



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

Prologo

Dedicatoria

A mis padres, por su apoyo y animo durante toda la carrera, que me ha permitido seguir hacia adelante en los periodos más difíciles.

A mis compañeros, de los que tanto he aprendido durante los años de estudio, apoyándonos mutuamente.

A los profesores que tanta paciencia han tenido con nosotros, para transmitirnos sus conocimientos y convertirnos en eficientes ingenieros.

Por último, agradezco a mi tutor Lluís Monjo Mur, por dirigirme durante toda la redacción de este proyecto.

Índices de referencia

Índice Genérico

Índice de figuras	I
Índice de tablas	II
Índice de ecuaciones	IV
Índice de abreviaciones	VI
Glosario	VIII
Memoria	1
Anexos	51
Planos	111
Pliego de Condiciones	119
Mediciones y Presupuesto	131

Índices de referencia

Índice de figuras

Fig.M1 Puntos de recarga en vía pública obtenida con la aplicación Electromaps	7
Fig.M2 Esquema básico Modo 3	9
Fig.M3 Circuito de protecciones básico	10
Fig.M4 Circuito de protecciones con rearme	10
Fig.M5 Control del punto de recarga	11
Fig.M6 Estaciónese de recarga bitoma maestra y esclava	12
Fig.M7 Esquemas modos de carga	14
Fig.M8 Ejemplo de cargadores según modo	15
Fig.M9 Conectores modo 3	16
Fig.M10 Conectores modo 4	16
Fig.M11 Punto de conexión. Fig. extraída de la Tabla 3 de la ITC-52 subapartado 5.4 del REBT.	17
Fig.M12 Clasificación cargadores según potencia	18
Fig.M13 El esquema de la instalación básico. Fig. Extraída de la ITC-52 del REBT.	34
Fig.M14 Esquema TT Fig. Extraída de la ITC-BT-18 del Reglamento electrotécnico de baja tensión	43

Índices de referencia

Índice de tablas

Tabla M1. Tiempos de carga en horas diarias	23
Tabla M2. Comparación equipos de 7,4kW	25
Tabla M3. Comparación equipos de 22kW	26
Tabla M4. Comparación equipos de continua	27
Tabla M5. Equipos seleccionados para la comparación económica	28
Tabla M6. Relación tiempo de carga coste de la instalación	28
Tabla M7. Precios de mantenimiento en euros	29
Tabla M8. Costes acumulados en euros	29
Tabla M9. Flujo de caja	30
Tabla M10. TIR	30
Tabla M11. VAN	30
Tabla M12. Extraída de la Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase	37
Tabla A.I.1. Accesibilidad según entorno	57
Tabla A.I.2. Valor de la Accesibilidad	57
Tabla A.I.3. Valor de la ubicación por la distancia distinguiendo carreteras	58
Tabla A.I.4. Número de Locales	58
Tabla A.I.5. Valor de Fomento Económico	59
Tabla A.I.6. Lugares de Interés turístico	59
Tabla A.I.7. Valor de Fomento Turístico	60
Tabla A.I.8. Movilidad urbana según emplazamiento de la instalación	60
Tabla A.I.9. Valor de la Movilidad Urbana	60
Tabla A.I.10. Condiciones Técnicas	60
Tabla A.I.11. Condiciones técnicas según emplazamiento de la instalación	61
Tabla A.I.12. Escala ordinal de valores	61
Tabla A.I.13. Criterios de selección	62
Tabla A.I.14. Valor final de la ubicación	63
Tabla A.II.1. Número de vehículos según modelo y potencia de carga	66
Tabla A.II.2. Potencia del cargador carga de vehículo	67
Tabla A.II.3. Potencias de carga en continua	68
Tabla A.II.4. Número de vehículos según rango de potencias de carga	68
Tabla A.II.5. Potencias de carga en alterna	69
Tabla A.II.6. Número de vehículos según rango de potencia de carga	69
Tabla A.II.7. Tiempos de carga a máxima potencia de carga admitida	70
Tabla A.II.8. Tiempos de carga en continua	71
Tabla A.II.9. Potencia tiempo de carga	72
Tabla A.IV.1. Factores de emisión del CO2 obtenida de “MEMORIA TÉCNICA AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2020 CONVOCATORIA AYUDAS	81

Índices de referencia

INFRASTRUCTURAS DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS T29-B

Infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos”

Tabla A.IV.2. Ahorro de CO2 durante los años de la instalación	88
Tabla A.V.1. Resumen sección DI por intensidad admisible	95
Tabla A.V.2. Resumen sección DI por caída de tensión	95
Tabla A.V.3. Resumen protección sobrecargas	96
Tabla A.V.4. Resumen protección cortocircuito	96
Tabla A.V.5. Resumen poder de corte	96
Tabla A.VI.1. Consumo de energía durante los años de la instalación	100
Tabla A.VI.2. Capacidad anual de energía por estación	100
Tabla A.VI.3. Coste de la energía	101
Tabla A.VI.4. Beneficios potenciales de la venta de energía	101
Tabla A.VI.5. Inversión de la instalación según equipo	102
Tabla A.VI.6. Flujo de caja	103
Tabla A.VI.7. VAN	104
Tabla A.VI.8. TIR	104
Tabla A.VI.9. Relación beneficios inversión	105

Índices de referencia

Índice de ecuaciones

Ecuación A.I.1 Valor ubicación de cada carretera	57
Ecuación A.I.2 Valor ubicación respecto a accesos por carretera	58
Ecuación A.I.3 Valor ubicación respecto a los locales	58
Ecuación A.I.4 Valor ubicación respecto a los lugares de interés turístico	59
Ecuación A.I.5 Autovectores de la matriz de ordinales	61
Ecuación A.I.6 Optimización de la localización	62
Ecuación A.II.1 Potencia media de cada vehículo	67
Ecuación A.II.2 Potencia media del parque de vehículos	69
Ecuación A.II.3 Relación tiempo de carga alterna-continua	70
Ecuación A.II.4 Relación tiempo de carga continua-continua limitada a 50kW	71
Ecuación A.II.5 Relación tiempo de carga	72
Ecuación A.II.6 Relación entre tiempos de carga para instalaciones con más de una toma	72
Ecuación A.IV.1 Número de vehículos eléctricos	80
Ecuación A.IV.2 CO2 emitido por los vehículos de combustión	81
Ecuación A.IV.3. Energía primaria	81
Ecuación A.IV.4 CO2 emitido por los vehículos eléctricos	82
Ecuación A.IV.5 Ahorro CO2 de los vehículos	82
Ecuación A.IV.6 Ahorro CO2 en la estación de carga según método I	83
Ecuación A.IV.7 Distancia recorrida con energía de la estación	83
Ecuación A.IV.8 Energía producida por la estación	84
Ecuación A.IV.9 Tiempo de carga	84
Ecuación A.IV.10 Tiempo de carga diario	84
Ecuación A.IV.11 CO2 ahorrado por los vehículos según método II	85
Ecuación A.IV.12 Ahorro CO2 en la estación de carga según método III	86
Ecuación A.V.1 Conductividad según temperatura	90
Ecuación A.V.2 Caída de tensión trifásica	90
Ecuación A.V.3 Caída de tensión monofásica	91
Ecuación A.V.4 Intensidad admisible en línea trifásica	91
Ecuación A.V.5 Intensidad admisible en línea monofásica	92
Ecuación A.V.6 Intensidades de selección de la protección contra sobrecargas	92
Ecuación A.V.7 Intensidad de cortocircuito	93
Ecuación A.V.8 Intensidad de cortocircuito máxima	93
Ecuación A.V.9 Resistencia pica vertical	94
Ecuación A.V.10 Resistencia cable enterrado	94
Ecuación A.V.11 Resistencia a tierra mínima	96
Ecuación A.V.12 Resistencia toma a tierra	96
Ecuación A.VI.1 Flujo de caja	102
Ecuación A.VI.2 Valor actual neto	104

Índices de referencia

Ecuación A.VI.3 Relación beneficios

104

Índices de referencia

Índice de abreviaciones

CGP: Caja General de Protección.

CMP: Cuadro de Mando y Protección.

CPM: Caja de Protección y Medida.

GRPS: Del inglés “General Packet Radio Service” que significa servicio general de paquetes vía radio.

GSM: Del inglés “Global System for Mobile” que significa sistema global para las comunicaciones móviles.

IGM: Interruptor General de Maniobra.

IRVE: Infraestructura de Recarga para Vehículos Eléctricos.

IP: Del inglés “Internet Protocol” que significa protocolo de internet.

MID: Del inglés “Measuring Instrument Directive” Es una Directiva Europea de 2004 aplicable a los dispositivos y sistemas de medición en el contexto de las transacciones comerciales.

OCPP: Del inglés “Open Charge Point Protocol” que significa protocolo abierto de punto de recarga.

PWM: Del inglés “Pulse Wave Modular” que significa modulación por ancho de pulsos.

RFID: Del inglés “Radio Frequency Identification” que significa identificador por radiofrecuencia.

SAVE: Sistema de Alimentación específico de Vehículo Eléctrico.

SPL: Sistema de Protección de la Línea de alimentación.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

TPV: Termina en Punto de Venta, sistema para gestionar de forma unificada las ventas de un establecimiento.

UMTS: Del inglés “Universal Mobile Telecommunications System” que significa Sistema universal de telecomunicaciones móviles.

UNE: Asociación Española de Normalización. Se dice de las especificaciones técnicas creadas por dicha por la Asociación Española de Normalización y Certificación.

UTP: Del inglés “Unshielded Twisted Pair” que significa par trenzado sin blindaje.

Índices de referencia

VAN: Valor Actual Neto.

VPN: Del inglés “Virtual Private Network” que significa red privada virtual.

Índices de referencia

Glosario

Aparamenta: Eléctrica es el conjunto de aparatos de maniobra, de regulación y control, de medida, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas, utilizados en las instalaciones eléctricas, cualquiera que sea su tensión.

Cable UTP cruzado: Es un cable trenzado sin blindaje que interconecta todas las señales de salida en un conector con las señales de entrada en el otro conector y viceversa.

CCS2: Conector especializado de vehículo eléctrico para corriente continua de uso extendido en Europa. Nombre tomado del protocolo de recarga de baterías para automóviles usado por dicho conector.

Cetac: Enchufe estandarizado para uso industrial.

CHAdemo: Conector especializado de vehículo eléctrico para corriente continua de uso extendido. Nombre tomado del protocolo de recarga de baterías para automóviles usado por dicho conector

Dirección IP: Número que identifica una red o dispositivo en Internet.

Mennekes: Otra forma de denominar el conector Tipo II.

RS-485: Sistema de bus diferencial multipunto, ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias a través de cables trenzados.

RJ-45 cruzado: Tipo de cable cruzado.

Schuko: Un enchufe Schuko está formado por dos clavijas cilíndricas, de 4,8 mm de diámetro, 19 mm de longitud y separadas 19 mm, para los contactos de la fase y el neutro, más dos contactos planos en las partes superior e inferior de los laterales del enchufe destinados para conectar la toma de tierra. Toma de corriente según el estándar CEE 7 como tipo F.

Tipo I: Conector especializado de vehículo eléctrico para corriente en alterna de uso extendido en América y Japón. Nombre tomado del protocolo de recarga de baterías para automóviles usado por dicho conector.

Tipo II: Conector especializado de vehículo eléctrico para corriente en alterna de uso extendido en Europa. Nombre tomado del protocolo de recarga de baterías para automóviles usado por dicho conector.



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA

MEMORIA

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

Índice de la Memoria

1. Objeto	6
2. Alcance	6
3. Antecedentes	6
3.1. Marco legal	6
3.2. Territorio Nacional	6
3.3. Territorio Provincial	7
3.4. Territorio Local	7
3.5. ¿Qué es una estación de recarga de vehículo eléctrico (SAVE)?	8
3.5.1. ¿De qué se compone y cómo funciona un SAVE?	8
3.5.2. Clasificación de las estaciones de recarga	13
3.5.2.1. Conexión del vehículo a la estación de recarga	13
3.5.2.2. Esquema de instalación	13
3.5.2.3. Modos de carga	13
3.5.2.4. Tipos de conector	15
3.5.2.5. Número de fases y potencia	16
3.5.2.6. Grado de protección	18
3.5.2.7. Comunicación	18
3.5.2.8. Medida	19
4. Metodología	19
4.1 Selección del emplazamiento	19
4.2. Selección del equipo	19
5. Normas y referencias	20
5.1. Legalización aplicable	20
5.2. Programas de cálculo y referencia	22
6. Requisitos de diseño y análisis de alternativas	22
6.1. Ayudas y subvenciones	22
6.2. Parque de vehículos	23
6.3. Condiciones técnico-económicas	24
6.3.1. Análisis de las estaciones de carga	24
6.3.1.1. Estaciones de 7,4 kW en alterna	25
6.3.1.2. Estaciones de 22 kW en alterna	26
6.3.1.3. Estaciones de carga en continua	27
6.3.1.4. Coste de la instalación de cada estación de carga	28

Memoria

6.3.1.5. Costes de mantenimiento de los equipos por potencia	29
6.3.1.6. Viabilidades económicas	30
6.3.2. Conclusión de la elección de estación.	29
6.3.2.1. Estación de recarga seleccionada	31
6.3.3. Selección del emplazamiento.	31
7. Solución adoptada	32
7.1. Emplazamiento	32
7.2. Características del local	32
7.3. Descripción general de la instalación	32
7.4. Previsión de cargas	35
7.5. Características de la alimentación	35
7.6. Caja general de protección	35
7.7. Equipos de medida	35
7.8. Derivación individual	36
7.9. Canalización	36
7.10. Conductores	36
7.11. Conductores de protección.	37
7.12. Mediciones de los conductores y canalizaciones	37
7.13. Características especiales debidas al coste del local.	37
7.14. Descripción de la estación de carga.	37
7.15. Cuadro general de distribución	39
7.16. Mediadas de protección eléctrica	40
7.16.1. Medidas de protección contra contactos directos e indirectos	40
7.16.2. Medidas de protección en función de las medidas externas	40
7.16.3. Medidas de protección contra sobreintensidades	41
7.16.4. Medidas de protección contra sobretensiones	41
7.17. Instalación de puesta a tierra	41
7.17.1. Uniones a tierra	42
7.17.2. Toma a Tierra	42
7.17.3. Conductores de tierra	42
7.17.4. Esquema conexión a tierra	43
7.18. Obra civil necesaria	43
7.18.1. Zanjas y canalizaciones desde el cuadro de protección y medida a la estación de carga	43
7.18.2. Base de cimentación para punto de recarga	43

Memoria

7.18.3. Base cimentación para anclaje de las pilonas	44
7.18.4. Base cimentación para anclaje de señal vial	44
7.18.5. Paso acondicionado	44
7.18.6. Tiempo de ejecución	44
8. Ahorro de CO ₂	45
9. Solución final	46
10. Bibliografía	47
10.1. Páginas Web	47
10.2. Documentación técnica	48
10.3. Otros	49

1. Objeto

El objeto del presente proyecto es el desarrollo de la documentación técnica necesaria para realizar la instalación de una estación de recarga de vehículo eléctrico modo 3, con dos tomas de 20kW de potencia.

