.360+3+10) \times 32 / 48,5 \times 11,05 \times 230 = 4,18 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2$$

*Vemos que la sección de 10 mm<sup>2</sup> cumple, sobradamente, con el criterio de la caída de tensión.*

### **Previsión de presencia de armónicos**

No hay previsión de presencia de armónicos, dado que el equipo tienen filtrado de los mismos, aun así, el Interruptor Diferencial será de Tipo A o Asi (Super-Inmunizado).

#### 8.3.1.9.3 Subcuadro de Protección

Se instalará un Cuadro de Protección del Punto de Recarga (denominado Subcuadro de Protección) que, en este caso se incorpora en el interior del SAVE.

En el caso del presente Estudio, la Protección Diferencial General del Subcuadro de Protección tendrá una sensibilidad de 30 mA y será de Clase-Tipo "A" y la Protección Magnetotérmica para el SAVE será de Curva "C". Para el Circuito de Alumbrado y Emergencia se dispondrá de un Diferencial específico Clase-Tipo AC, con disparo a velocidad menor de disparo / tiempo de respuesta más rápido, con lo que se atenderá a la selectividad de este tipo de protección, haciendo que una derivación a tierra de este circuito, sólo corte el alumbrado. La protección

diferencial del Circuito de Alumbrado y Emergencia será de 10 A, con Curva B (menor tiempo de disparo), con lo que también se propone selectividad respecto al Circuito de SAVE.

NOTA: El Diferencial General del CGD de la Vivienda que encuentra “aguas arriba” el Circuito de alimentación al PRVE se substituirá por uno de Tipo “Asi”.

### **Descripción del Subcuadro**

#### ***Medidas de protección contra sobretensiones, en protección general.***

El circuito debe estar protegido contra **sobretensiones temporales (permanentes) y transitorias (POP+DPS)**. El Instalador justificará la Certificación del fabricante cumpliendo lo especificado en la ITC BT-52.

Los dispositivos contra sobretensiones temporales deben cumplir con la Norma UNE-EN 50550.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica en el edificio.

Según cuál sea la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba, puede ser necesario proyectar la instalación con un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional junto a la estación de recarga.

El dispositivo de protección contra sobretensiones temporales puede instalarse en el circuito de recarga, junto a la estación de recarga o dentro de ella. En nuestro caso se instalará, tanto en el CGD de la Vivienda como en las protecciones incluidas dentro del SAVE.

En este caso, los dos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deberían estar coordinados entre sí.

- Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro. Dado que se instalan en el Cuadro, serán de tipo II (según UNE-EN 61.643-11 e ITC-BT 23).
- 1 Interruptor General Automático, monofásico, de corte Bipolar, de **40 A**, Curva “C”, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- 1 Bornero de entradas/salidas.

Para el SAVE, se instalará:

- 1 Protección Diferencial Monofásica, Bipolar, de **40 A, de 30 mA, Tipo “A”**.

- 1 Interruptor Magnetotérmico de corte omnipolar, Bipolar, de 40 A, Curva "C".

Para el Sistema de Alumbrado/Emergencia, se instalará:

- 1 Interruptor Magnetotérmico, de corte omnipolar, Bipolar, de 10 A, Curva "B".
- 1 Protección Diferencial Monofásica, de 25 A, sensibilidad 30 mA, Tipo "AC".

Todos los elementos serán de Gama Industrial, no doméstica.

#### 8.3.1.9.4 Líneas de distribución y canalización

Las líneas se realizarán mediante conductores libres de halógenos (opacidad reducida y baja emisividad de humos) de, 0,6/1 kV de tensión nominal de aislamiento, Bajo Tubo bajo tubo de PVC D32 mm, por el interior y Enterrado Bajo Tubo D63 mm, en el exterior. La línea será multipolar, y estará constituida por el conductor de fase, el de neutro y el conductor de protección, de 10 mm<sup>2</sup> de sección (3G10), y tipología RZ1-K (AS).

##### 8.3.1.9.4.1 Sistema de instalación elegido

La instalación interior (RZ1-K (AS)) se realizará Bajo Tubo bajo tubo de PVC D32 mm, por el interior y Enterrado Bajo Tubo D63 mm, en el exterior, desde el CGD de la vivienda, hasta el Subcuadro de Protección ubicado en el interior del SAVE y circuito alumbrado específico, bajo tubo.

##### 8.3.1.9.4.2 Descripción: longitud, sección de canalización

Se realizarán mediante conductores libres de halógenos (opacidad reducida y baja emisividad de humos) de 0,6/1 kV de tensión nominal de aislamiento. En el caso del presente Estudio, las líneas serán **XLPE+Pol, RZ1-K(AS), 0,6/1 kV, Cca-s1b,d1,a1**.

La longitud total de la línea de alimentación al SAVE es de 35 m.

El diámetro de los tubos protectores rígidos, de PVC, será, Bajo Tubo bajo tubo de PVC D32 mm, por el interior y Enterrado Bajo Tubo D63 mm, en el exterior, cumpliendo siempre con lo indicado en la instrucción ITC-BT-21 dependiendo del número de conductores que alberguen, de la sección de los mismos y del tipo de instalación.

No se permitirá que los tubos presenten empalmes en su recorrido debiendo ser continuos a lo largo del mismo, o utilizando manguitos específicos.

Deberá instalarse esta canalización de forma que no se sitúe paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las de agua, etc.

En caso de proximidad con otras canalizaciones no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos 3 cm. En el caso de proximidad con posibles conductos de calefacción, humos, etc., las canalizaciones eléctricas, se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantengan separadas por una distancia suficiente.

Las canalizaciones eléctricas se instalarán de forma que una vez terminada la instalación resulten fácilmente accesibles.

Las longitudes de los tubos deberán ser tales que la entrada de los mismos en las cajas de registro y las cajas de mecanismos se realice con un margen de, por lo menos 0,5 cm, en el interior de éstas, debiéndose sujetar para que, al introducir las líneas eléctricas, éstas no hagan escapar el tubo de la caja. **Se utilizarán prensaestopas.** Para garantizar la estanquidad en la entrada/salida de cajas de derivación, caja de protección y SAVE.

La unión de los conductores en el interior de las cajas descritas, en caso de ser necesario, se realizará a base de regletas de empalme aisladas o fichas de conexión, quedando prohibida la unión de los mismos mediante retorcimiento y encintado de los conductores.

#### *8.3.1.9.4.3 Instalación de Alumbrado*

Se dispondrá de **1 luminaria mixta de iluminación y emergencia LED, de 10 W**, con grado de estanquidad **IP55**, en pared, junto al SAVE, conectada a un circuito específico de alumbrado que parte del Subcuadro de Protección. La luz de emergencia será de 100 lúmenes (URA21 LED plus LVS2, Permanente/No permanente, de 100 lúmenes, con Caja Estanca IP65 e IK07). Este circuito transcurrirá, con conducto independiente, desde el Subcuadro, con tubo rígido de PVC, D20, libre de halógenos.

El circuito se compone de cable unipolar, de  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2$ , de tensión asignada 450/750 V, tipo H07-1K(AS), CPR: Cca-s1b,d1,a1

#### *8.3.1.10 ALUMBRADOS ESPECIALES*

Se dispone de alumbrado de emergencia, ya descrito, para alumbrado del Subcuadro, en caso de fallo de la alimentación de red.

### 8.3.1.11 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### Red de tierra para PRVE en plaza de aparcamiento en exterior.

NOTA: Aunque no es obligatorio disponer de una red específica de TT en instalaciones Exteriores de Viviendas Unifamiliares, se diseña ésta por mayor seguridad.

La instalación de puesta a tierra se realizará de forma tal que la máxima resistencia de puesta a tierra a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (estaciones de recarga, cuadros metálicos, etc.).

El SAVE seleccionado (**POLICHARGER PRO T2**; Ver Anexo de Ficha Técnica) dispone de doble aislamiento; esto es:

- **Clase II:** Dispositivo en el que la protección no recae sólo sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un **doble aislamiento o aislamiento reforzado**, no existiendo provisión de una puesta a tierra de seguridad, por no necesitarla.

El poste o báculo donde se sustenta el SAVE dispondrá de un borne de puesta a tierra, conectado al circuito general de puesta a tierra de la instalación.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos podrán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección que une el punto de recarga (Báculo y bornes de tierra interiores del SAVE) con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

#### 8.3.1.11.1 Tomas de Tierra. (Electrodos)

La instalación de puesta a tierra del edificio de nueva construcción pertenece a éste y se encontrará detallada en proyecto específico.

En este caso, al ser una Instalación realizada en Exterior, se dispondrá de 2 picas de acero, de 14,6 mm de diámetro, cobreada 200 micrómetros, de 2 metros de longitud, separadas 4 m

entre ellas, ubicadas en 2 arquetas de registro de 300 x 300 mm, unidas a las partes metálicas del SAVE y soporte, mediante cable desnudo, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup>. Las conexiones entre elementos de cableado se realizarán con Soldadura Aluminotérmica.