2. Alcance

El presente de proyecto consiste en:

- Selección de la ubicación más óptima para la instalación de recarga de vehículos eléctrico en la localidad de Vila-real, según las características técnico-económicas y el fomento turístico-comercial de la ciudad.
- Descripción de las características técnicas de la instalación, para el cumplimiento de las normativas vigentes y su ejecución.
- Diseño de la instalación de una estación de carga de vehículos eléctrico según criterios “Smart city” (Planificación urbana, mejora de la movilidad, accesibilidad, desarrollo tecnológico, beneficios medioambientales, internacionalización...) y criterios técnico-económicos.
- Presupuesto de la instalación.

3. Antecedentes e introducción

3.1. Marco legal

A todos los niveles territoriales las instalaciones de estaciones de carga de vehículo eléctrico han sufrido un incremento, gracias a un entorno económico-legal que impulsa las energías renovables y combate la contaminación atmosférica.

La inestabilidad europea actual ha provocado que las ayudas al sector todavía no hayan sido aprobadas de forma definitiva, pero todo apunta a que las habrá. A nivel estatal, en las ayudas se espera un incremento de un 40% del presupuesto actual y modificaciones en los requisitos, por lo que a día de hoy todavía hay mucha incertidumbre. A nivel de la Comunidad Valenciana, la conselleria ha aprobado este 2020 una partida de 850.000€, con hasta un 40% de subvención para entidades privadas y hasta un 80% para entidades públicas, siendo en ambos casos de acceso público y con potencias superiores a 20 kW. A nivel provincial, la diputación de Castellón saca una partida presupuestaria de 280.000€, para la instalación de puntos de recarga 20kW para los ayuntamientos, que financia el 100% de la instalación.

3.2. Territorio Nacional

En España, el aumento de estaciones de carga de vehículo eléctrico instaladas ha sido especialmente notorio en Madrid y la costa mediterránea, siendo aún, la densificación de puntos

Memoria

de recarga pública mucho menor que en la mayoría de países europeos. La dificultad del avance del vehículo eléctrico en el país viene dada por el enfoque que tiene su venta, pues el usuario busca más la rentabilidad del vehículo por el menor coste del combustible, que el impacto ecológico del mismo, haciendo las estaciones de recarga instaladas para venta de energía poco viables, por lo que para lograr una red solida es necesario que las entidades públicas instalen sus propias estaciones.

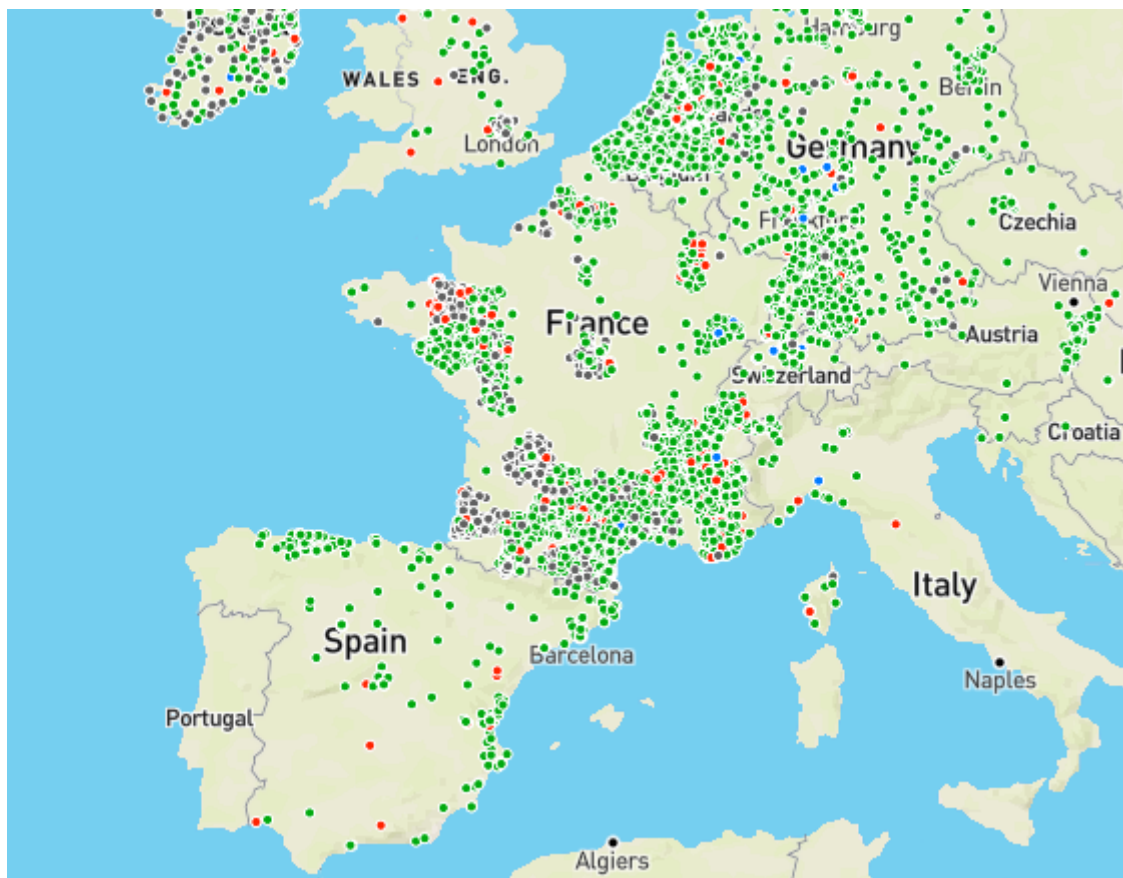


Fig.M1 Puntos de recarga en vía pública obtenida con la aplicación Electromaps

3.3. Territorio Provincial

Según las estadísticas la empresa de gestión de estaciones de carga de vehículos eléctricos, electromaps, en la provincia de Castellón hay estaciones de recarga en 39 situaciones, con un total de 89 conectores, de las cuales 22 son de modo 1, 62 de modo 3 y solamente hay 3 de modo 4.

3.4. Territorio Local

El municipio de Vila-real, pese a ser el segundo en número de población de la provincia de Castellón no cuenta con ningún punto de recarga público de acceso público.

En la ciudad la recarga es posible en:

Memoria

-Supermercado Consum (AV.Francia 67) con una toma de 4,2kW y un coste de, 37kWh si no eres cliente del comercio.

-Supermercado Mercadona (Cammino la Travessa, 2) con cuatro tomas de 3,8kW.

-Talleres Nissan Satra (Camino Sedeñ Pinella, 1) con una toma de 50kW.

-Particular que permite la carga en su garaje para emergencias.

-Empresa ZSCHIMMER (CTRA. CV-20, KM. 3,200. APDO. 118), con dos tomas de 22kW.

De los cinco emplazamientos solo el de la empresa ZSCHIMMER se encuentra en un lugar de acceso público sin limitación horaria.

3.5. ¿Qué es una estación de recarga de vehículo eléctrico (SAVE)?

La ITC-52 del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, apartado 2. *Términos y Definiciones*, define las estaciones de recarga de vehículo eléctrico como:

«Sistema de alimentación específico de vehículo eléctrico (SAVE)». 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. En el modo de carga 4 el SAVE incluye también un convertidor alterna-continua.

Podríamos definir SAVE como el conjunto de instalaciones eléctricas y de telecomunicación que permiten una carga segura y exclusiva de los vehículos eléctricos, mediante una serie de condiciones de seguridad establecidos por mecanismos y protocolos de acción.

3.5.1. ¿De qué se compone y cómo funciona un SAVE?

Para que sea más sencillo seguir el funcionamiento de un SAVE iremos añadiendo componentes sobre un mismo esquema, partiendo del SAVE más sencillo hasta llegar a los más complejos.

La función de un SAVE es realizar una carga de energía cuando se cumplen unas condiciones concretas, por lo que nuestros componentes básicos serán la red eléctrica o generador que nos proporciona la energía, las protecciones eléctricas requeridas por los equipos, el controlador que se encarga de que se cumplan las condiciones correctas durante el proceso de carga y una maniobra que permita o bloquee el paso de la electricidad (realizada con un contactor).

Memoria

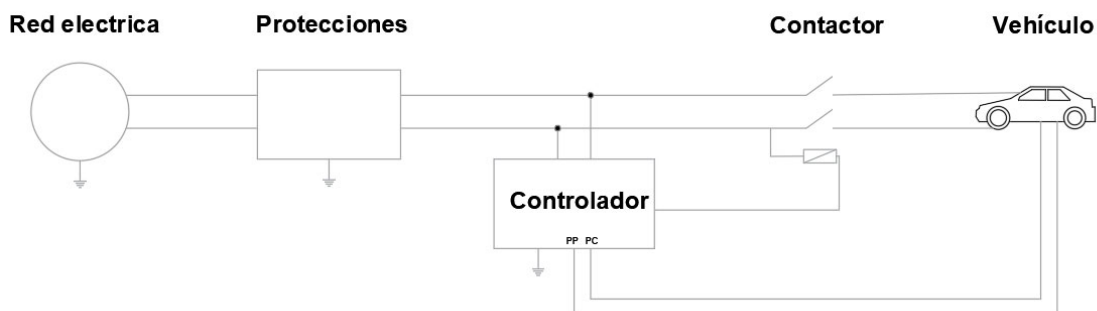


Fig.M2 Esquema básico Modo 3

El controlador (PC) se ocupa de informar al vehículo mediante el pin de detección de proximidad (PP) de la conexión del cable para que este evite el movimiento del vehículo y enclave el conector, además calcula la capacidad amperimétrica del cable que une al equipo de carga con el vehículo. A través de la línea PC, el SAVE y el vehículo se comunican recíprocamente la activación o desactivación de la carga, y con una señal PWM (pulse wave modular) el SAVE comunica la intensidad máxima de carga permitida por el cargador y el valor de la conexión a tierra.

El proceso se realiza de la siguiente manera. Primero la estación de carga verifica la conexión del vehículo y el valor del cable, y comunica al vehículo que se mantenga inmovilizado. Luego envía una señal PWM comunicando la tierra y la intensidad máxima de suministro con la que el cargador del vehículo se reajusta. Cuando se ha reajustado el vehículo, enclava el conector y solicita inicio de carga, con ello, el cargador enclava su conector y comprueba que se cumplan todos los requisitos, si todo está correcto activa el contactor para dar comienzo a la carga.

Las protecciones eléctricas básicas de una estación de recarga según se establecen en la *ITC-52 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, apartado 6 son:

- Un dispositivo de protección diferencial Tipo A con una corriente residual no superior a 30 mA por cada toma de carga.
- Un dispositivo de corte omnipolar curva C.
- Protección contra sobretensiones transitorias

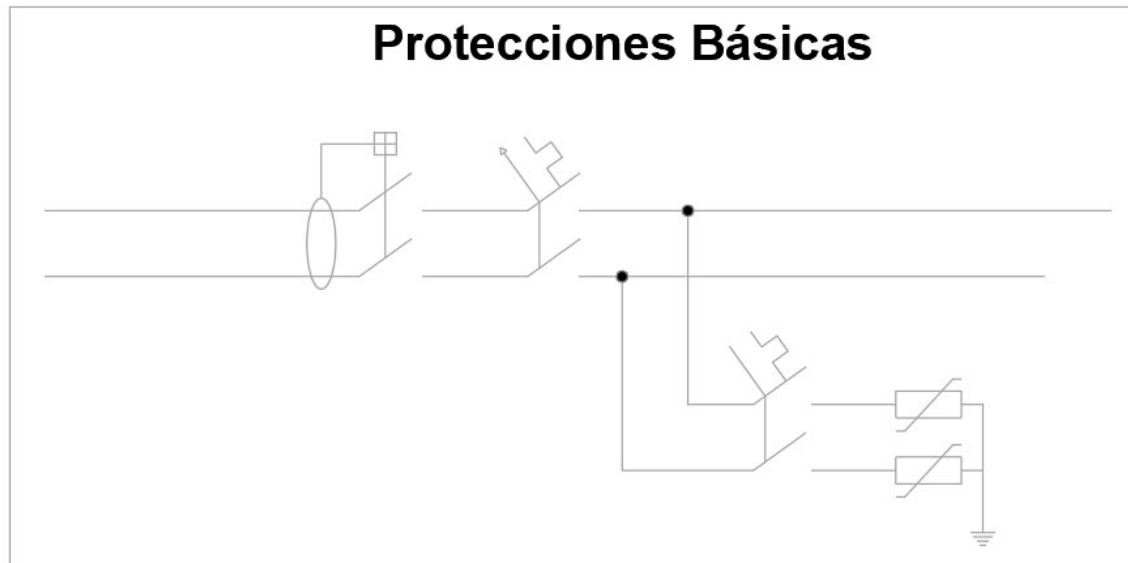


Fig.M3 Circuito de protecciones básico

Esta misma normativa, establece que las protecciones diferenciales tienen que estar preparadas para instalar dispositivos de rearme cuando las estaciones de recarga se sitúan en vía pública y disponer de aviso de desconexión o sistema de rearme en aparcamientos públicos.