#### 8.3.1.11.2 Línea Principal de Tierra

Estará formada por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas a través de los conductores de protección. Irá canalizada junto con los conductores activos. Su aislamiento será  $\geq 750$  V y el color de la cubierta de dichos conductores será amarillo-verde.

#### 8.3.1.11.3 Derivaciones de las Líneas Principales de Tierra

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente a las masas.

Las derivaciones de la línea principal de tierra y los conductores de protección serán de cobre, de las mismas secciones que los conductores activos e irán canalizados hasta los puntos de contacto con las masas junto con los conductores activos. El color de la cubierta de dichos conductores será amarillo-verde. El dimensionamiento de las secciones viene reflejado en el apartado cálculos. Toda conexión con el cable desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, se realizará con Soldadura Aluminotérmica.

#### 8.3.1.11.4 Conductores de Protección

Serán dimensionados en las instalaciones interiores, de acuerdo con la instrucción ITC-BT-19 y ITC-BT-26 quedando reflejados en el apartado de cálculo. Unirán eléctricamente las masas de la instalación con la línea principal de tierra con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos. Las secciones de los conductores de protección tendrán una sección mínima en función de los conductores de fase o polares de la instalación, según la siguiente tabla:

<b>Secciones de los conductores de fase</b>	<b>Secciones de los conductores de protección</b>
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	S con un mínimo de 4 mm <sup>2</sup>
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	16 mm <sup>2</sup>
$S > 35 \text{ mm}^2$	S / 2

Tabla 16

### 8.3.1.12 PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Pueden ser de origen atmosférico o a causa de efectos por conmutaciones de la red, defectos de la red, efectos inductivos y capacitivos.

**De acuerdo con la ITC-BT-52, TODOS los circuitos de recarga deben estar protegidos contra sobretensiones temporales (permanentes) y transitorias.**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V y deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

En el caso de que la máxima sobretensión prevista entre fase y neutro sea 440V, los dispositivos contra sobretensiones temporales deben cumplir con la Norma UNE-EN 50550. **El dispositivo de protección contra sobretensiones temporales puede instalarse en el circuito de recarga, junto a la estación de recarga o dentro de ella.**

Por su parte, **los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica.**

Según cuál sea la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba, puede ser necesario **proyectar la instalación con un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional junto a la estación de recarga.**

En este caso, los dos dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deberán estar coordinados entre sí de modo que se asegure la coordinación energética entre ambos evitándose de ese modo la sobrecarga de uno de ellos.

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio de la instalación aún en el caso de destrucción del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias provocada, por ejemplo, por una descarga de rayo de intensidad superior a la máxima prevista, si el dispositivo de protección contra sobretensiones no lleve incorporada su propia protección, se debe **instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante aguas arriba del mismo con objeto de mantener la continuidad de servicio de todo el sistema, evitando así el disparo del interruptor general.** Este elemento de protección puede ser un fusible o, en su defecto, un automático.

En la **ITC-BT-52** se menciona la necesidad de proteger los circuitos eléctricos con descargadores de sobretensiones. Sin embargo, es importante matizar que en ocasiones es necesario, también, instalar descargadores de corrientes de rayo.

**La protección contra sobretensiones para instalaciones de recarga de vehículos eléctricos es obligatoria.**

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	<b>230</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

Tabla 17

Siendo:

**Categoría I:** Equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso las medidas se toman fuera de los equipos a proteger. Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

**Categoría II:** Equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija. Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles fijas, etc.

**Categoría III:** Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiera un alto nivel de fiabilidad. Ejemplo: armarios de distribución, aparamenta, canalizaciones, etc.

**Categoría IV:** Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del CGD. Ejemplo: contadores de energía, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

Para la protección frente a sobretensiones de las instalaciones se utilizan los limitadores de sobretensión, caracterizados por el nivel de protección (UP) y por la corriente máxima de descarga ( $I_{max}$ ).

UP (KV)  $\Rightarrow$  Nivel de Protección: En función de los aparatos que debemos proteger (tabla 1), existiendo en el mercado desde 1,2 hasta 2 KV para instalaciones normales y desde 0,1 hasta 0,3 KV para instalaciones de líneas telefónicas.

$I_{max}$  (KA)  $\Rightarrow$  Corriente Máxima de Descarga: En función del riesgo de tormentas.

**Bajo:**  $I_{max} = 15 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  **Mitad sur península e islas Bal. Y Canarias.**

**Medio:**  $I_{max} = 40 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  **Mitad norte península, Ceuta, Melilla y Cádiz.**

Alto:  $I_{\max} = 70 \text{ KA}$   $\Rightarrow$  P. Vasco, Navarra, Pirineos, Huesca, Rioja

**En el caso del presente Estudio se seleccionan todos los limitadores de sobretensión que se consideren necesarios con  $I_{\max} = 15 \text{ KA}$  ;  $UP = 1,2 \text{ KV}$ .**

#### *8.3.1.13 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS*

Definidas anteriormente: Interruptores Magnetotérmicos, de Curva C.

#### *8.3.1.14 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS*

Se ha proyectado la instalación de forma que quede garantizada la protección de las personas contra **contactos directos e indirectos**.

La protección contra contactos directos se ha diseñado por medio de alguno de los siguientes métodos:

- Por aislamiento de las partes activas, utilizando siempre cables aislados con cubierta.
- Por medio de barreras o envolventes adecuadas, según se ha definido.
- Por fuera de alcance por alejamiento, manteniendo siempre la instalación lejos del alcance del público, en el caso de protecciones y cableado.
- La utilización de dispositivos de corriente diferencial-residual cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento es **30 mA, (A)** se reconoce como medida complementaria.

Por otro lado, la protección contra los **contactos indirectos** se ha garantizado mediante protección por corte automático de la alimentación.

Teniendo en cuenta que existe un esquema de suministro TT (neutro del transformador conectado a Tierra, e instalación conectada a Tierra independiente), todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, se interconectarán y unirán por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Los dispositivos proyectados que garantizarán la protección contra contactos indirectos serán dispositivos de corriente diferencial residual UNE-EN 61008.

### **Selectividad interruptores automáticos (sobrecargas y cortocircuitos)**

La selectividad consiste en asegurar la coordinación entre las características de funcionamiento en serie de los dispositivos de protección, tal manera que en caso de defecto aguas abajo, sólo el interruptor situado inmediatamente encima del defecto, abre el circuito.

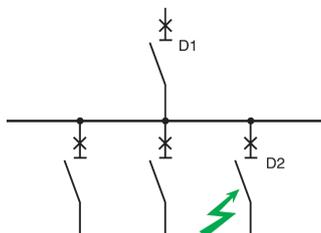


Figura 47

Los elementos de protección seleccionados cumplen selectividad total en la disposición en que se han diseñado; Magnetotérmicos Curva B (Alumbrado) y Curva C

### **Selectividad dispositivos de corriente diferencial-residual.**

En este caso, la Protección Diferencial del Circuito de Alumbrado es Tipo AC y la del PRVE es Tipo A.

## 8.3.2 CÁLCULOS

### 8.3.2.1 TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La alimentación de los receptores será, en régimen permanente, mediante corriente alterna trifásica o monofásica, con tensión nominal de 400 o 230 V, y la frecuencia de 50 Hz.

La caída máxima admisible de tensión, desde el origen de la instalación hasta cualquier receptor, será del 3% para alumbrado y del 5% para fuerza motriz. Así como, la caída de tensión para la Alimentación desde el CGBT del Aeropuerto no será mayor del 1,5 %.

### 8.3.2.2 FÓRMULAS UTILIZADAS

Emplearemos las siguientes:

### Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

### Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$E$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$N$  = Nº de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### **Fórmulas Sobrecargas**

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

### **Fórmulas compensación energía reactiva**

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varnothing_1-\operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico – Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$  ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000(\mu F)$ .

### **Fórmulas Cortocircuito**

$$* I_{k3} = c_t U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

**¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).**

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

R<sub>t</sub>: R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + .....+ R<sub>n</sub> (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X<sub>t</sub>: X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + ..... + X<sub>n</sub> (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I<sub>k3</sub>: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I<sub>k2</sub>: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I<sub>k1</sub>: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

C<sub>t</sub>: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según I<sub>kmax</sub> o I<sub>kmin</sub>), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

Z<sub>Q</sub>: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S<sub>cc</sub> (MVA) Potencia cc AT.

$$Z_Q = ct U^2 / S_{cc} \quad X_Q = 0.995 Z_Q \quad R_Q = 0.1 X_Q \quad \text{UNE\_EN 60909}$$

Z<sub>T</sub>: Impedancia de cc del Transformador. S<sub>n</sub> (KVA) Potencia nominal Trafo, u<sub>cc</sub>% e u<sub>rcc</sub>% Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (u_{cc}\%/100) (U^2 / S_n) \quad R_T = (u_{rcc}\%/100) (U^2 / S_n) \quad X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

Z<sub>L</sub>,Z<sub>N</sub>,Z<sub>PE</sub>: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$



$S=185\text{mm}^2$ ,  $0.75 S \geq 240\text{mm}^2$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$Cu = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$

$Al = 0.028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$

$m = S_{\text{fase}}/S_{\text{neutro}}$  sistema TN\_C,  $S_{\text{fase}}/S_{\text{protección}}$  sistema TN\_S,  $S_{\text{neutro}}/S_{\text{protección}}$  sistema IT neutro distribuido,  $S_{\text{fase}}/S_{\text{protección}}$  sistema IT neutro NO distribuido.

$I_a$ : Fusibles,  $I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos,  $I_{mag}$  (A):

CURVA B  $I_{MAG} = 5 I_n$

CURVA C  $I_{MAG} = 10 I_n$

CURVA D  $I_{MAG} = 20 I_n$

$k_2 = 1$  sistemas TN; 2 sistemas IT.

### **Fórmulas Resistencia Tierra**

#### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$P$ : Perímetro de la placa (m)

#### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

### DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

CGD	13.123 W
TOTAL....	13.123 W

- Potencia Instalada Alumbrado PRVE (W): 10

- Potencia Instalada Fuerza PRVE y Vivieda (W): 13.113

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.9: 13.041

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 14.490

### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared >= 0,3D

- Longitud: 1 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0.08;
- Potencia a instalar: 13123 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 11.810,7 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I=11810.7/230.94 \times 0.9=56.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 104 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.93

$$e(\text{parcial})=(2 \times 1 \times 11810.7/51 \times 230.94 \times 16)+(2 \times 1 \times 11810.7 \times 0.08 \times 0.44/1000 \times 230.94 \times 1 \times 0.9)=0.13 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 63 A.



Cálculo de la Línea: CGD

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\varphi$ : 0.98;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 13123 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 11810.7 W.(Coef. de Simult.: 0.9 )

$$I=11810.7/230.94 \times 0.98=52.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.58

$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 11810.7 / 50.02 \times 230.94 \times 16 = 1.53 \text{ V.} = 0.66 \%$

$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

## CUADRO CGD

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CIRCUITO PRVE 7.373 W

CARGA EXISTENTE 5.750 W

TOTAL.... 13.123 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10

- Potencia Instalada Fuerza (W): 13113

### Cálculo de la Línea: CIRCUITO PRVE

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 35 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 7373 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7373 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=7373/230.94 \times 1=31.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 38.52

$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 7373 / 54.07 \times 230.94 \times 10 = 4.13 \text{ V.} = 1.79 \%$

$e(\text{total})=2.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A "si".

## **SUBCUADRO CIRCUITO PRVE**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

SAVE	7.363 W
ALUMB / EMERG	10 W
TOTAL....	7.373 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 10

- Potencia Instalada Fuerza (W): 7.363

### Cálculo de la Línea: SAVE

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 0.5 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 7363 W.
- Potencia de cálculo: 7363 W.

$$I=7363/230.94 \times 1=31.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 38.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.5 \times 7363 / 54.07 \times 230.94 \times 10=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A.

#### Cálculo de la Línea: ALUMB / EMERG

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 10 W.

$$I=10/230.94 \times 1=0.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 10 / 53.78 \times 230.94 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=2.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CGD

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 5750 W.

- Potencia de cálculo: 5750 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=5750/230.94 \times 1=24.9 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.11

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 5750 / 49.77 \times 230.94 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.74\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CARGA EXISTENTE

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: A1-Unip.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5750 W.
- Potencia de cálculo: 5750 W.

$$I=5750/230.94 \times 1=24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.11

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 5750 / 49.77 \times 230.94 \times 6 = 5 \text{ V.} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

## CGPM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
DERIVACION IND.	11.810,7	1	2x16+TTx16Cu	56.82	104	0.06	0.06
CGD	11.810,7	12	2x16+TTx16Cu	52.19	63	0.66	0.72

Tabla 18

## Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln
DERIVACION.	1	2x16+TTx16Cu	15.001	50	14.542	9592.91	63
CGD	12	2x16+TTx16Cu	14.542	10	6.978	4205.07	63;D

Tabla 19

## Cuadro CGD

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dim (mm) Tubo
CIRCUITO PRVE	7373	35	2x10+TTx10Cu	31.93	70	1.79	2.51	63
CGD	5750	0.3	2x6Cu	24.9	29	0.02	0.74	16
CARGA EXISTENTE	5750	30	2x6+TTx6Cu	24.9	29	2.17	2.91	25

Tabla 20

## Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln
CIRCUITO PRVE	35	2x10+TTx10Cu	6.978	10 6	1.593	790.06	40;D 40;C
CGD	0.3	2x6Cu	6.978	10	6.688	4019.39	25;C
CARGA EXISTENTE	30	2x6+TTx6Cu	6.688		1.183	690.79	

Tabla 21

### Subcuadro CIRCUITO PRVE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc (%)	C.T.Total (%)	Dimen (mm) Tubo
SAVE	7363	0.5	2x10+TTx10Cu	31.88	70	0.03	2.54	63
ALUMB / EMERG	10	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	2.51	16

Tabla 22

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn
SAVE	0.5	2x10+TTx10Cu	1.593		1.576	780.85	
ALUMB / EMERG	5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.593	6	0.91	481.87	10;B

Tabla 23

- La resistividad del terreno es 150 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm<sup>2</sup> 7 m.

Picas de Acero recubierto Cu 14,6 mm; 2 picas de 2m.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

### Sección de las Líneas de Tierra.

Los conductores de protección se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-019, tabla 2, en el apartado del cálculo de circuitos.

Su resistencia eléctrica a 20 °C no será superior a 0,514 Ω / Km. Se constituirá con el citado conductor un anillo cerrado que se unirá, mediante conductor similar, que irá soldado en soldadura aluminotérmica, a las estructuras metálicas y armaduras de muros o soportes de hormigón.

La sección de los conductores de protección interiores tendrá una sección mínima en función de los conductores de fase o polares de la instalación, según la siguiente tabla:

<b>Secciones de los conductores de fase</b>	<b>Secciones de los conductores de protección</b>
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	S con un mínimo de $4 \text{ mm}^2$ ( $2,5 \text{ mm}^2$ entubado)
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S / 2$

Tabla 24

Siendo **S** la sección de los conductores de fase o polares. Los conductores de protección estarán constituidos del mismo metal que los conductores de fase o polares.

### 8.3.3 ESTUDIO ECONÓMICO

Se realiza, a continuación, una estimación económica de los elementos que componen la IRVE expresada en los apartados anteriores del presente CASO PRÁCTICO-II.

Primeramente, se describe, tal como comentado anteriormente, la composición del SAVE: Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2, Monofásico, fabricado en España:

- Regulación dinámica de carga.
- Posibilidad de temporización.
- Puerta abisagrada con cierre por llave.
- Magnetotérmico curva C, 40 A
- Diferencial tipo A. 40 A / 30 mA
- Protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.
- 5 huecos disponibles para añadir protecciones (Circuitos adicionales auxiliares).
- Colgador para el cable y un soporte para el conector.
- Tipo de material: Plástico ABS de alta resistencia (Clase II)
- Conector tipo 2: (IEC 62196)
- Alimentación: Monofásica AC 230V (F+N+T)  $\pm 10\%$ ; 50 Hz
- Potencia Máxima: 7,4 kW

- Tipo de material: Plástico abs de alta resistencia
- Velocidad de recarga variable (6 – 32 Amperios) de 1 en 1.
- Permite regular la intensidad de carga en tiempo real, y mantiene la memoria de la intensidad seleccionada incluso después de un corte de alimentación.
- Incluye sistema de regulación automática de potencia de carga en función del consumo de la vivienda. Para hacer uso de ella, se instalará el sensor de consumo para la vivienda que se incluye gratuitamente con el equipo.
- Permite temporizar la hora de inicio y de parada de la carga.
- Pantalla LCD con retroiluminación en varios colores que indican los estados de carga.
- Permite visualizar intensidad real de carga y la potencia cargada en la sesión, así como la potencia total consumida.
- Parametrización: mediante teclado de 4 botones en equipo.
- Modo de Carga: Modo 3
- Normativas: IEC 61851-1:2010 IEC 61851 – 22:2001 2014 / 35 / EU
- Protección: IP65/ IK10
- Contendrá Control de Producción Solar incorporado

Es coste de suministro de este equipo es de 1.300,00 €.

Se expone, a continuación, un Listado Valorado de Equipos y componentes de la instalación, incluyendo los elementos auxiliares y el coste de mano de obra hasta la total instalación.

Se valora la zanja exterior e instalación del cableado de alimentación y control.