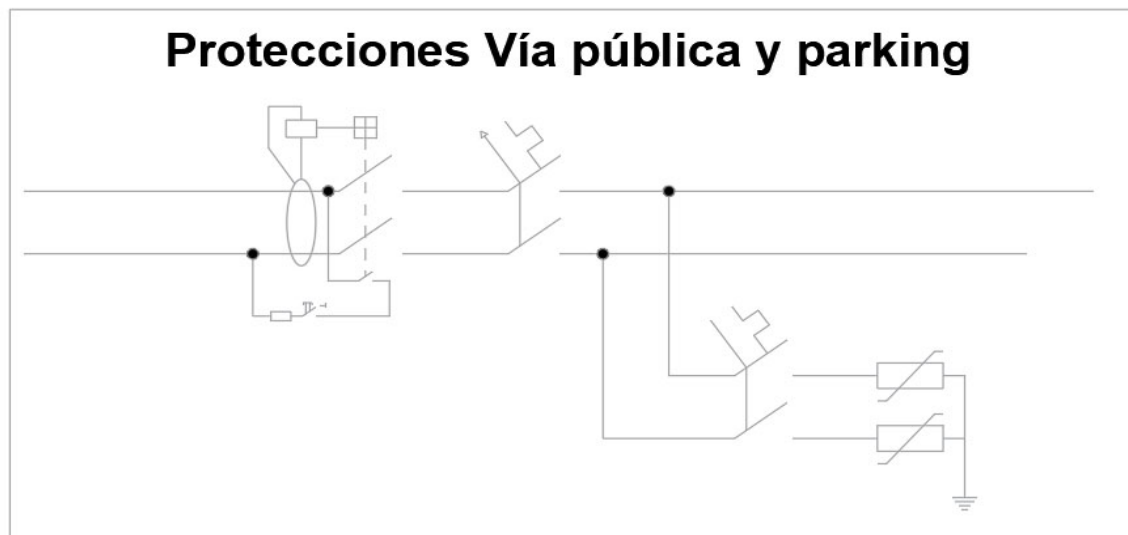


Fig.M4 Circuito de protecciones con rearme

Además de esta normativa, es de aplicación la norma europea *UNE-HD 60364-7-722*, que siendo más restrictiva que la estatal, obliga a que la protección diferencial sea de clase B, a no ser que la estación de carga asegure la desconexión en caso de un defecto de fuga en corriente continua de 6mA o superior.

Memoria

Además de las normativas aplicable hay una serie de consejos como el establecido en la *guía técnica de aplicación de la ITC-52* que recomienda instalar una protección de sobretensiones transitoria en la CMP o junto al IGM. La marca Renault en su manual de recomendaciones establecía la instalación de térmicos curva D que minimizaban los errores de carga de los primeros vehículos ZOE y una resistencia a tierra inferior a 20 ohms, y algunos otros recomiendan la colocación de protecciones de sobretensión permanente.

Conforme el equipo va volviendo más complejo, el controlador adquiere subdivisiones. Una placa base realiza el control general mientras que cada toma tendrá un dispositivo modo 3 encargado de la comunicación con el vehículo. Un modem acoplado a la placa base será el encargado de realizar las comunicaciones con el gestor. Y una serie de interfaces en el exterior de la estación le permitirán al usuario la activación, además de informarle del estado de carga.

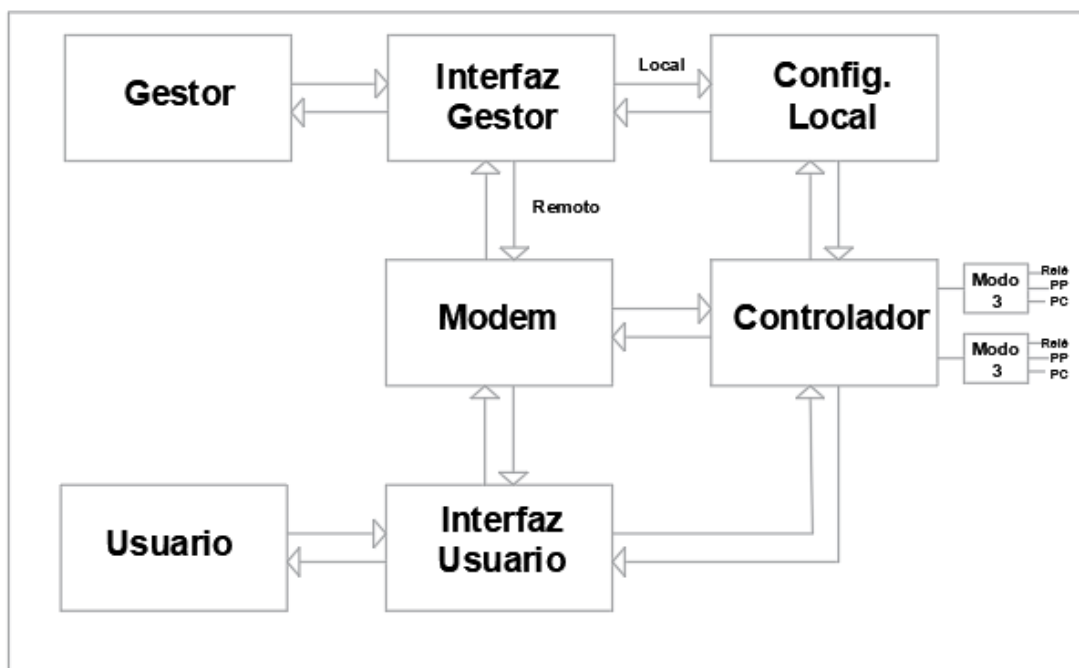


Fig.M5 Control del punto de recarga

El controlador incorpora un reloj interno, un procesador y una memoria donde se almacenan todos los datos del programa que contienen la información de los procesos de la estación de carga, así como, los valores fijos introducidos por el gestor como la intensidad máxima de línea o los usuarios autorizados, y los valores temporales como tiempo de inicio de carga o energía acumulada al inicio de carga.

Aunque la mayoría de puntos de recarga tienen acceso local por dirección IP mediante un cable UTP cruzado, algunos equipos más viejos contienen un programa fijo que ejecuta la lectura de archivos de formato .txt y las modificaciones se realizan mediante la carga de archivos por USB,

Memoria

haciendo las modificaciones y lecturas más lentas y tediosas. Por contrapunto los equipos más modernos permiten al gestor la comunicación con el controlador a través de un modem, por lo que haciendo uso de una red privada virtual (VPN) que actúa como una extensión de la red local, se puede hacer cualquier modificación en el software de la estación de recarga sin la necesidad de acudir a la ubicación donde se encuentra instalada.

El controlador facilita los datos necesarios como intensidad máxima al Modo 3 quien devuelve información de estado de carga con el vehículo. El controlador hace uso de esta información para encender leds, mostrar advertencias en pantallas o dar la orden de bloquear o desbloquear los conectores. Antes de realizar las acciones de carga, es el controlador el encargado de comprobar que todo está funcionando de manera correcta.

El usuario de la estación de carga utilizará los periféricos de entrada como pantallas táctiles, botoneras o lectores RFID para obtener autorización de la carga, esta autorización se puede realizar mediante un servidor externo que se comunica con el equipo mediante el modem o la puede realizar el equipo de forma interna. El usuario también puede seleccionar conectores o introducir hora de inicio y fin de la carga, entre otras acciones.

Además, el controlador también recibe información de los contadores, en ocasiones sustituidos por analizadores de red, y en el caso de que varias estaciones estén conectadas como maestro y esclavo, el maestro se ocupara de dar instrucciones y recibir estados de los controladores o modos 3 de los esclavos.

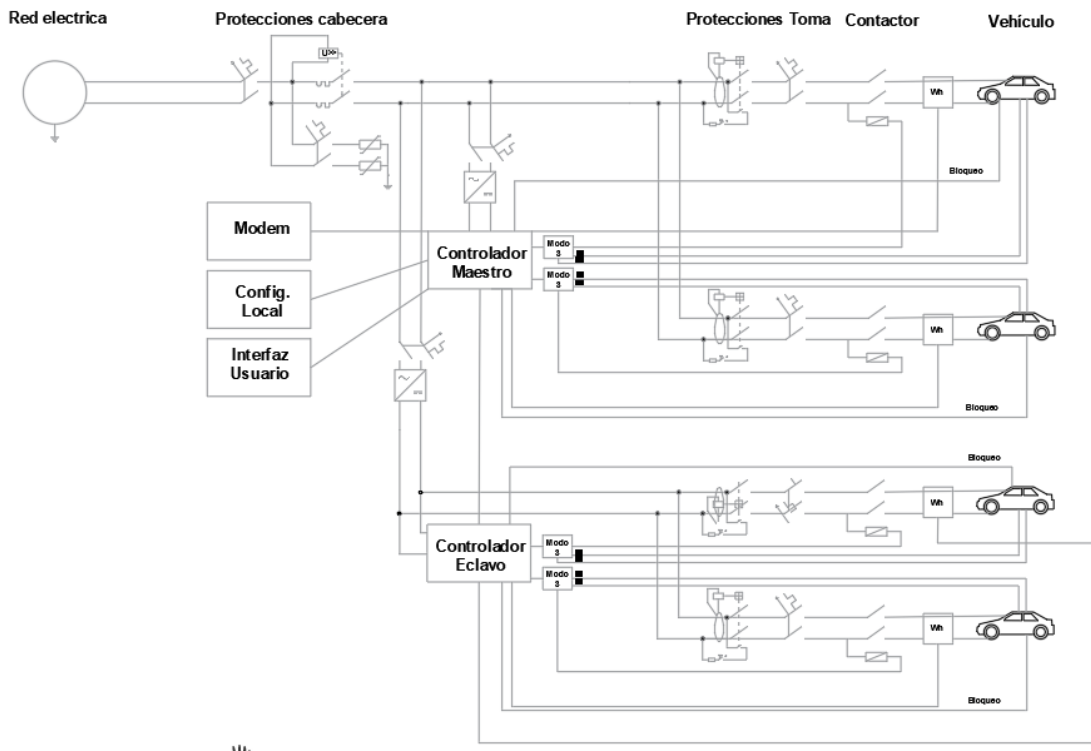


Fig.M6 Estación de recarga bitoma maestra y esclava

Estos controladores en la mayoría de ocasiones funcionan a tensiones inferiores, por lo que se requieren fuentes de alimentación y protecciones contra sobreintensidades propios.

Además de estos dispositivos una estación de recarga puede contener calefactores, ventiladores y deshumidificadores para adaptarse a las condiciones extremas de un terreno.

Hay prototipos de estaciones que incluyen en su interior CGP según esquema 10 de Iberdrola, pero aún no han salido a mercado.

3.5.2. Clasificación de las estaciones de recarga

Las infraestructuras de recarga de vehículo eléctrico se pueden clasificar por diferentes aspectos: conexión del vehículo a la estación de recarga, esquema de instalación, modo de carga, tipo de conector, número de fases, potencia, grado de protección, comunicaciones y medida.

3.5.2.1. Conexión del vehículo a la estación de recarga

Hay cuatro tipos de conexiones definidas por la ITC-52 del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, apartado 2. *Términos y Definiciones*:

- A. Cable solidario al vehículo y clavija de conexión a la estación.
- B. Cable con clavija para conexión tanto al vehículo como a la estación.
- C. Cable solidario a la estación y clavija de conexión al vehículo.
- D. Cable que incorpora cargador para vehículo ligero.

3.5.2.2. Esquema de instalación

Hay cuatro esquemas de instalación definidas por la ITC-52 del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, apartado 3. *Esquemas de Instalación para la recarga de Vehículos Eléctricos*:

- 1. *Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.*
- 2. *Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga.*
- 3. *Esquema individual con un contador para cada estación de recarga*
- 4. *Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga de vehículo eléctrico.*

3.5.2.3. Modos de carga

Hay cuatro modos de carga definidas por la ITC-52 del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, apartado 2. *Términos y Definiciones*.

El **modo de carga 1** se realiza mediante tomas de corriente no exclusivas para la carga de vehículo eléctrico. Este modo de carga es el utilizado por vehículos especiales o de menor calibre, por híbridos enchufables y por vehículos eléctricos como carga de emergencia.