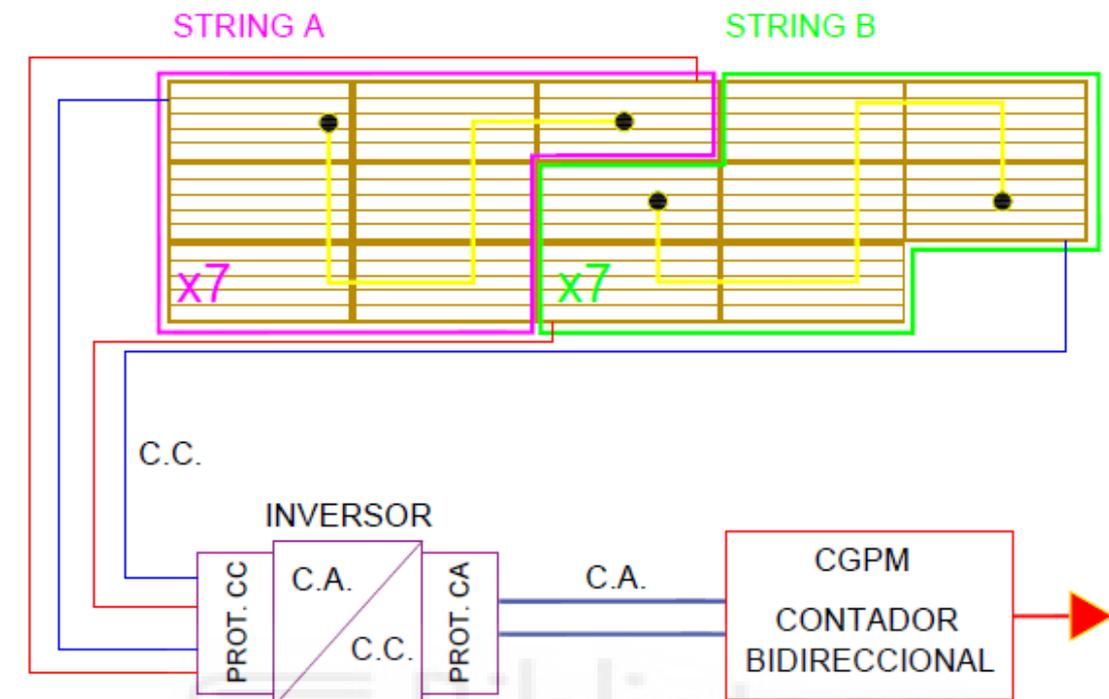
Se valora también la ejecución de zanja e instalación de Puesta a Tierra equipotencial del Báculo y elementos metálicos del PRVE, mediante la ejecución de línea de cobre desnudo (35 mm<sup>2</sup>) y 2 picas de acero cobreado, con registro en arquetas.

Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>PRVE EN PARCELA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>			<b>5.783,00</b>	<b>5.783,00</b>
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			<b>3.570,00</b>	<b>3.570,00</b>
Ud	<b>Modificación en CGPM</b> Modificación en Caja General de Protección y Medida, desde Contador de la vivienda del usuario. Incluye montaje de Sensor de Consumo de la Derivación Individual de la vivienda del usuario. Incluido, conexionado, accesorios y mano de obra necesarios para el montaje completo. Todo ello, instalado según especificaciones de la normativa vigente.	1,000	350,00	350,00
Ud	<b>Modificación en CGD de la vivienda</b> Modificación en Cuadro Genera de Distribución de la vivienda del usuario. Incluye montaje de Sensor de Consumo de la Derivación Individual de la vivienda del usuario. Incluidas las nuevas protecciones, conexionado, accesorios y mano de obra necesarios para el montaje completo. Todo ello, instalado según especificaciones de la normativa vigente.	1,000	450,00	450,00
m	<b>Línea RZ1-K(AS), 2x10+TTx10 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo.</b> Alimentación eléctrica con Línea RZ1-K(AS), 2x10+TTx10 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo, desde CGD a SAVE. Incluso parte proporcional de pequeño material, tubo y piezas especiales.	35,000	14,00	490,00
m	<b>Línea H07Z1-K(AS) 2x1,5+TTx1,5 mm2, CPR: Cca-s1b,d1,a1, bajo tubo, de alumbrado</b> Línea de cobre MONOFÁSICA con aislamiento de tensión nominal 0.75 kV, H07Z1-K(AS) 2x1,5+TTx1,5 mm2, Cca-s1b,d1,a1. Desde SAVE hasta alumbrado, incluidas conexiones. Estará colocada bajo tubo PVC DN16 homologado, rígido, según REBT, incluido. Instalada según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Incluso parte proporcional de pequeño material, tubo y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	5,000	4,00	20,00
m	<b>Suministro e Instalación de Conducto paso comunicaciones DN63 (enterrado) y DN20</b> Suministro e Instalación de Conducto paso comunicaciones DN63 (enterrado) y DN20, desde Sensor de Consumo de vivienda (con transformador de intensidad) al SAVE. Incluso parte proporcional de pequeño material, tubo, caja de registro y piezas especiales.	35,000	2,00	70,00
Ud	<b>Suministro PRVE-SAVE y Báculo</b> Suministro de Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2 Monofásico. Clase II. Incluye cableado que parte del SAVE, hasta el conector (Tipo-2), que será apto para usos móviles, de cobre, clase 5 ó 6. Incluye Soporte para conector Tipo-2, anclado a báculo, INCLUIDO.	1,000	1.360,00	1.360,00
Ud	<b>Instalación de PRVE-SAVE</b> Instalación completa de Equipo de recarga Wallbox- Policharger PRO-T2 conector tipo 2, Monofásico.	1,000	180,00	180,00
Ud	<b>Suministro e Instalación de Luminaria Mixta Permanente/No permanente, de 100 lúmenes, IP65 e IK07</b> Suministro e Instalación de Luminaria Mixta URA21 LED plus LVS2, Permanente/No permanente, de 100 lúmenes, con Caja Estanca IP65 e IK07	1,000	150,00	150,00
Ud	<b>Puesta a Tierra de SAVE, arquetas y red equipotencial</b> Puesta a Tierra y red equipotencial de los elementos metálicos del PRVE, realizando una Red Equipotencial de los mismos. Se realizará la instalación de 2 picas de 14,6 mm / 2 m, cobreadas, a 4 m de distancia entre ellas, ubicadas en Arquetas de 300 x 300 x 700 mm, incluidas en otra partida, unidas mediante cable de cobre de 35 mm2, de sección, grapeado a las picas y unidas al báculo metálico y bornero de tierra del SAVE, mediante terminal, tornillo, tuerca y contratuerca de acero inoxidable. Instalación de cable enterrada a 80 cm, bajo nivel de la rasante. Se cumplirá lo prescrito en el REBT vigente.	1,000	500,00	500,00
			<b>3.570,00</b>	<b>3.570,00</b>
<b>OBRA CIVIL</b>			<b>1.663,00</b>	<b>1.663,00</b>
Ud	<b>APERTURA DE HUECO EN MURO</b> Apertura de hueco en muro, sin afectar a la estabilidad del muro. El precio incluye el corte previo del contorno del hueco. Se rejuntará el hueco, tras el paso de las instalaciones y se ignifugará, si procede.	1,000	40,00	40,00
m2	<b>Corte y demolición de acera/solera/pavimento.</b> Corte y demolición de acera/solera/pavimento de hormigón, en Zona de instalación en zanja y ubicación del SAVE, realizado con medios manuales o mecánicos.	6,500	22,00	143,00
m3	<b>Excavación de zanja, a cielo abierto, con medios manuales y mecánicos</b> Excavación de zanja, a cielo abierto, de cotas eficaces: 0,35 m de anchura x 0,85 m de profundidad. Durante su ejecución se dispondrá de los elementos de seguridad anticaídas y de cruce, necesarios, en todo el horario entre la apertura de zanja y su posterior cobertura y tapado.	4,500	34,00	153,00

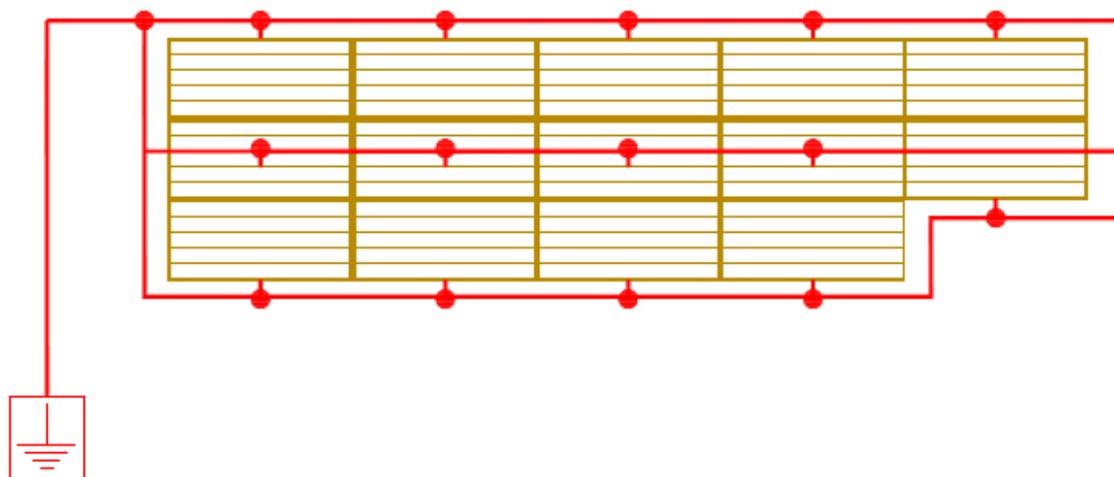
Ud	<b>Realización de Arqueta de registro de picas de tierra (300x300x700 mm)</b>	2,000	190,00	380,00
	Realización de Arqueta de registro de pica de tierra, realizada conformando la zanja hasta la medida de implantación de Arqueta, con medios manuales y limpieza. La dimensión de la Arqueta es de 300 x 300 x 700 mm. Incluirá premarco y tapa de fundición de hierro reforzada, certificada, de 300 x 300 mm, enrasada completamente a pavimento y nivelada con éste. La arqueta se realizará con fábrica de ladrillo macizo y enfoscado interior de mortero de cemento.			
m	<b>Suministro y colocación de cintas de señalización</b>	6,000	0,50	3,00
	Suministro y colocación de cintas de señalización homologada, según Normas, en toda la instalación enterrada.			
m3	<b>Relleno de Zanjas y formación de acera/pavimento. I/Pintado</b>	4,000	61,00	244,00
	Suministro de Arena de granulometría 0/6 mm., Lavada, de río, para formación de cama de conductos, extendida y nivelada, y para tapado. Tras la colocación de las instalaciones, rellenos con Zahorras y tierras propias, con encachado superior de 20 cm en caja para base de solera, con aporte de zahorra Ø20/40 mm, y compactación mediante equipo manual. Solera de hormigón en masa de 10-12 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I para realización de acera/pavimento, nivelado, con las mismas condiciones del existente (incluso pintado). El volumen total de relleno y pavimentación coincidirá con el de excavación. La zahorra (áridos) se compactará por tongadas de 15 cm, a Próctor Modificado 98%. Durante las labores de relleno y compactación, se dispondrán las canalizaciones, cintas de señalización e instalaciones.			
Ud	<b>Base de Cimentación y Pedestal (Báculo) de SAVE</b>	2,000	350,00	700,00
	Realización de base de cimentación y pedestal para ubicación de SAVE. Cimentación de 500 x 400 mm, con 600 mm de profundidad (400 mm de hondo y 200 mm de pedestal), realizada en Hormigón H-250, con armaduras M-12 y placa de anclaje del fabricante del SAVE, según especificaciones de Memoria y Ficha Técnica del Fabricante. El pedestal, será nivelado y, en ningún caso producirá acúmulo de agua pluvial. Accesorios de anclaje, placa y pernos de anclaje del pedestal (báculo). Incluye tubos de PVC para línea de alimentación y para cableado de comunicación, prolongados desde zanja, hasta el SAVE. Incluye excavación, encofrado, vertido, vibrado, desencofrado y terminación con raseado.			
	<b>2</b>		<b>1.663,00</b>	<b>1.663,00</b>
	<b>PRUEBAS B.T. Y LEGALIZACIÓN</b>		<b>200,00</b>	<b>200,00</b>
Ud	<b>Pruebas y Puesta en Marcha Instalación B.T.</b>	1,000	200,00	200,00
	Realización de Pruebas de la Instalación Eléctrica, conforme a REBT, y en especial la ITC BT-52, así como las que determine el fabricante. Puesta en marcha de las instalaciones y el equipo SAVE. Se presentarán Certificados de las pruebas realizadas.			
	<b>3</b>		<b>200,00</b>	<b>200,00</b>
	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		<b>350,00</b>	<b>350,00</b>
Ud	<b>Costes de Seguridad y Salud laboral</b>	1,000	350,00	350,00
	Seguridad y Salud. Medidas y Medios de Protección, así como EPIs.			
	<b>4</b>		<b>350,00</b>	<b>350,00</b>
	<b>MEDICION CASO-2-FV</b>		<b>5.783,00</b>	<b>5.783,00</b>

### 8.3.4 PLANOS

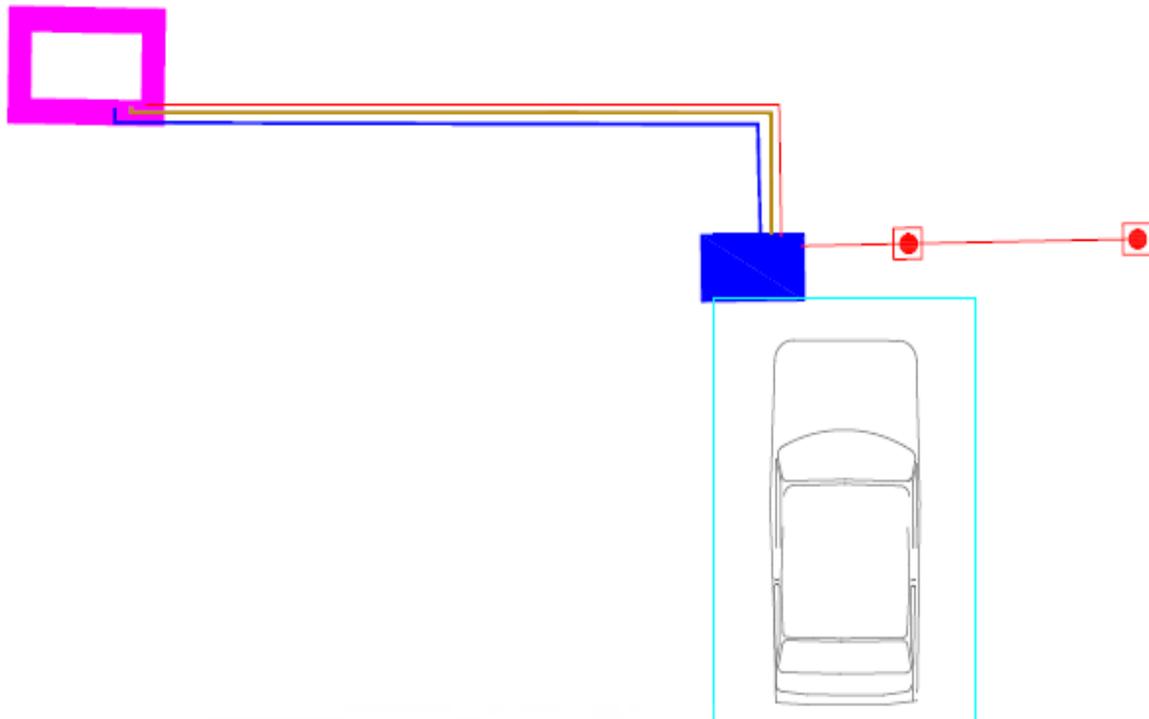
#### 8.3.4.1 ESQUEMA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



#### CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE LOS PANELES (PARALELO)

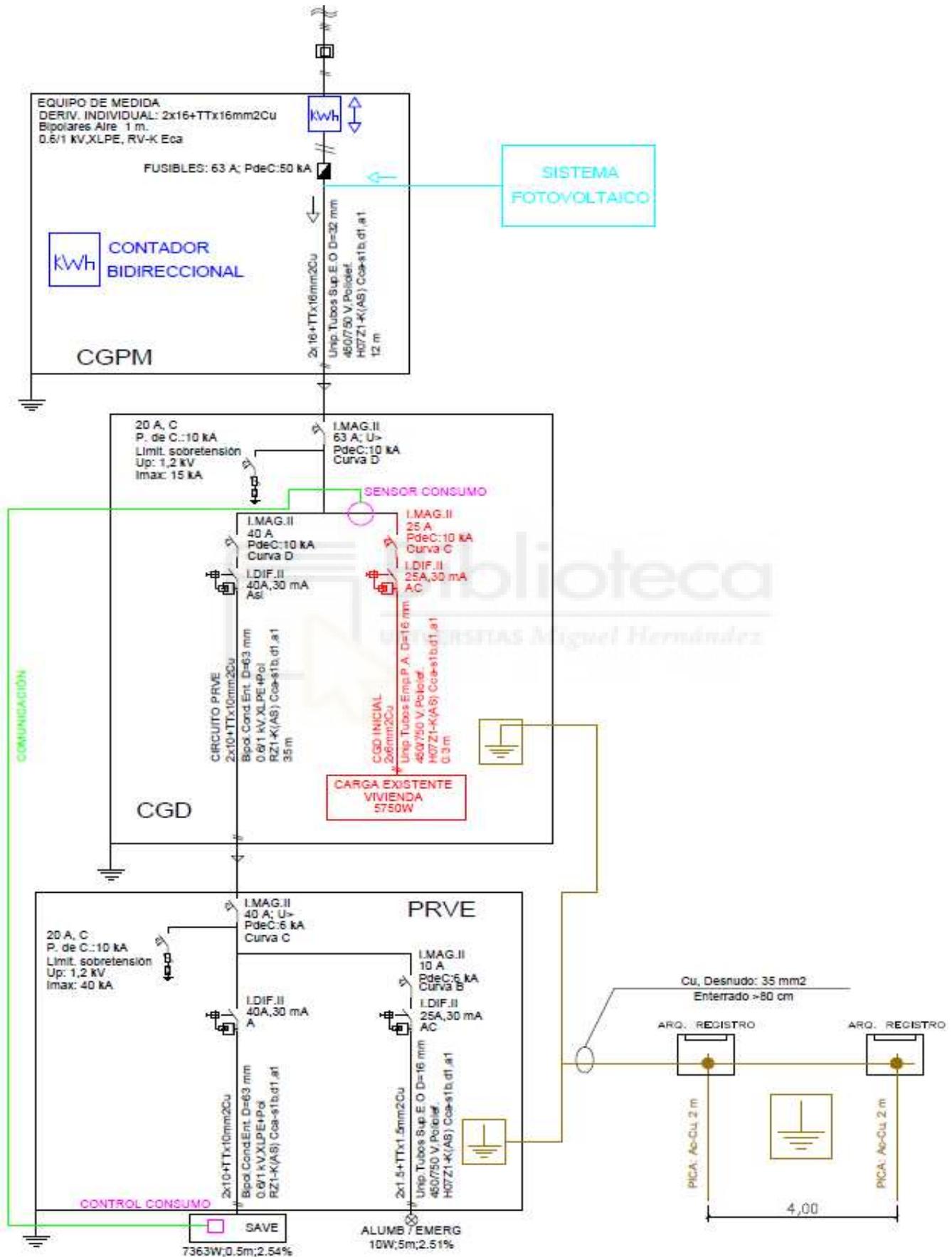


### 8.3.4.2 DISPOSICIÓN DEL PRVE EN PLANTA



	CONDUCTO COMUNICACIÓN
	ALIMENTACIÓN FUERZA
	INSTALACIÓN TOMA DE TIERRA
	ARQUETA Y PICA DE TIERRA
	SAVE, CON PROTECCIONES

### 8.3.4.3 ESQUEMA UNIFILAR



8.3.4.4 SECCIÓN DE ZANJA

ZANJA ALIMENTACIÓN P.R.V.E.



REF.	MATERIALES
1	TUBO HDPE CURVABLE-CORRUGADO DN63
2	ARENA DE RÍO, LAVADA
3	RELLENO ÁRIDOS-ZAHORRA
4	CINTA DE SEÑALIZACIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS
5	HORMIGÓN HNE-15
6	PAVIMENTO
7	CABLE BAJA TENSIÓN
8	TUBO COMUNICACIÓN
9	CABLE DESNUDO 35 mm <sup>2</sup> (TT) EN FONDO ZANJA

## 8.3.5 ANEXOS

### 8.3.5.1 FICHAS TÉCNICAS



## VITOVOLT 300

Módulos fotovoltaicos  
Modelo M540WI

### Datos técnicos



#### **VITOVOLT 300** Modelo M540WI

Módulo fotovoltaico monocristalino en la variante estándar con 540 Wp de potencia nominal para generar corriente eléctrica a partir de energía solar

- Rendimiento del módulo del 20,7%
- Tecnología de célula Shingled PERC
- Gran capacidad de carga mecánica para altas cargas de nieve (5400 Pa) y de viento/succión (2400 Pa) gracias al marco de aluminio resistente a la corrosión
- Potencia positiva de hasta 5 Wp mediante tolerancia en potencia positiva
- Seguridad de funcionamiento elevada: 2 puentes de diodos de bypass para un funcionamiento fiable
- Resistencia contra la niebla salina y el amoníaco comprobada. Por lo tanto, es adecuado para usar en regiones costeras y en regiones con agricultura intensiva
- Los certificados conforme a las normas IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701 e IEC 62716 garantizan las normas de calidad internacionales

**Nota:** documento sujeto a modificación

## Datos técnicos

Vitovolt 300	Modelo 540WI
<b>Datos de rendimiento en STC</b>	
Máxima Potencia nominal-P <sub>máx</sub>	Wp 540
Tolerancia	W 0/-5
Tensión MPP [Umpp]	V 38,9
Potencia MPP [Impp]	A 13,87
Tensión en circuito abierto [Uoc]	V 46,9
Corriente de cortocircuito [Isc]	A 14,76
Eficiencia de los módulos	% 20,7
<b>Coefficientes de temperatura</b>	
Potencia	%/K -0,34
Tensión en circuito abierto	%/K -0,27
Corriente de cortocircuito	%/K 0,04

Vitovolt 300	Modelo 540WI
<b>Temperatura de la célula a NOCT</b>	°C 42,3
<b>Tensión del sistema, máx.</b>	V 1500
<b>Resistencia a la corriente inversa</b>	A 25

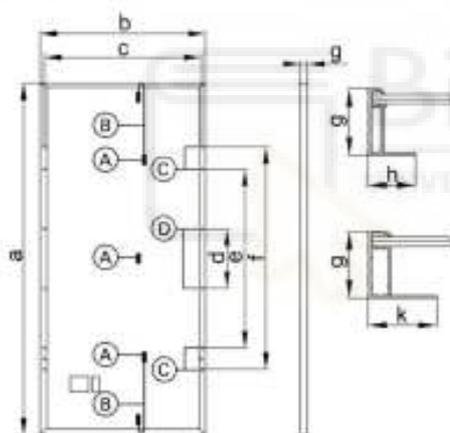
**STC** Irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula 25 °C, número de masa atmosférica AM 1,5, tolerancia de medición ±3 % (P<sub>máx</sub>)

**MPP** Punto de máxima potencia (en STC)

**NOCT**

- Irradiación 800 W/m<sup>2</sup>
- Temperatura ambiente 20 °C
- Número de masa atmosférica AM 1,5
- Velocidad del viento 1 m/s
- Tolerancia de medición ±5 % (P<sub>máx</sub>)

## Medidas de conexión



- A Una caja de conexiones  
 B Cables de conexión  
 C 8 tornillos de montaje 9 x 14 mm  
 D 4 tornillos para potencial de tierra, Ø 7 x 10 mm

a	mm	2384
b	mm	1096
c	mm	1046
d	mm	400
e	mm	1200

f	mm	1500
g	mm	35
h	mm	245
k	mm	35

Tipo de célula	Célula de silicio monocristalino PERC
Número de celdas	345 (Shingled PERC)
Incrustación de células	Acetato de vinilo de etileno (EVA)
Marco	Aleación de aluminio anodizado plateado
Cristal frontal	Cristal de seguridad de 3,2 mm con revestimiento antirreflejante
Peso	28,3 kg
Max. Presión/Succión	5400 Pa/2400 Pa
Caja de conexiones	IP 67, 2 diodos
Cables	Conexión de 300/900 mm, sección de cable de 4 mm <sup>2</sup> compatible Multi-Contact (MC4)
Clase de protección	II
Clase de aplicación	A
Unidad de envío	31 piezas por palet

**Garantía** de producto y rendimiento según las condiciones de garantía de Viessmann Werke GmbH & Co. KG

**Garantía del producto**  
 15 años garantía del producto de Viessmann

**Garantía de rendimiento**  
 Min. 37 % tras el primer año  
 Min. 80 % lineal después de 25 años

**Calidad probada**  
 Certificado según las normas IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716.  
 Fabricado en instalaciones con certificación ISO 9001 y 14001.  
 Homologación CE conforme a las directivas vigentes de la CE.

## SUNNY HOME MANAGER 2.0



### Innovador

- Gestor de energía con dispositivo de medición integrado
- Análisis de consumo de cargas individuales
- Carga optimizada de la batería en sistemas de almacenamiento SMA

### Sencillo

- Rápida instalación con el sistema plug & play
- Visión general de todos los equipos consumidores, sistemas de generación de energía fotovoltaica y baterías
- Uso más eficiente de la energía y disminución de los costes de energía

### Transparente

- Balance energético y datos de carga mostrados en diagramas interactivos
- Previsión de los datos meteorológicos y de la producción fotovoltaica
- Monitorización de la planta a través del Sunny Portal

### Flexible

- Conexión de equipos consumidores a través de protocolos estándar y equipos conmutables
- Equipos compatibles como bombas de calor, vehículos eléctricos y otros electrodomésticos en [www.sma-iberica.com](http://www.sma-iberica.com)