Las tomas en este modo tienen las siguientes limitaciones:

Memoria

I.Schuko: Casi todos los vehículos internamente van preparados para no permitir una carga mayor a 10 amperios (230W), debido a que la carga a 16 A solo puede realizarse si la toma es capaz de mantener esta intensidad durante 8 horas seguidas

II.Schuko especiales: Hay algunos fabricantes de material eléctrico que han preparado schuckos que algunas marcas de vehículos reconocen aumentando su carga hasta los 16 A.

III.Cetac permiten la carga tal como se define en la ITC-52.

El modo de carga 2, pese a usar tomas de corriente no especializadas, utiliza un dispositivo piloto de control entre la toma del local y la del vehículo eléctrico. Se trata de un modo de carga mediante estaciones portables y es la herramienta recomendable para cargar vehículos eléctricos cuando no se tiene a disposición cargadores de modo 3 o 4.

El modo de carga 3 se realiza en una instalación exclusiva para la recarga de vehículos eléctricos, que utiliza la tensión alterna de la red de forma directa. Se trata de una instalación fija que mantiene a tiempo real comunicación con el vehículo, realizando la desconexión del mismo de la red en caso de detección de algún fallo o perturbación sustancial.

El modo de carga 4 son sistemas de carga exclusiva de vehículos eléctricos que requieren de una transformación que aísla la carga de la red. Actualmente los dispositivos más extendidos de modo 4 son los de recarga en corriente continua, que aíslan el equipo de la red con un transformador intermedio que se encarga de aumentar la tensión, ya que estos equipos cargan a tensiones superiores a las de la red.

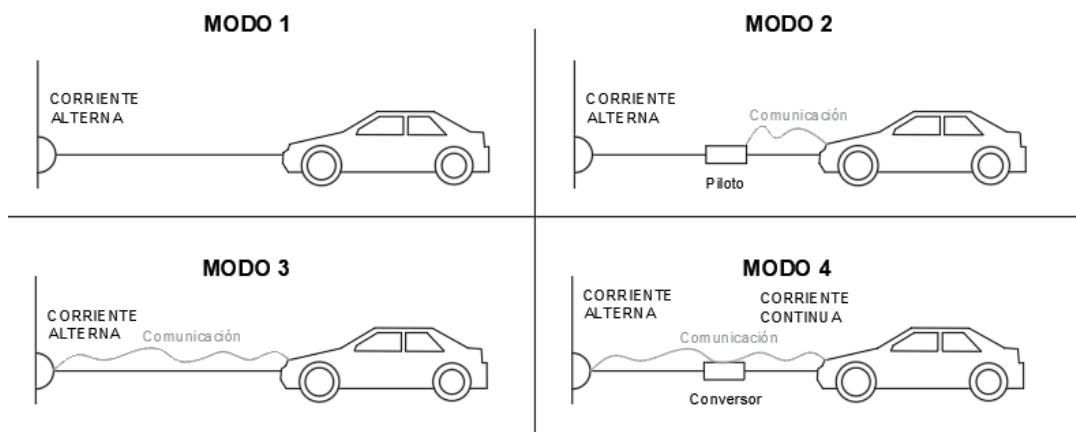


Fig.M7 Esquemas modos de carga

Memoria

En la siguiente imagen podemos encontrar algunos ejemplos de los dispositivos de recarga de los diferentes modos:

Modo 1



Toma Schuko especial para vehículo eléctrico *Green-UP* de la marca *Legrand*

Modo 2



Equipo de recarga portátil *Policharger OUT* de la marca *Uartec*

Modo 3



Save Eve Mini de la marca *Alfen*

Modo 4



Save Raption 150 de la marca *Circuitor*

Fig.M8 Ejemplo de cargadores según modo

3.5.2.4. Tipos de conector

Las decisiones para intentar unificar los conectores de los vehículos eléctricos han sido tardías, lo que ha provocado que haya una cierta diversidad entre los conectores de los cargadores modos 3 y 4.

Las clavijas de carga modo 1 y 2 pueden ser tan diversas como las tomas existentes, ya que están pensadas para realizar cargas de emergencia en las infraestructuras eléctricas comunes. Algunos ejemplos de estas clavijas son schukos y cetacs tanto monofásicos como trifásicos de 16 A (16 o 32 para modo 2).

Entre los conectores de carga modo 3 sobresalen los Tipo I, modelo americano y japonés, y los Tipo II, modelo europeo, aunque un pequeño volumen de vehículos salió con el conector francés Tipo III antes de que Europa contemplara el Tipo II (conocido popularmente como Mennekes por la empresa desarrolladora) como “estándar europeo”. También es de mención el GB/T, estándar

Memoria

chino, que es el de mayor fabricación a nivel mundial, aunque en España no han tenido impacto los vehículos con este tipo de conector. Esta diversidad de conexiones limita la utilidad de las estaciones con cable fijo, ya que en ellas no pueden cargar todos los vehículos del mercado.

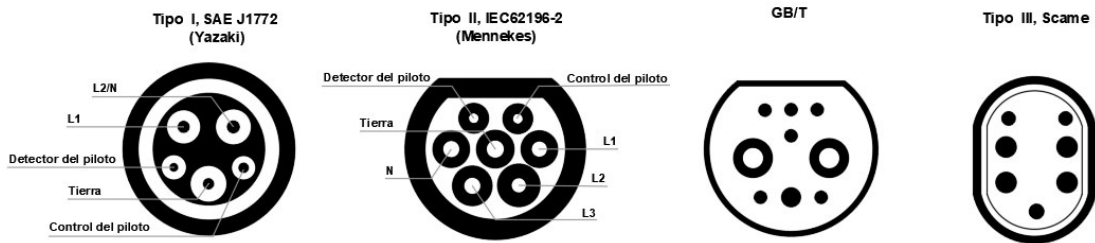


Fig.M9 Conectores modo 3

Entre los conectores de carga modo 4 sobresalen el CHAdeMO, el CCS2 y Tesla World Conector. Aunque el CSS2 es el que se está intentando estandarizar en Europa, el gran número de vehículos con CHAdeMO, hace que la mayoría de países este optando por colocar equipos con los dos tipos de conexiones. Esto se debe en parte a que los equipos de recarga modo 4 deben de tener manguera fija por normativa en varios países, y por tanto no se pueden usar mangueras cruzadas como si ocurre con las estaciones de recarga modo 3.

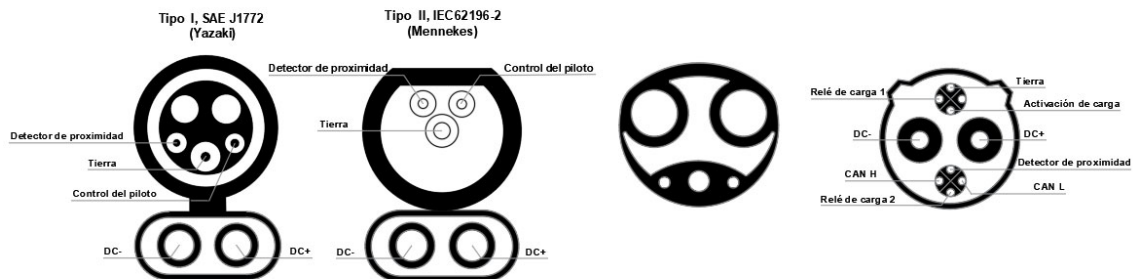


Fig.M10 Conectores modo 4

3.5.2.5. Número de fases y potencia

Aunque los cargadores puedan clasificarse en corriente alterna y continua por su salida, ambos tipos tienen su entrada en corriente alterna. Sin embargo, los equipos de salida continua o trifásica tendrán una alimentación trifásica y los cargadores de salida monofásica tendrán una entrada monofásica.

Los tipos de toma según la intensidad, modo de carga y ubicaciones donde se permite, queda resumido según la *Tabla.3 de la ITC-52 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, subapartado 5.4 *Punto de conexión*:

Memoria

Alimentación de la estación de recarga	Base de toma de corriente o conector del tipo descrito en: (1)	Intensidad asignada del punto de conexión	Interruptor automático de protección del punto de conexión	Modo de carga previsto	Ubicación posible del punto de conexión		
					Viviendas unifamiliares	Aparcamientos en edificios de viviendas	Otras instalaciones
Monofásica	Base de toma de corriente: UNE 20315-1-2.Fig.C2a.	-	10 A ⁽²⁾	1 ó 2	sí	sí	no
	Base de toma de corriente: UNE 20315-2-11.Fig. C7a.	-	10 A ⁽²⁾	1 ó 2	si	si	no
	UNE-EN 62196-2, tipo 2 ⁽³⁾	16 A	⁽⁴⁾	3	sí	sí	sí
	UNE-EN 62196-2, tipo 2 ⁽³⁾	32 A	⁽⁴⁾	3	sí	sí	sí
Trifásica	UNE-EN 62196-2, tipo 2 ⁽³⁾	16 A	⁽⁴⁾	3	sí	sí	sí
	UNE-EN 62196-2, tipo 2 ⁽³⁾	32 A	⁽⁴⁾	3	sí	sí	si
	UNE-EN 62196-2, tipo 2 ⁽³⁾	63 A	⁽⁴⁾	3	no	no	sí

(1) La recarga de autobuses eléctricos puede requerir de estaciones de recarga de muy alta potencia, por lo que en estos casos se podrán utilizar otras bases de toma de corriente y conectores normalizados distintos de los indicados en la tabla.

(2) Se podrá utilizar también un automático de 16 A, siempre que el fabricante de la base garantice que queda protegida por este automático en las condiciones de funcionamiento previstas para la recarga lenta del vehículo eléctrico con recargas diarias de 8 horas, a la intensidad de 16 A.

(3) Las estaciones de recarga distintas de las previstas para el modo de recarga 4 que estén ubicadas en lugares públicos, tales como centros comerciales, garajes de uso público o vía pública, estarán preparadas para el modo de recarga 3 con bases de toma de corriente tipo 2, salvo en aquellas plazas destinadas a recargar vehículos eléctricos de baja potencia, tales como bicicletas, ciclomotores y cuatriciclos que podrán utilizar otros modos de recarga y bases de toma de corriente normalizadas.

(4) La protección contra sobrecorrientes de cada toma de corriente o conector puede estar en el interior de la estación de recarga (SAVE) por lo que, en tal caso, la elección de sus características es responsabilidad del fabricante. Para la protección del circuito de alimentación a la estación de recarga véase el apartado 6.3.

Fig.M11 Punto de conexión. Fig. extraída de la Tabla 3 de la ITC-52 subapartado 5.4 del REBT.

Como podemos observar, aunque habíamos visto que algunos vehículos nos permiten realizar la carga de modo 1 y 2 hasta 16 o 32 amperios respectivamente, la normativa nacional nos requiere un térmico de 10 A que obligará a limitar la carga.

En esta tabla no se contemplan los cargadores modo 4.

Para ver en mayor detalle la clasificación por potencia de los cargadores, deberíamos separarlos como mínimo según los criterios establecidos por los conductores y fabricantes, en carga lenta, semirápida y rápida, pero en esta memoria usaremos también los criterios establecidos en la *Resolución del Consejo de Administración del IDAE de 26 de febrero de 2019* por la que se aprueba el *Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES)* para tener un criterio de valoración adaptado a los criterios estatales.

Memoria

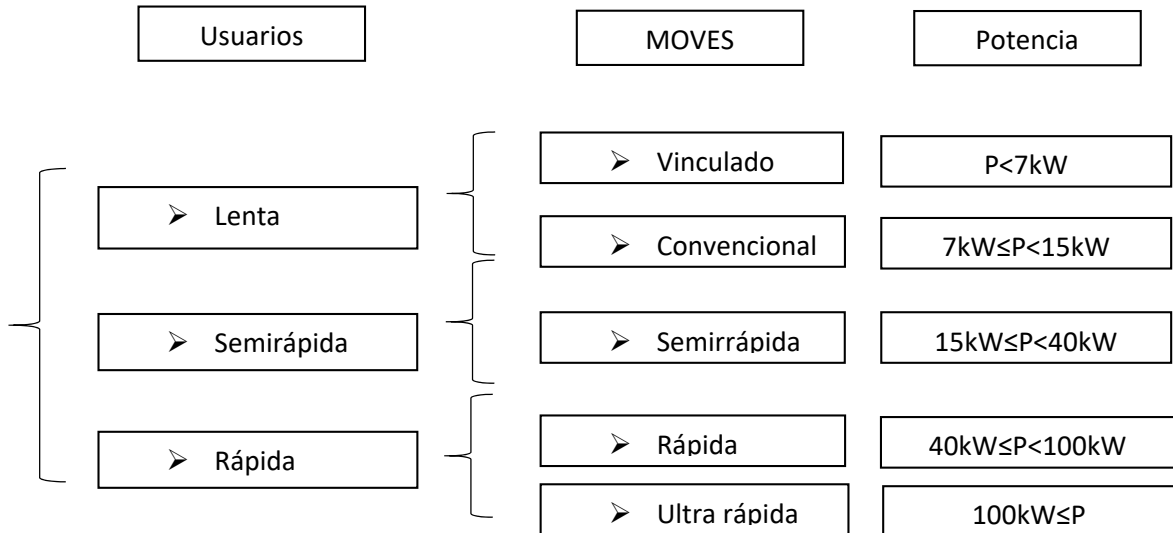


Fig.M12 Clasificación cargadores según potencia

3.5.2.6. Grado de protección

Podemos clasificarlos en cargadores de interior o exterior, según su grado de protección contra la penetración de polvo y agua IPXX y según su grado de protección contra impactos IKX.