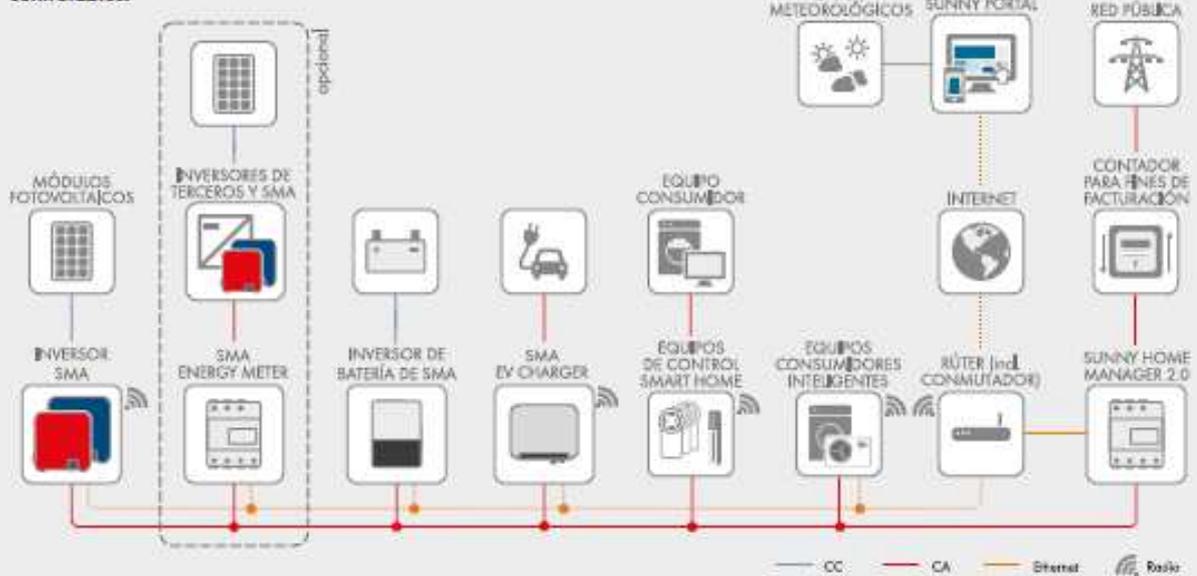
## SUNNY HOME MANAGER 2.0

### La central de control para una gestión inteligente de la energía

El Sunny Home Manager 2.0 es el gestor energético inteligente de SMA ya que permite la máxima utilización de la energía fotovoltaica de forma eficiente en el hogar. Esto optimiza el autoconsumo de energía fotovoltaica y disminuye significativamente los costes de la energía. Para ello, mide todos los datos relativos a la generación de energía fotovoltaica, consumo de la red e inyección a red y ofrece una vista completa de todos los flujos energéticos relevantes del hogar. A partir de las previsiones locales de producción de energía fotovoltaica y los perfiles de carga registrados en el hogar, este equipo autodidacta crea recomendaciones de uso personalizadas y coordina el funcionamiento de los equipos consumidores controlables, de modo que pueda utilizarse directamente el máximo posible de energía fotovoltaica de producción propia.

El camino hacia una gestión inteligente de la energía es muy fácil: basta con instalar el Sunny Home Manager 2.0 en el punto de conexión a la red, conectarlo a través del cable ethernet al router de internet, registrar la planta fotovoltaica en el Sunny Portal de forma gratuita y unirse a los más de 60.000 sistemas instalados en todo el mundo que se benefician de una mayor eficiencia energética.

**Ejemplo de gestión inteligente de la energía: generación de energía fotovoltaica con la solución de almacenamiento de SMA y diversos equipos consumidores controlables.**



Datos técnicos	Sunny Home Manager 2.0
<b>Gestor energético</b>	
Conexión con el router local	A través de cable ethernet (10/100 Mbit/s, conector RJ45)
Conexión de los inversores fotovoltaicos y sistemas de baterías de SMA	Ethernet o WLAN a través del router local
Conexión de equipos consumidores en la gestión de la energía	a. Conexión de datos directa (EEBus, SEMP) b. Conexión de datos indirecta (equipos conmutables compatibles)
<b>Equipo de medición integrado</b>	
Exactitud de medición	±1 %
Ciclo de medición	200 ms, 600 ms o 1000 ms
<b>Número máx. de equipos de la planta fotovoltaica (aparte del SMA Energy Meter)</b>	
Equipos de la planta, en total	Hasta 24
de los cuales equipos consumidores con gestión activa de la energía	Hasta 12
<b>Entradas (tensión y corriente)</b>	
Tensión nominal	110 V/230 V/400 V
Frecuencia	50 Hz/60 Hz
Corriente nominal/limite por cada conductor de fase	5 A/63 A (±63 A combinado con transformadores de corriente externos)
Sección de conexión	De 10 mm <sup>2</sup> a 16 mm <sup>2</sup> (para protección de 63 A)
Par de apriete para bornes roscados	2,0 Nm
<b>Condiciones ambientales durante el funcionamiento</b>	
Temperatura ambiente	De -25 °C a +40 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	De -25 °C a +70 °C
Clase de protección (según IEC 62103)	II
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP20
Valor máximo permitida para la humedad relativa del aire (sin condensación)	Del 5 % al 90 %
Altitud sobre el nivel del mar	De 0 m a 2000 m
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	70 mm/88 mm/65 mm
Espacios necesarios en el cuadro de distribución (según DIN)	4
Peso	0,3 kg
Lugar de montaje	Armario de distribución o de contadores
Tipo de montaje	Montaje sobre carril DIN
Indicación de estado	3 leds
Autoconsumo	<3 W
<b>Equipamiento</b>	
Manejo y visualización	A través de Sunny Portal
Función de actualización para el Sunny Home Manager y los equipos de SMA conectados	Automática
Garantía	2 años
Certificados y autorizaciones	www.SMA-Solar.com
<b>Accesorios</b>	
SMA Energy Meter como complemento para el equipo de medición integrado	Precisa medición trifásica, conexión a través de ethernet en la red local
Actualizado: 05/2021	
Modelo comercial	HM-20



Servicio inteligente con  
SMA Smart Connected

#### Compacto

- Montaje por parte de una sola persona gracias al bajo peso de 20,5 kg
- Mínima necesidad de espacio gracias al diseño compacto

#### Cómodo

- Instalación 100 % plug & play
- Monitorización en línea gratuita a través de Sunny Places
- Servicio automatizado mediante SMA Smart Connected

#### De gran rendimiento

- Aprovechamiento de la energía sobrante por la limitación dinámica de la potencia activa
- Gestión de sombras mediante OptiTrac™ Global Peak o con la comunicación TS-4-R integrada

#### Combinable

- Ampliable en cualquier momento con gestión inteligente de la energía y soluciones de almacenamiento
- Combinable con componentes TS4R para la optimización de módulos

## SUNNY TRIPOWER 8.0 / 10.0

Mayor rendimiento para los hogares particulares: generación inteligente de la energía solar

El nuevo Sunny Tripower 8.0-10.0 garantiza máximos rendimientos energéticos para hogares particulares. Este inversor combina el servicio integrado SMA Smart Connected y una tecnología inteligente para cualquier requisito del entorno. El equipo es fácil de instalar gracias a su diseño extremadamente sencillo. El Sunny Tripower puede ponerse en marcha rápidamente con un smartphone o con una tablet a través de la interfaz de usuario integrada. Para requisitos especiales en el techo, como por ejemplo, las sombras, pueden añadirse fácilmente y de forma precisa los optimizadores de módulos TS-4-R. Los estándares de comunicación actuales hacen que el inversor pueda adaptarse con seguridad en el futuro, es decir, que soluciones de gestión inteligente de la energía, así como las soluciones de almacenamiento de SMA pueden ser añadidas de manera flexible en cualquier momento.

## SMA SMART CONNECTED

### Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected\* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto permitirá ahorrar valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected, el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganar la simpatía del cliente gracias a las atractivas prestaciones adicionales.



#### ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en el Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



#### MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DEL INVERSOR

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



#### COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa inmediatamente al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, permite ahorrar tiempo y dinero. Gracias a los informes periódicos sobre el rendimiento, se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