Los criterios mínimos de la envolvente de un cargador de interior son IP44 y IK8. Pudiéndose reducir el valor de la protección contra impacto si el cargador lleva algún tipo de protección mecánica externa.

Para considerarse de exterior, la protección contra polvo mínima es la de grado 5 (IP54), manteniendo en el resto de índices los mismos valores mínimos que una estación de interior.

En algunas ocasiones, las estaciones de exterior también señalizan el grado de protección contra la luz solar UV, así como otros elementos anti-vandálicos como superficies anti-grafitis, pantallas anti-vandálicas o tomas con goma, que, pese a no estar considerados en la normativa, si deben ser tenidos en cuenta para la selección del cargador.

3.5.2.7. Comunicación

La comunicación de los equipos se puede clasificar a grandes rasgos en tres grupos: usuarios, entre equipos carga y gestores.

Las interfaces más comunes entre punto de carga y usuario se establecen mediante códigos de luces, pantallas y dispositivos de aviso acústico como emisores; y con teclados, pantallas táctiles y lectores de radio-frecuencia como receptores.

El protocolo de comunicación más común entre equipos de carga es el RS-485 con un sistema maestro esclavo, aunque algunos pueden ir conectados con cable de Ethernet RJ-45 (También es común el RJ-45 cruzado) a un equipo que actúa como maestro de los diferentes equipos de recarga. Este equipo externo suele ser un sistema de protección de la línea de alimentación (SPL).

Memoria

La comunicación con el gestor se realiza mediante el protocolo OCPP, un protocolo específico de los puntos de recarga, que puede estar basado en arquitectura SOAP (*Simple Object Access Protocol*) o JSON (*JavaScript Object Notation*). Los canales de comunicación son múltiples, Ethernet, Wifi, Bluetooth, GSM, GRPS y UMTS, estos son los más recurrentes.

3.5.2.8. Medida

Aunque todos los equipos deben realizar un control de tensión e intensidad para la seguridad de la carga, no todos ellos lo muestran ni lo realizan con contadores estandarizados para la comercialización de la energía.

Los equipos de recarga que permiten la venta de energía disponen habitualmente de contadores MID (measuring instrument directive), establecidos por las normativas europeas *EN50470-1 / EN50470-2 / EN50470-3*. En España serían válidos los contadores que hayan superado el control meteorológico establecidas en el *capítulo II del Real Decreto 889/2006* o aquellos definidos en el *Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico*.

4. Metodología

4.1. Selección del emplazamiento

Para la selección del emplazamiento se ha usado el método jerarquías analíticas AHP, previa exclusión donde las instalaciones fueran inviables debido a que la red de distribución no pudiera ofrecer potencia suficiente, aunque en este caso ningún punto quedo excluido por ello.

Algunos de los criterios seleccionados han sido acordes a las diferentes ayudas establecidas por el gobierno, como, la distancia a carretera, un requisito valorable en las *ayudas infraestructuras de recarga para vehículos* ofrecidas por IVACE en 2019, o las distancias a locales de hostelería, hospicios y fomento turístico, establecido por la diputación de Castellón como elemento de valoración para la asignación de la ayuda en 2019.

Otros criterios se han tenido en cuenta por suponer un aumento en el coste de las instalaciones (Criterios tecno-económicos), por la publicidad que recibe el ayuntamiento (Movilidad urbana) o se han considerado indispensables e inseparables de las filosofías verdes y las ciudades modernas (Accesibilidad).

4.2. Selección del equipo

Para la selección del equipo se ha procurado minimizar el coste de inversión del ayuntamiento, ya que a día de hoy este tipo de instalaciones no son viables a nivel económico y se realizan por valor ecológico. Con ellas se pretende mejorar la red de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos, fomentando así la compra de vehículos eléctricos.

Memoria

A día de hoy hay diversas filosofías que deben encaminarse a la par, una se basa en la carga de oportunidad y requiere de muchas estaciones de recarga independientemente de su potencia, y la otra es la necesidad de cargadores rápidos para viajes largos. En la selección del equipo se tendrá en cuenta las potencias de carga del parque de vehículos actuales, y la preparación para que la instalación de la estación de recarga pueda mantener la utilidad de su uso en un futuro. Dicho esto, para el momento actual se parte del principio de necesidad de estaciones de recarga públicos sin limitación horaria en el municipio, valorándolo más necesaria la carga de oportunidad.

Con ello la potencia del equipo se selecciona acorde con las exigidas para la obtención de ayudas. Pese a ello, se ha establecido un corte de calidad mínimo, que ha anulado algunos de los productos más económicos del mercado por considerarse poco aptos para la instalación.

5. Normas y referentes

5.1. Legalización aplicable

El presente proyecto recogerá las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las instalaciones, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

NORMATIVA ESTATAL

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. Aprobado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en el BOE-A-2014-13681 31 de diciembre de 2014.

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. Aprobado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en el BOE-A-2007-16478 de 18 de septiembre de 2007.

Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo. Aprobado por el Ministerio de la Presidencia en el BOE-A-2003-23514 de 23 de diciembre de 2003.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Aprobado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología en el BOE-A-2002-18099 de 18 de septiembre de 2002.

Memoria

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. Aprobado por el Ministerio de la Presidencia en el BOE-A-2001-11881 de 21 de junio de 2001.

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. Aprobado por el Ministerio de Economía en el BOE-A-2000-24019, de 27 de diciembre de 2000.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Aprobado por el Ministerio de la Presidencia en el BOE-A-1997-2261 de 25 de octubre de 1997.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Aprobado por el Ministerio de la Presidencia en el BOE-A-1997-17824 de 7 de agosto de 1997.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Aprobado por el Ministerio de la Presidencia en el BOE-A-1997-12735 de 12 de junio de 1997.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Aprobado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales en el BOE-A-1997-8669 de 23 de abril de 1997.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Aprobado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales en el BOE-A-1997-8668 de 23 de abril de 1997.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Aprobado por la Jefatura del Estado en el BOE -A-1995-24292 de 10 de noviembre de 1995.

Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía, Iberdrola S.A.

Normas Une de obligado cumplimiento

NORMATIVA AUTONOMICA

Resolución de 20 de junio de 2003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989, de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, y de la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales.

Memoria

Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

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.

NORMATIVA MUNICIPAL

Ordenanza de tráfico, circulación y seguridad vial del Ayuntamiento de Vila-real, BOP(Provincia Castellón) 9-21 de enero de 2016.

NORMAS URBANÍSTICAS DEL PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ORDENACIÓN URBANA DE VILA-REAL, diciembre de 2014 y sus actualizaciones.

5.1. Programas de cálculo y referencia

Arquímedes software mediciones y presupuestos de Cype.

Excel software de hojas de cálculo de Microsoft .

AutoCAD software de diseño y dibujo de Autodesk.

6. Requisitos de diseño y análisis de alternativas

Para realizar la selección del equipo de carga optimo, para el Ayuntamiento de Vila-real, tendremos en cuenta tres aspectos principales:

- Las ayudas económicas que el cliente pudiera solicitar.
- El parque de vehículos
- Condiciones técnico-económicas

6.1. Ayudas y subvenciones

Para la selección del equipo de recarga se han tenido en cuenta los valores de las ayudas económicas para la instalación de infraestructuras de recarga para vehículo eléctricos eran:

40% en las ayudas MOVES del Estado.

80% en las ayudas de la Comunidad Valenciana.

Para solicitar las ayudas de la comunidad autónoma, es requisito indispensable que la estación de carga tenga una potencia mayor de 20 kW. Otro de los requisitos de estas ayudas es que se trate

Memoria

de un punto de acceso público y se pueda operar con sistemas de tele-pago, por ello deben tener la capacidad de establecer conexión por protocolos OCPP.

La diputación en su última entrega realiza ayudas del 100% pero realizaron ellos la compra del mismo punto de carga para todos los municipios.

6.2. Parque de vehículos

La mayoría del parque de vehículos eléctricos nacional no admite una potencia de carga en continua mayor a 50kW, y su carga en alterna es monofásica de 7,4kW.

La diferencia en el tiempo de carga de una instalación de 300kW a una de 50kW de un 167%, mientras que la diferencia entre un punto de continua y uno de alterna es del 666%.

Para las cargas en continua de 100 kW los retrasos en la carga son menores a 12 minutos. Para 50 kW vemos retrasos significativos para los modelos de la marca Tesla y para el Hyundai Ioniq de 30,5 kW, mientras que las otras marcas no se ven afectadas o las diferencias de tiempos de carga son muy bajas.

El tiempo que la estación debe permanecer en estado de carga en relación con el año y la potencia de la estación:

Tabla M1. Tiempos de carga en horas diarias

Potencia	7,4 kW	14,8 kW	22 kW	44 kW	*72 kW
2020	2,17	1,09	1,49	0,74	0,40
2021	3,04	1,52	2,08	1,04	0,56
2022	4,25	2,13	2,91	1,46	0,79
2023	5,96	2,98	4,08	2,04	1,10
2024	8,34	4,17	5,71	2,85	1,54
2025	11,67	5,84	7,99	3,99	2,16
2026	16,34	8,17	11,19	5,59	3,02
2027	22,88	11,44	15,66	7,83	4,23
2028	32,03	16,02	21,92	10,96	5,93
2029	44,85	22,42	30,69	15,35	8,30

*Toma de 50 en corriente continua

Los valores en los que no se especifica lo contrario son de corriente alterna.

6.3. Condiciones técnico-económicas

Lo primero a tener en cuenta, en este punto, es que, dependiendo de la situación de la instalación, la red distribuidora puede no abarcar las potencias necesarias. Para establecer un buen parque de puntos de recarga hay dos estrategias diferenciadas: Por un lado, instalar una alta cantidad de puntos de recarga a baja potencia en el interior de las ciudades, que permita a los ciudadanos cargar sus vehículos durante el horario laboral y durante la noche, esto facilita la compra del vehículo al usuario que no dispone de garaje propio o a los que necesitan hacer un desplazamiento largo hasta una ubicación en la que permanecerá un largo tiempo. Por el otro, está la filosofía de aproximar la carga del vehículo eléctrico a la de combustión actual minimizando el tiempo de carga, estas instalaciones son necesarias para los usuarios que realizan más kilómetros de los que pueden recorrer con una sola batería de su vehículo cargada al máximo, y deben situarse en las cercanías de las vías primarias como autovías, autopistas y carreteras.

6.3.1. Análisis de las estaciones de carga

El equipo tendrá que disponer de antena 3G u otro medio para su uso mediante aplicación que permita la activación del punto de recarga y la realización de pagos de forma remota, y ser capaz de establecer la comunicación con protocolos OCPP.

Como el equipo debe poder realizar la medición de energía contendrá un contador MID, que cumpla la normativa vigente para ello.

La resistencia a humedad y polvo será apta para exteriores con un valor mínimo de IP54 y la resistencia será de IK10 en la envolvente a excepción de pantallas y rejillas que se aceptará hasta un IK8.

Los modos de carga serán de 3 o 4. Los conectores serán los más estandarizados en Europa, Tipo II socket para alterna y tanto CCS2 como CHAdemMo para continua.

Los equipos no contendrán shuckos que puedan producir fallos en la identificación de usuarios, aumentando los costes de mantenimiento para el ayuntamiento.

Según lo visto anteriormente y lo establecido en el Anexo II se analizan equipos de alterna monofásica a 7,4kW, de alterna trifásica a 22 kW y de continua de 22 a 50 kW.

Los equipos analizados son de las marcas Alfen, Ingeteam, Circutor, Vestel, EVBox, SIMON, DBT, Selva, Efacec y Wallbox. Sus precios son base imponible.

Memoria

6.3.1.1. Estaciones de 7,4 kW en alterna

La siguiente tabla contiene no solo el precio de los equipos, sino la suma del coste del equipo y sus protecciones, esta decisión se ha tomado debido a que algunos las llevan integradas y otros no. Los equipos de pared incluyen el valor del pedestal necesario.

Tabla M2. Comparación equipos de 7,4kW

Marca	Modelo	Interfaz	IP/IK	Nº Tomas	Instalación	Precio (€)
CIRCUTOR	RVE-WB2M-SMART	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	2	Pedestal	3.129,00
CIRCUTOR	RVE-WBM-SMART	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.045,00
CIRCUTOR	Urbana M21	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Suelo	3.030,00
CIRCUTOR	Urbana M22	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	2	Suelo	3.510,00
ALFEN	EVE-MINI*	LED RGB, display 3,5", lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	1.964,00
ALFEN	WALLBOX	RGB LED	IP54/IK10	2	Pedestal	3.424,00
WALLBOX	COMANDER2	LED RGB y Pantalla táctil 7"	IP54/IK10	1	Pedestal	2.085,00
VESTEL	EVC02 ZE READY	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.115,00
EVBox	BusinessLine* B1321	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.000,00
EVBox	BusinessLine* B1322	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	2	Pedestal	3.310,00
INGETEAM	FUSION STREET	LED RGB, display 4,3" TFT y lector RFID	IP54/IK10	2	Suelo	3.183,00
SELVA	SL2000	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.284,75

*Conexión vía GRPS sin posibilidad de 3G.

Memoria

6.3.1.2. Estaciones de 22 kW en alterna

La siguiente tabla contiene no solo el precio de los equipos, sino la suma del coste del equipo y sus protecciones, esta decisión se ha tomado debido a que algunos los llevan integradas y otros no. Los equipos de pared incluyen el valor del pedestal necesario.

Tabla M3. Comparación equipos de 22kW

Marca	Modelo	Interfaz	IP/IK	Nº Tomas	Instalación	Precio (€)
CIRCUTOR	RVE-WB2M-SMART-TRI	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	2	Pedestal	3.779,00
CIRCUTOR	RVE-WBM-SMART-TRI	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.925,00
CIRCUTOR	Urbana M21	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Suelo	3.757,00
CIRCUTOR	Urbana M22	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	2	Suelo	3.805,00
ALFEN	WALLBOX	RGB LED	IP54/IK10	2	Pedestal	3.800,00
ALFEN	PRO 200-AB	RGB LED lector RFID	IP54/IK10	1	Suelo	2.796,00
ALFEN	PRO 200-AB BITOMA	RGB LED lector RFID	IP54/IK10	1	Suelo	4.020,00
WALLBOX	COMANDER2 3F	LED RGB y Pantalla táctil 7"	IP54/IK10	1	Pedestal	2.196,00
VESTEL	EVC02 ZE READY 3F	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.252,00
EVBox	BusinessLine* B3321	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.716,00
EVBox	BusinessLine* B3322	LED RGB y lector RFID	IP54/IK10	2	Pedestal	4.341,00
INGETEAM	FUSION STREET	LED RGB, display 4,3" TFT y lector RFID	IP54/IK10	2	Suelo	3.741,00
SIMON	RP02 MM	LED RGB, display 4,7" y lector RFID	IP54/IK10	2	Suelo	5.425,00
SELVA	SL2000 3F	LED RGB, pantalla LCD y lector RFID	IP54/IK10	1	Pedestal	2.2026,75

*Conexión vía GRPS sin posibilidad de 3G.

Memoria

6.3.1.3. Estaciones de carga en continua

La siguiente tabla contiene el precio de los equipos de continua.

Tabla M4. Comparación equipos de continua

Marca	Modelo	Interfaz	Potencia	Nº Tomas	Potencia (kW)	Precio (€)
CIRCUTOR	RAPTION DUO	LED RGB, Pantalla táctil TFT 8" y lector RFID	IP54/IK10	1*	22CC	24.915,00
CIRCUTOR	RAPTION TRIO	LED RGB, Pantalla táctil TFT 8" y lector RFID	IP54/IK10	2*	22CC 22CA	25.970,00
CIRCUTOR	RAPTION TRIO 63	LED RGB, Pantalla táctil TFT 8" y lector RFID	IP54/IK10	2*	50CC 43CA	33.585,00
DBT	DUAL DC COM	Pantalla LCD, botones y lector RFID	IP55/IK10	1*	50CC	30.240,00
DBT	DUAL DC + AC T2 22kW COM	Pantalla LCD, botones y lector RFID	IP55/IK10	2*	50CC 22CA	32.010,00
INGETEAM	RAPID 50 DUO	Pantalla táctil a color 7" y lector RFID	IP54/IK10	1*	50CC	26.790,00
INGETEAM	RAPID 50 TRIO	Pantalla táctil a color 7" y lector RFID	IP54/IK10	2*	50CC 43CA	28.500,00
Efacec	QC20	Pantalla color 6,4" TFT y lector RFID	IP54/IK10	2*	20CC 22CA	21.442,00
Efacec	QC45	Pantalla color 6,4" TFT y lector RFID	IP54/IK10	2*	45CC 43CA	25.519,00

*El número de tomas hace referencia a las tomas que pueden realizar carga simultáneamente.

Memoria

6.3.1.4. Coste de la instalación de cada estación de carga

Las estaciones descritas arriba cumplen las características necesarias para la instalación en diferentes potencias. La elección de una por encima de otra depende principalmente del precio, potencia, modos de carga y número de tomas, por lo que para proseguir se reducirá el número de modelos a 6, dejando el equipo más económico de cada una de las otras clasificaciones.

En la siguiente tabla aparecen los modelos seleccionados para análisis y el coste de instalación para el ayuntamiento, ya extraído el porcentaje reducido por las ayudas.

Tabla M5. Equipos seleccionados para la comparación económica

Marca	Modelo	CC/CA	Potencia (kW)	Nº Tomas	Coste final de la instalación (€)
ALFEN	EVE-MINI	CA	7,4	1	3.390,20
CIRCUTOR	RVE-WBM-SMART	CA	7,4	2	5.495,49
WALLBOX	COMANDER2 3F	CA	22	1	1.816,27
INGETEAM	FUSION STREET	CA	22	2	2.212,25
Efacec	QC20	CC/CA	22/22	2	6.577,78
Efacec	QC45	CC/CA	45/43	2	7.913,01

Se obtienen los tiempos de carga con ayuda de la tabla A.II.9 y la ecuación A.II.6.

Tabla M6. Relación tiempo de carga coste de la instalación

Marca	Modelo	Coste final de la instalación (€)	Relación entre tiempos de carga	Relación precio- tiempo de carga
ALFEN	EVE-MINI	3.390,20	7,45	25.256,99
CIRCUTOR	RVE-WBM-SMART	5.495,49	3,73	20.498,17
WALLBOX	COMANDER2 3F	1.816,27	6,04	10.970,27
INGETEAM	FUSION STREET	2.212,25	3,02	6.680,99
Efacec	QC20	6.577,78	1,77	11.642,67
Efacec	QC45	7.913,01	1,01	7.992,14

La instalación con menor relación precio-tiempo de carga es la que nos permite cargar el mismo número de vehículos a menor coste de inversión inicial.

Memoria

6.3.1.5. Costes de mantenimiento de los equipos por potencia

En este apartado se tienen en cuenta los costes de mantenimiento básicos de las estaciones, los costes de software y gestión, así como los costes de potencia contratada y conexión a red necesarios anuales.

Tabla M7. Precios de mantenimiento en euros

Marca	Modelo	Término de potencia anual	*Coste de gestión y mantenimiento	Coste de la energía consumida anual
ALFEN	EVE-MINI	311,12	996,00	6.386,96
CIRCUTOR	RVE-WBM-SMART	737,91	996,00	7.239,15
WALLBOX	COMANDER2 3F	1.892,27	996,00	7.758,46
INGETEA	FUSION STREET	3.784,55	996,00	9.650,74
Efacec	QC20	3.784,55	996,00	9.650,74
Efacec	QC45	6.622,96	996,00	12.059,08

*Los costes de gestión y mantenimiento no incluyen sustitución de piezas.

Los costes acumulados por año según modelo serían:

Tabla M8. Costes acumulados en euros

Año	EVE-MINI	RVE-WBM-SMART	COMANDER2 3f	FUSION STREET	QC20	QC45
2020	5424,95	8017,96	5402,14	7690,39	12155,92	15799,50
2021	7023,12	10067,30	8569,45	12749,98	17215,51	23267,43
2022	8737,72	12242,81	11848,38	17921,18	22386,71	30846,98
2023	10615,30	14594,96	15283,57	23248,64	27714,17	38582,79
2024	12721,06	17194,39	18937,53	28794,87	33260,40	46537,37
2025	15146,29	20140,04	22897,76	34647,37	39112,90	54798,22
2026	18018,75	23570,38	27286,77	40928,66	45394,19	63487,85
2027	21517,35	27679,30	32276,08	47810,24	52275,77	72777,78
2028	25892,55	32738,21	38105,80	55532,24	59997,77	82908,12
2029	31494,97	39127,13	45112,11	64430,82	68896,35	94215,05

Al tener en cuenta la relación costes acumulados-tiempo el equipo con mayor rendimiento es el QC45, quedando el FUSIÓN STREET, que era el primero en inversión inicial, en el cuarto lugar.

Memoria

6.3.1.6. Viabilidades económicas

En este apartado se consideran las variables económicas más relevantes para ver la rentabilidad y el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial.

Para ello primero se observa el flujo de caja que refleja para cada año los beneficios o pérdidas.

Tabla M9. Flujo de caja

Año	EVE Mini	RVE-WBM-SMART	COMMANDER2	FUSION STRET	QC20	QC45
2020	24,63	-455,80	-1517,83	-3410,11	-3548,44	-5964,77
2021	429,88	45,12	-965,49	-2857,76	-3013,91	-5433,43
2022	997,23	586,88	-192,21	-2084,48	-2265,56	-4689,55
2023	1742,89	1345,34	667,79	-1001,88	-1217,88	-3648,12
2024	1742,89	2407,18	1804,52	385,31	186,66	-2190,12
2025	1742,89	3893,77	1905,65	1976,73	1726,76	-148,91
2026	1742,89	3907,08	1905,65	4204,71	3882,90	2031,58
2027	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	6901,49	5032,14
2028	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	8317,71	9232,94
2029	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	8317,71	14425,11

La tasa de interés de retorno para cada equipo es:

Tabla M10. TIR

Modelo	Potencia (kW)	TIR
EVE-MINI	7,4	32%
RVE-WBM-SMART	2x7,4	25%
COMANDER2 3F	22	17%
FUSION STREET	2x22	7%
QC20	22/22	6%
QC45	45/43	-2%

El valor añadido de las inversiones:

Tabla M11. VAN

Modelo	Potencia (kW)	VAN
EVE-MINI	7,4	9195,03
RVE-WBM-SMART	2x7,4	15965,27
COMANDER2 3F	22	6618,38
FUSION STREET	2x22	6367,63
QC20	22/22	8582,72
QC45	45/43	-4271,50

Respecto a los valores económicos de la inversión los equipos más rentables son los monofásico, siendo por contra el equipo de mayor potencia no amortizable.

6.3.2. Conclusión de la elección de estación.

El equipo con toma única de 7,4 kW queda descartado porque sería necesaria la instalación de una estación de recarga nueva a los 5 años de estar operativo, por ser incapaz de satisfacer las necesidades del parque de vehículos, requiriendo de nuevas instalaciones similares en un plazo de tiempo corto que resultarían en costes económicos superiores a la instalación de los bitomas de la misma potencia.

Para minimizar el coste de las instalaciones a medio plazo, lo más eficiente sería la instalación de estaciones de recarga de 7,4 kW de dos tomas. Sin embargo, los equipos de continua, proporcionan los menores costes a largo plazo, debido a que pueden cargar mayor número de vehículos en menor tiempo. Al minimizar la cantidad de estaciones de recarga se obtiene ahorro en los costes de mantenimiento y en los costes debidos al termino de potencia eléctrica.

La instalación de bitomas de 7,4 kW es la opción más coherente para fomentar la cantidad de puntos donde se puede recargar el vehículo, algo necesario en el municipio, sin embargo, la provincia de Castellón requiere en estos momentos de estaciones de recarga más rápidas para los viajeros. Por ello se toma la decisión de instalar una estación de carga bitoma de 22 kW en alterna que supone la menor inversión inicial y será capaz de abastecer el parque de vehículos durante 7 años. Esta solución permitirá al municipio sustituir el equipo por uno de toma única en continua de 40 kW en el futuro.

Para minimizar los costes de funcionamiento de los primeros años, la estación de carga se alimentará solo a 22 kW de potencia, teniendo una carga con vehículo único de 22 kW, que en caso de carga simultanea de dos vehículos se repartirá en 11 kW para cada vehículo. Se estima que esta potencia se podrá conservar durante los tres primeros años sin suponer una disminución en la calidad del servicio.

6.3.2.1. Estación de recarga seleccionada

Queda seleccionado, el equipo FUSION STREET con coste de instalación El presupuesto asciende a un total de **nueve mil ciento cuarenta y un euros con cincuenta y cinco céntimos base imponible**, que tras las ayudas queda en **dos mil doscientos doce con veinticinco céntimos**.

6.3.3. Selección del emplazamiento.

La ubicación seleccionada según los criterios establecidos ha sido la sita en la plaza de la Panderola.

7. Solución adoptada

En este apartado se describe al detalle la solución final adoptada.

7.1. Emplazamiento

Las instalaciones se encuentran en la vía pública, situadas dentro de la plaza de la Panderola, a la altura de la calle Onda N°77 de Vila-real. La referencia catastral de la parcela es 7355401YK4275N0001JL que se clasifica como urbana, siendo su uso principal cultural según catastro y LEC-1 Sistema local educativo en el PGU del municipio, y dispone de 9.874 m² de superficie con dos zonas de aparcamiento. La dirección catastral es Calle Cronista Traver N°37.

En los planos adjuntos se indican las localizaciones de las zonas objeto de intervención.

7.2. Características del local

Estación de recarga de vehículo eléctrico situada a la intemperie en vía pública.

A efectos de la instalación eléctrica, el local se clasifica dentro de los grupos denominados, *Instalaciones con Fines Especiales. Infraestructuras para la Recarga de Vehículos Eléctricos*, según la *ITC-BT-52*.

Según la nomenclatura de dicha instrucción:

d) Aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, sean de titularidad pública o privada.

Estando a la intemperie se considera *Instalaciones en Locales Mojados* según la *ITC-BT-30*.

7.3. Descripción general de la instalación

Se proyecta la instalación de un punto de recarga tipo SAVE semirrápida, MODO 3, en base a la Instrucción Técnica Complementaria *ITC-BT-52 (Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos)* del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del 2002*, para una potencia de 44 kW (2x22 kW), limitado a 40kW, con una protección magneto térmica de 80A trifásica, destinada a dos plazas de recarga.

La conexión entre la estación de recarga y el vehículo eléctrico se realiza con cable externo, que se conectará tanto a la clavija del vehículo como a la de la estación. La clavija de la estación será el estándar europeo Tipo II.

Los criterios mínimos de la envolvente de un cargador de interior son IP54 y IK10.