#### SERVICIO DE RECAMBIO

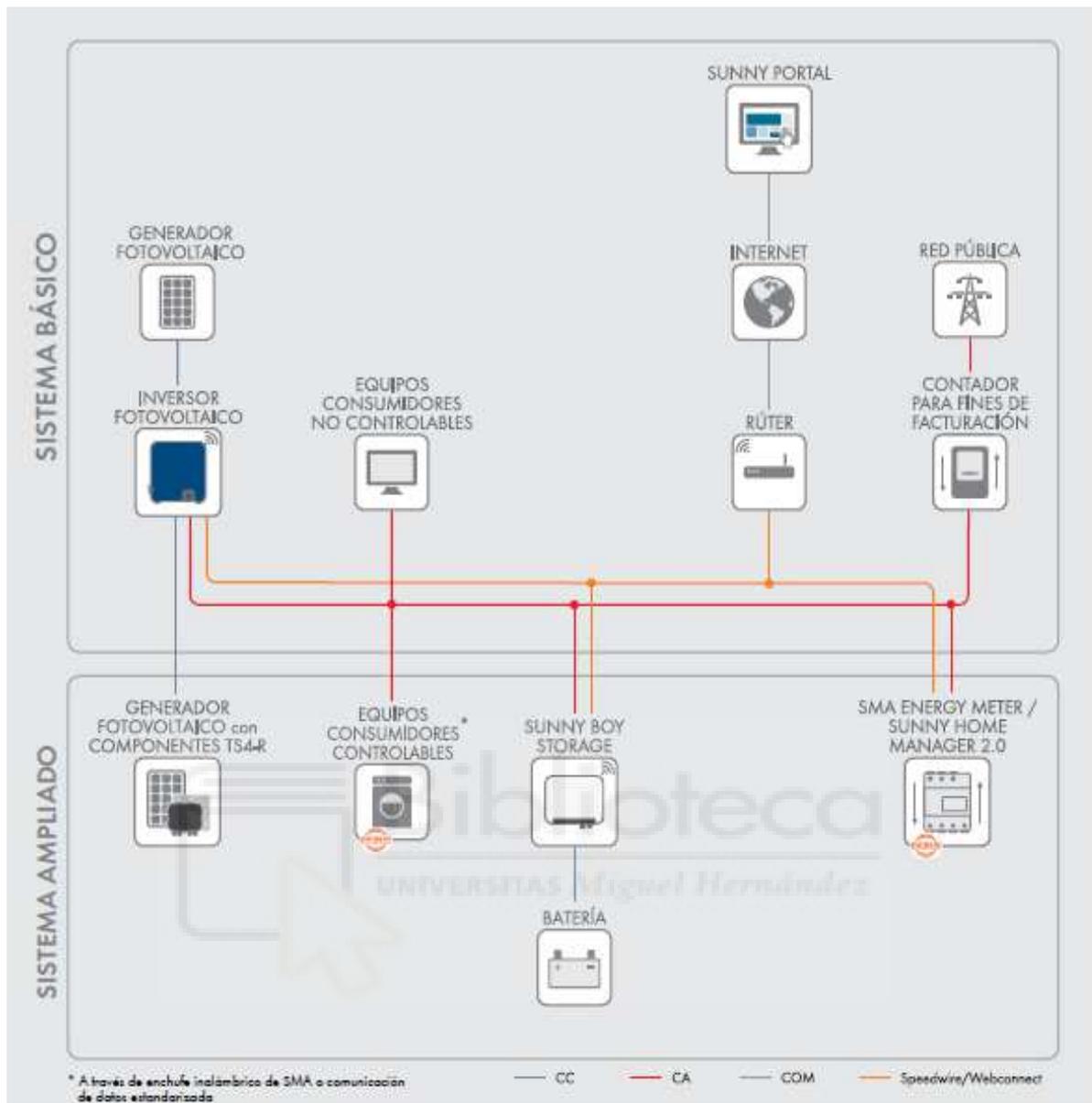
En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras haberse diagnosticado el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.



#### SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no ha sido entregado dentro del plazo de 3 días.





#### Funciones del SISTEMA BÁSICO

- Puesta en marcha sencilla gracias a la interfaz WLAN y Speedwire integrada
- Transparencia máxima gracias a la visualización en Sunny Portal / Sunny Places
- Seguridad de la inversión por medio de SMA Smart Connected
- Modbus como interfaz de tercero

#### Funciones del SISTEMA AMPLIADO

- Funciones del sistema básico
  - Reducción del consumo de la red y aumento del autoconsumo mediante el aprovechamiento de la energía fotovoltaica almacenada provisionalmente
  - Máximo aprovechamiento de la energía con una carga basada en la previsión
  - Autoconsumo ampliado gracias a una gestión de la carga inteligente
  - Rendimiento máximo de la planta gracias a la tecnología de módulos inteligentes
- Con SMA Energy Meter:
- Rendimiento máximo de la planta gracias a la limitación dinámica de la inyección a red entre el 0 % y el 100 %
  - Visualización de los consumos energéticos

## **9. CONCLUSIONES**

Tal y como se ha visto y se ha mencionado en varias ocasiones a lo largo del presente proyecto, podemos etiquetar de “necesidad” el hecho de que las previsiones en nuestro país con respecto a la venta de vehículos eléctricos y la instalación de puntos de recarga mejoren, y no en baja medida.

Es verdad que este año 2022 las matriculaciones de estos vehículos se han incrementado mucho con respecto al año pasado, pero todavía falta mucho camino por recorrer.

Una persona que, sin tener en cuenta su conciencia climática, desee comprar un vehículo a día de hoy, tiene que tener en cuenta muchos factores a la hora de decidirse por uno de combustión y uno eléctrico. El precio del vehículo ya de por sí es un inconveniente, de ahí que se haya activado el plan Moves III, para equilibrar un poco la balanza en este aspecto. También el hecho de que haya tan poco puntos de recarga, y que, de los que hay, la gran mayoría (80%) sean de carga lenta, desbalancea mucho la decisión. De los 100.000 puntos que se preveía tener en 2023, España únicamente dispone de 13.000, muy por debajo de lo estimado y un número insuficiente a día de hoy.

La instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos debería ser una de las mayores preocupaciones a corto plazo para que el parque automovilístico de España dé un giro de 180 grados hacia la electrificación. Una vez se consiga un número aceptable de PRVE tanto en la vía pública como en el ámbito privado, la decisión de comprar un vehículo eléctrico será mucho más fácil y rápida.

Otro de los factores es la autonomía de los vehículos, problema que, de momento, se había podido solucionar gracias a la introducción de los híbridos, pero como ya hemos visto, ni son tan “eco-friendly” como se nos había hecho pensar, ni ayudan a paliar el problema a largo plazo. La forma de lidiar con el problema de la autonomía es investigar en alguna forma de hacer las baterías más eficientes. Sí, se pueden utilizar baterías con mayor capacidad, pero por el momento esto implica también mayor tamaño y, por tanto, únicamente se podrían usar en cierto tipo de vehículo. El problema de la autonomía radica en, que si no se ha planificado bien el viaje a la hora de saber dónde y cuándo se puede recargar el vehículo, esto puede producir ansiedad en la persona, por la posibilidad de no poder recargar el vehículo y quedarse tirada. Muchas personas deciden desechar la opción del vehículo eléctrico simplemente para evitarse todo este tipo de problemas y rompecabezas. Pero esto también tiene solución con la instalación de muchos más puntos de recarga a lo largo y ancho de las carreteras españolas.

Es por esto que se desarrollan ambos casos prácticos, se debe empezar a instalar Puntos de Recarga, tanto en garajes comunitarios, en Parkings públicos, en viviendas unifamiliares, en la vía pública... Esto es solamente un pequeño ejemplo de lo que está por venir.

## **10. BIBLIOGRAFÍA**

A lo largo de este proyecto se han tomado referencias e ideas de diferentes fuentes a las que se hace referencia a continuación:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Código Técnico de la Edificación

Normativa publicada en el BOE, así como en el DOUE.

[1] Artículo: Hubo un tiempo en el que los coches eran eléctricos, Marcos Baeza

[2] [electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico](http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico)

[3] [iberdrola.com/sostenibilidad/historia-coche-electrico](http://iberdrola.com/sostenibilidad/historia-coche-electrico)

[4] Artículo: Historia de los coches eléctricos, Daniel Murias

[5] Artículo: Especial: La historia de los coches eléctricos, Carlos Noya

[6] Artículo: Las ventajas del coche eléctrico en la actualidad, Quadis.es

[7] Artículo: Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras, P. Frías, J. Román

[8] Artículo: Vehículos eléctricos en Europa: ¿Cuál es la situación actual?, Geoinnova.org

[9] Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en España, Everis, Ecodes

[10] Artículo: Las reservas de combustibles fósiles, Webaero

[11] Informe OBS: El vehículo eléctrico en España. Situación actual, objetivos y retos a abordar

[12] [iberdrola.com/sostenibilidad/huella-de-carbono](http://iberdrola.com/sostenibilidad/huella-de-carbono)

[13] Artículo: Huella de carbono del coche: reducir las emisiones de CO2, Climate Selectra

[14] Informe: MiTEco: Huella de Carbono, Evolución 2014-2018

[15] Artículo: Se acabó el chollo de los híbridos enchufables: la UE evaluará las emisiones reales en 2025, Gonzalo García

[16] Artículo: Race: Cómo son las baterías de los coches eléctricos

[17] Artículo: ¿Qué tipos de coches híbridos y eléctricos existen?, Edgar Vivó, Neomotor

[18] Artículo: Race: Los tipos de conectores que existen para los coches eléctricos

[19] Lugenergy: Esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos

[20] Guía de la Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos (IRVE)-2022:  
smartwallboxes.com

[21] [idaa.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii](https://idaa.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii)

[22] Guía de ayudas 2022 para comprar un coche nuevo, Coches.net

[23] [selectra.es/autoconsumo/info/normativa/subvenciones](https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa/subvenciones)

[24] [iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica](https://iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica)

[25] [sotysolar.es/autoconsumo](https://sotysolar.es/autoconsumo)

También se han utilizado los conocimientos adquiridos en:

- Curso Autoconsumo con Instalaciones Fotovoltaicas, UMH.
- Jornada PVGIS, COITIA.

Programas de simulación empleados:

- PVGIS
- Sunny Design (SMA Solar Technology AG)

Programa de cálculo empleado:

- DMELECT