La infraestructura de recarga dispondrá de un sistema de pago integrado físico (TPV) o telemático incorporado en la gestión de usuarios, que inicialmente estará desactivado, el cual se debe poder

Memoria

desbloquear por cualquier usuario del vehículo eléctrico sin intervención de terceras personas y sin necesidad de estar dado de alta previamente en ningún servicio, mediante una APP telefónica y mediante un lector de tarjeta RFID.

El contador de la estación es un contador MID (measuring instrument directive), en conformidad con las normativas europeas *EN50470-1 / EN50470-2 / EN50470-3*.

El esquema de la instalación se corresponde con el *esquema 3A* de la *ITC-52* situado en la página siguiente, conectando la estación de recarga a un contador principal del cual solo derivará dicha carga, considerándose la línea entre el contador y la estación una derivación individual.

Aunque este es el esquema base a seguir puede requerir de protecciones o elementos adicionales a criterio del proyectista según cada caso, por lo que, quedará ampliado en el apartado planos del presente proyecto.

Memoria

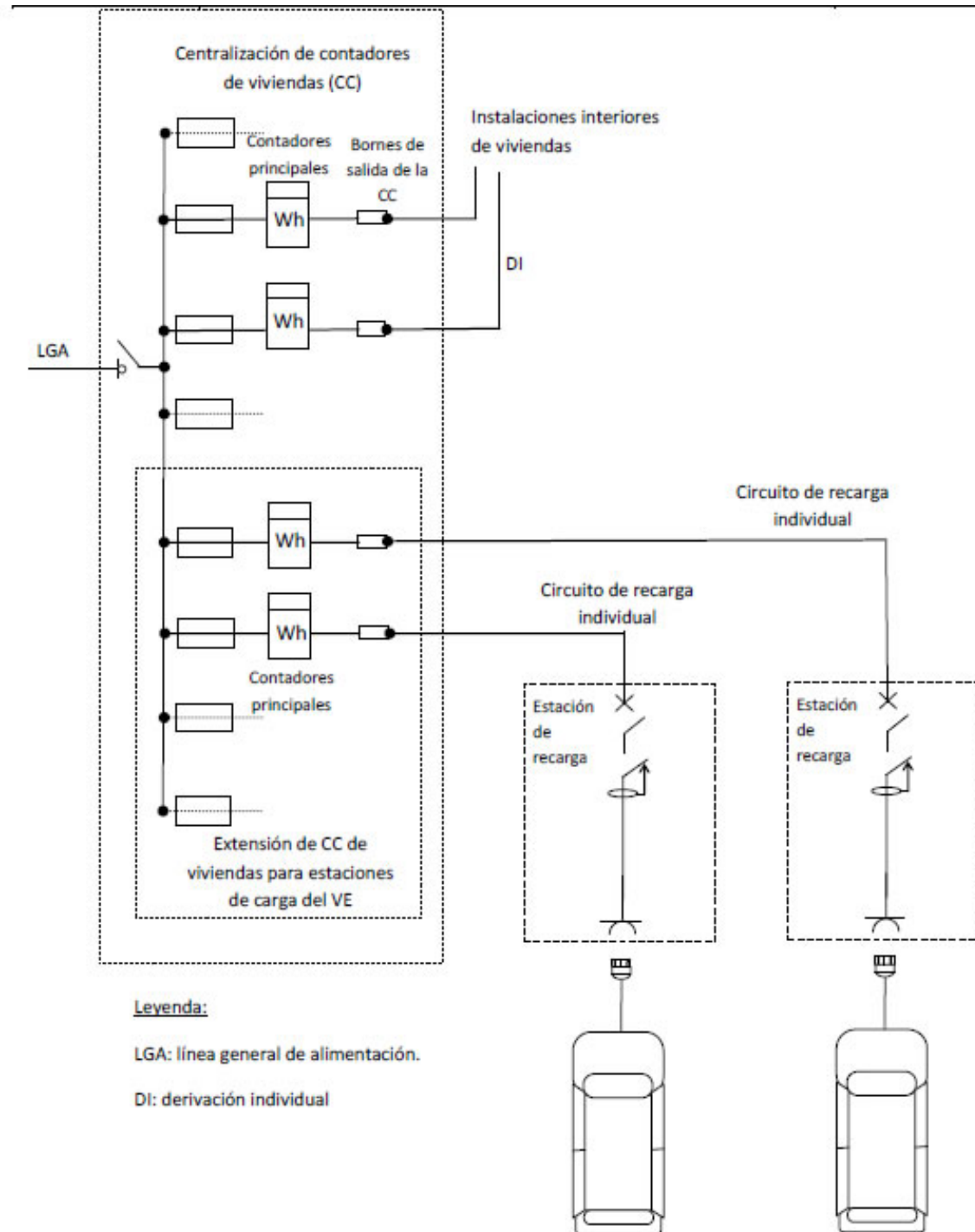


Figura 9. Esquema 3a: instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (utilizando la centralización de contadores existente).

Fig.M13 El esquema de la instalación básico. Fig. Extraída de la ITC-52 del REBT.

7.4. Previsión de cargas

Se considera la Potencia Prevista como la que la instalación puede suministrar a los receptores. La **potencia máxima** instalada prevista para el suministro es de **40 kW**, correspondiente a una estación de recarga apta para 2 puntos de 22 kW cada uno, limitada por software interno a 40 kW en cabecera y a 22kW por toma. Considerando un coeficiente de simultaneidad de 1 la potencia simultánea a contratar será de $40 \times 1 = 40 \text{ kW}$.

7.5. Características de la alimentación

La línea será trifásica con corriente a 50 Hz de frecuencia en régimen permanente.

La tensión nominal, será de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Dicha corriente será suministrada por Iberdrola Distribución Eléctrica S.A. desde sus redes de distribución, por tanto, la acometida será definida por la empresa suministradora en función de las características de su red de acuerdo con el Reglamento de Acometidas.

En este caso la acometida es la correspondiente a una red subterránea de baja tensión propiedad de la compañía suministradora con conductores de aluminio.

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito trifásica en cabecera de: 12.00 kA.

7.6. Caja general de protección

Nuestra instalación empieza en la caja general de protección y medida debido a que no se precisa Centro de Transformación, por tratarse de una potencia prevista a contratar inferior a 100 kW, que la red de distribución en baja tensión es capaz de suministrar.

En este caso, la C.G.P. se instalará en una caja de superficie de poliéster CGP+CPM en el edificio situado en la plaza de la Panderola, como queda definido en el plano P3. Consistirá en un esquema 10, con bases fusibles BUC de 250 A, normalizada por Iberdrola.

La caja, al ser la envolvente de material aislante (poliéster), no necesita la instalación de puesta a tierra, pudiéndose realizar la puesta a tierra del neutro en el caso de que la Empresa distribuidora lo exigiese debido a necesidades de sus redes de distribución.

7.7. Equipos de medida

La C.P.M contendrá un contador trifásico inteligente y fusibles NH de 80 A para proteger la línea de la derivación individual. Se situará en armario de superficie normalizado por Iberdrola, fabricado en poliéster, junto al edificio de la plaza de la Panderola.

7.8. Derivación individual

La derivación individual es la encargada de conectar desde la línea general de alimentación hasta cuadro general del usuario, comprendiendo los fusibles, el contador y los dispositivos generales de mando y protección. En este caso será la única línea necesaria ya que no se requiere línea de distribución al tratarse de una instalación con esquema 2.1 de la ITC-BT-12, para un solo usuario anonado y que el cuadro se situará en el interior del equipo de recarga.

En nuestra instalación la línea partirá desde la C.G.P hasta la C.P.M y desde allí hasta el cuadro general (C.M.P).

7.9. Canalización

Se trata de una canalización enterrada bajo tubo de doble capa con interior liso y exterior corrugado, clasificados según la norma UNE-EN 61386-24, capaz de ampliar al 100% de los conductores, soportando una compresión de 450N test UNE-EN 50086-2-4. La parte superior del tubo quedará a una profundidad de 60 cm bajo zona peatonal y 80 cm zona con tráfico rodado, y se situará sobre un lecho de arena o hormigón según corresponda.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

7.10. Conductores

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo.

Para el caso de cables multiconductores, potencias considerables o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

Memoria

7.11. Conductores de protección.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla M12. Extraída de la Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf <= 16	Sf
16 < Sf <= 35	16
Sf > 35	Sf/2

7.12. Mediciones de los conductores y canalizaciones

Derivación individual:

Longitud: Unos 13,55 m.

Tipo: Trifásica.

Canalización: Enterrado bajo tubo de 90 mm de diámetro UNE-EN 50086-2- 4.

Conductores: De cobre. Unipolares 4x16+TT16 mm² Cu.

Aislamiento: RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

7.13. Características especiales debidas al coste del local.

Al tratarse de una instalación en exteriores está expuesta a la lluvia por lo que se debe tratar como instalación en local mojado. Por ello las canalizaciones deben ser estancas en toda su longitud, incluyendo las conexiones o los posibles empalmes. La estanquidad deberá cumplir una IP de cuatro para agua (IPX4).

La **aparamenta** estará protegida contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

7.14. Descripción de la estación de carga.

La estación de recarga a instalar es la Ingeteam Fusión Stret FS3 o similar:

Envolvente: Acero galvanizado. (Son aptas estaciones de aluminio y plástico ABS)

Instalación: Instalación en suelo con tres pernos en forma de L o pernos con taco químico.

Dimensiones: Ancho 320mm, fondo 215mm y alto 1400mm.

Peso: 33 kg

Protección atmosférica: IP54.

Memoria

Protección contra impactos: IK10 en la envolvente y un IK8 en las pantallas y rejillas.

Acceso de mantenimiento: Puerta frontal, con interruptor de seguridad para evitar se opere el punto con ella abierta. Dicha puerta debe tener cerradura y una posición de mantenimiento que permita a los técnicos hacer pruebas con el ordenador conectado a la estación de recarga. Zona wifi para operaciones del punto sin necesidad de su apertura.

Interfaz maquina humano: 4.3” pantalla TFT a color, RFID (Mifare Classic 1K&4K, MifareDesFire WV1, NFC), una baliza luminosa Led RGB por toma que indica estado de carga.

Modo de recarga: Modo 3 según la IEC 61851-1, para recarga semirápida en corriente alterna con dos conectores Tipo II según IEC 62196-2. Este método de carga incluye comunicación durante todo el proceso, permitiendo a la terminal conocer los estados de la batería y el vehículo.

Potencia: 40kW en cabecera con dos tomas de 22kW e funciones avanzadas Dynamic Load Management 2.0, que permiten la correcta repartición de la energía para minimizar tiempos de carga.

Líneas de entrada: Tres fases, neutro y tierra.

Corriente máxima: 64 A (limitable).

Tensión entrada: $400 \pm 15\%$ V en alterna.

Frecuencia: 50/60 Hz

Consumo stand-bay: <10W.

Protecciones eléctricas: Cada toma queda protegida de forma independiente por un magnetotérmico MCB (Curva C), diferencial RCD tipo A (30mA) con reconexión automática, detector de fuga de corriente diferencial en continua de 6mA conforme a la norma IEC 62955 para cumplir la norma UNE-HD 60364-7-722, más restrictiva que la normativa española. El equipo debe cumplir Categoría III – 300Vac (EN61010), protección contra choque eléctrico por doble aislamiento Clase II.

Conectores: Tipo II socket, con tapa y goma que permiten el cierre hermético contra la lluvia.

Medida de energía: Un contador con certificación MID Clase 1 según EN 50470-3, por cada toma.

Protocolo de comunicación: OCPP con adaptador a para conexión a plataforma de pago vía Smart Phone mediante APP, con acceso universal y conexión a plataformas de operación, mantenimiento y comercialización del servicio de recarga de vehículo eléctrico, así como otras funciones asociadas a los Gestores de Carga, que garantice la información y operación del equipo

Memoria

de forma remota. El equipo podrá reiniciarse de forma remota y física en caso de fallo o avería, realizará una comprobación del correcto funcionamiento del modem cada 15 minutos reiniciándolo en caso de pérdida de conexión con la plataforma de gestión centralizada. El equipo permitirá el uso del protocolo OCPP 1.6 o posteriores, admitiendo cadenas de 20 caracteres sin restricciones.

Conectividad: Ethernet, Wifi, Switch Ethernet, GPRS-3G.

Personalización: La pantalla en stand-bay será personalizable con el logo del ayuntamiento. El equipo puede ser penalizado mediante vinilos.

Normas: El equipo deberá cumplir las siguientes normas:

- o EN 61851-1 : 2001 parte1.*
- o IEC-61851-21-2*
- o IEC 61000.*
- o IEC 60364-4-41.*
- o IEC 61008-1.*
- o IEC 60884-1.*
- o IEC 60529.*
- o IEC 61010.*
- o IEC 62955.*
- o UNE-EN55011.*
- o ISO 14443A.*
- o Directiva de Baja Tensión: 2014/35/EU*
- o Directiva EMC: 2014/30/EU*
- o Mercado CE*

7.15. Cuadro general de distribución

El cuadro general de distribución se instalará en el interior de la estación de recarga, y dicho cuadro solamente alimentará el SAVE, disponiendo de interruptores de mando y protección para cada una de sus líneas y un interruptor general.

Para más información ver apartado de esquemas y planos.

La envolvente es de acero galvanizado con IP54 y IK10.

Las protecciones instaladas serán las necesarias para el cumplimiento de la ITC-BT-17 y la ITC-BT-52:

- 1 Interruptor Magnetotérmico General de corte omnipolar de 80 A Curva C con un poder de corte mínimo de 25kA.

Memoria

- 2 Interruptores Diferenciales de corte omnipolar de 40 A clase A con un poder de corte mínimo de 25kA.
- 3 Interruptores Magnetotermicos de corte omnipolar de 32 A Curva C con un poder de corte mínimo de 25kA.
- Protección sobretensiones transitorias clase II, de 40 a 20 kA.
- 1 detector electrónico de fuga de corriente diferencial en continua de 6mA.

Los calibres de los circuitos protegidos se indican en el esquema unifilar y cálculos justificativos.

7.16. Mediadas de protección eléctrica

7.16.1. Medidas de protección contra contactos directos e indirectos

Siguiendo las indicaciones de la *ITC-BT-52.6.1* y *ITC-BT24*.

La protección contra contactos directos queda garantizada por el sistema de instalación utilizada y el tipo de material. Enterrado bajo tubo y aparamenta cerrada bajo llave (aislamiento de las partes activas y por medio de barreras y envolventes).

Todos los conductores instalados serán aislados con aislamiento de 0,6/1kV RZ1 en el interior de la estación, o Z1-K-750 V aislamiento Poliolefinico Zero Halógenos bajo tubo.

La protección contra contactos indirectos queda garantizada con la instalación de un sistema de puesta a tierra de las masas, en máquinas y receptores fijos, mediante un conductor de protección amarillo-verde de 16 mm². Al tratarse de una nueva instalación se realizará a su vez una toma a tierra con picas de cobre conectadas por cable desnudo de cobre de 35 mm² de sección.

La instalación contará con un diferencial de 30mA clase A para cada una de sus tomas que asegure el corte en caso de una derivación de corriente peligrosa. Estos diferenciales se situarán de forma dentro de la estación de carga. Dicho diferencial contará con un rearme automático.

Para la selección de los diferenciales se han tenido en cuenta las referencias establecidas por el fabricante de la estación de carga.

7.16.2. Medidas de protección en función de las medidas externas

Siguiendo *ITC-BT-52.6.2*

Se tendrá en cuenta los peligros procedentes del agua, la penetración de agentes extraños, y los posibles impactos que pudieran producirse en los equipos, debido a su uso o actividades colindantes.

Memoria

El grado de protección contra el agua de las envolventes y canalización será de IPX4 o superior. Las conexiones de las líneas a los bornes en el interior de las envolventes se realizarán siempre a alturas superiores de 30 cm del suelo.

Las canalizaciones serán enterradas bajo tubo con lo que no hay riesgos de impactos. Se colocará cinta de señalización subterránea de electricidad, 10 cm por encima de las canalizaciones, para evitar perforaciones y facilitar su localización.

La estación de recarga dispondrá de un IP54 y un IK10, además quedará protegida mediante la instalación de dos bolardos que evitan la colisión directa de vehículos.

7.16.3. Medidas de protección contra sobreintensidades

Las protecciones generales, están dimensionadas para ser selectivas con los dispositivos de protección de cada una de las líneas de la estación de recarga y evitan el disparo debido al proceso de recarga del vehículo.

La instalación cuenta con un térmico de corte omnipolar en cabecera y uno para cada uno de sus tomas.

Todos los térmicos instalados se clasifican como curva C.

Para la selección de las protecciones se han tenido en cuenta las referencias establecidas por el fabricante de la estación de carga.

7.16.4. Medidas de protección contra sobretensiones

El dispositivo de protección contra sobretensiones se instalará en el cuadro general situado en el interior de la estación de recarga, minimizando la distancia con el dispositivo, y dispondrá de su propia protección que lo deja sin efecto en caso de fallo, permitiendo la continuidad del servicio.

7.17. Instalación de puesta a tierra

La puesta a tierra es la unión de las masas del circuito mediante un conductor a unos electrodos enterrados que permitan disipar las corrientes diferenciales de forma segura, evitando la aparición de diferencias de potencial peligrosas

Se realizará la instalación a tierra según las instrucciones de *ITC-BT-52.7* y *ITC-BT-18*.

Los cables aislados de color amarillo y verde, que conectan la masa con el electrodo, tendrán una tensión asignada de 450/750 V con una sección de 16 mm² y los cables de cobre desnudos enterrados, que conectan los electrodos que conformen la puesta a tierra no tendrán una sección menor de 35 mm². Las conexiones de todos los conductores garantizarán que el contacto es permanente y cumplen los requisitos contra la corrosión.

Memoria

La resistencia de toma tierra debe alcanzar un valor para el cual en ninguna masa de la instalación puedan aparecer valores de tensión superiores a los 24V, al tratarse de un local mojado.

La protección contra impactos mecánicos queda asegurada contra influencias externas debido a la protección de sus envolventes.

7.17.1. Uniones a tierra

Según la *ITC-BT-18.3*:

Al tratarse de una instalación cuyas líneas parten únicamente de un cuadro general, habrá una única puesta a tierra para toda la instalación que cumplirá con los criterios citados en el apartado anterior.

7.17.2. Toma a Tierra

La instalación se realiza según las medidas establecidas en la *ITC-BT-18.3.1*.

La instalación se realizará con barras de cobre 14.3 mm de diámetro y dos metros de longitud, unidas por cable desnudo (flagelo de cobre) de 35mm² de sección. En el caso de necesitar más de una pica para alcanzar la resistencia necesaria, las picas quedarán separadas por una longitud de 3 metros. Esta instalación no tendrá ningún otro fin estructural o de servicios.

Todos los materiales de la instalación cumplirán con las normas UNE requeridas, y será capaz de resistir las condiciones corrosivas y mecánicas a las que se pueda ver sometida.

Se aprovechará la zanja realizada para la canalización para situar la toma a tierra siempre que sea posible, situándola en el exterior de la canalización y en contacto con el terreno. Al no estar situada en una ubicación donde se produzcan heladas, la profundidad a la que quedará enterrada la toma tierra nunca será inferior de 0,5m.

La toma a tierra tendrá un valor inferior a los 20 ohmios para cumplir el sello de calidad de Renault.

7.17.3. Conductores de tierra

Los conductores de protección unirán eléctricamente las masas de la instalación con los embarrados de puesta a tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores serán de cobre con secciones mínimas establecidas en la tabla Tabla M9, y discurrirán por el interior de las canalizaciones y presentarán las conexiones exigidas en la *ITC-BT-18*.

7.17.4. Esquema conexión a tierra

El esquema se realizará según lo establecido en la *ITC-BT-18.4.1.2 Esquemas TT*.

Características y prescripciones de los dispositivos de protección:

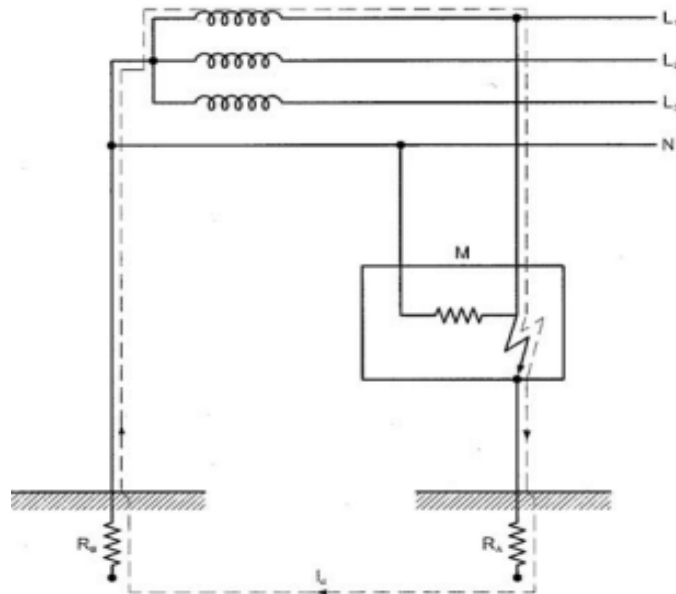


Fig.M14 Esquema TT Fig. Extraída de la ITC-BT-18 del Reglamento electrotécnico de baja tensión

7.18. Obra civil necesaria

7.18.1. Zanjas y canalizaciones desde el cuadro de protección y medida a la estación de carga

De la salida de la CPM y bordeando el edificio se realizará una zanja de 12,95 metros de longitud bajo el pavimento hasta alcanzar la altura de la estación de carga, según planos. El pavimento sobre el que se realiza consta en tres tramos:

- 1,9 m de tierra.
- 5,8 m de adoquín.
- 5,2 m de asfalto.

La zanja tendrá una profundidad de 60 cm y un ancho de 20cm, en su interior se instalará un tubo de PVC de diámetro 90mm con un soporte de 450N, según planos adjuntos.

7.18.2. Base de cimentación para punto de recarga

Será un dado de 465x350 mm y 30 cm de profundidad, construido en hormigón HA-25-lla soterrado bajo pavimento y con los pernos y placa de anclaje suministrados por el fabricante. En caso de que el equipo no llevará pernos propios, serán de 300 mm de profundidad y tendrán resistencia a tracción mínima de 11,55 kN y resistencia a cortadura mínima de los pernos: 11,65 kN.

7.18.3. Base cimentación para anclaje de las pilonas

Serán dos dados de 15x15 cm y 20 cm de profundidad, construido en hormigón HA-25-lla soterrado bajo pavimento con los pernos y placa de anclaje. Las pilonas necesarias deben resistir sin destrucción un impacto de 10 kJ.

Sobre asfalto o hormigón la instalación puede realizarse la fijación con taco químico.

7.18.4. Base cimentación para anclaje de señal vial

Consiste en un dado de 30x30 cm y 30 cm de profundidad, construido en hormigón HA-25-lla soterrado bajo pavimento con los pernos y placa de anclaje. La parte baja de la señal estará a una altura de 2 metros, por situarse en zona peatonal.

7.18.5. Paso acondicionado

Entre ambas plazas se realizará un paso de peatones de 1,5m de ancho para que las personas con movilidad reducida tengan fácil acceso a la zona peatonal. Este paso se señalizará con bandas blancas de 50 cm separadas entre ellas una distancia del mismo valor.

7.18.6. Tiempo de ejecución

Día uno: Dos peones de obra realizan la apertura de zanja y huecos para las zapatas. Peón y oficial de obras civiles realizan la primera capa de pintura de las plazas.

Día dos: Peón y oficial de electricistas conectar la derivación individual, instalan la estación y las protecciones eléctricas necesarias en su interior. Peón y oficial de obra realizan el tapado de zanja. Peón y oficial de obras civiles realizan la segunda capa de pintura de las plazas.

Día tres: Peón y oficial de obras civiles realizan asfaltado, montaje de las señales verticales y señalización horizontal. Oficial y peón de obra colocan los adoquines e instalan los postes verticales. Técnico especialista en IRVE configura los equipos y hace la puesta en marcha.

8. Ahorro de CO2

En la siguiente tabla se muestra el ahorro de CO₂ estimado para la instalación propuesta:

Año	Nº Vehículos	Toneladas de CO2
2020	17	1,64
2021	24	2,32
2022	34	3,28
2023	48	4,63
2024	67	6,46
2025	94	9,07
2026	132	12,73
2027	185	14,66
2028	259	14,66
2029	363	14,66

Como se puede observar, pese al aumento de vehículos no se prevé que la instalación supere el ahorro de 14,66 toneladas de CO₂, debido a que se estima que el tiempo de actividad del equipo no sobrepasará las seis horas, ya que los usuarios tienden a dejar en carga el vehículo eléctrico a las mismas horas. En el supuesto de lograr que el equipo estuviera en estado de carga durante más de 14 horas diarias, el ahorro subiría a 35,02 toneladas. Para poder lograr aumentar el ahorro de CO₂ con este equipo, lo correcto sería, limitar el tiempo máximo que un vehículo puede permanecer conectado a la estación de carga a tres horas.

Estas estimaciones quedan muy por debajo de las valoradas en muchas estadísticas, debido que aquí se supone que el equipo no está en estado de carga durante todas las horas del día.

9. Solución final

Se instalará una estación de recarga de vehículo eléctrico Ingeteam FUSSION, semirápida Modo 3, de dos tomas de 22kW, limitada en cabecera a 22kW durante los 3 primeros años y a 43 kW en años posteriores. Esta dispone de dos bases Tipo 2, que permite la carga simultanea de dos vehículos.

La estación está alimentada por un suministro propio.

Se instala una CPM de esquema 10 de Iberdrola y equipo de medida directa, en caja sobre peana de hormigón armado.

La línea de la derivación individual será unipolar de $4 \times 16 \text{mm}^2 + 16 \text{mm}^2$ TT RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, y transcurrirá a lo largo de 13,55m bajo tubo de 90 mm de diámetro.

El cuadro general se sitúa en el interior de la estación de recarga y está formado por:

- 1 Interruptor Magnetotérmico General de corte omnipolar de 80 A Curva C con un poder de corte mínimo de 25kA.
- 2 Interruptores Diferenciales de corte omnipolar de 40 A clase A con un poder de corte mínimo de 25kA.
- 3 Interruptores Magnetotermicos de corte omnipolar de 32 A Curva C con un poder de corte mínimo de 25kA.
- Protección sobretensiones transitorias clase II, de 40 a 20 kA.
- 1 detector electrónico de fuga de corriente diferencial en continua de 6mA.

10. Bibliografía

10.1. Páginas web

- FASTNED *Vehicles & Charging tips*. Disponible en:
<https://support.fastned.nl/hc/en-gb/categories/204629548-Vehicles-charging-tips->
- Electromaps *Puntos de recarga en Castelló (España)*. Disponible en:
<https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/espana/castello>
- DGT *Parque de vehículos anuario 2019*. Disponible en:
<https://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/>
- DGT *12135_Vila_real.pdf*. Disponible en:
https://www.dgt.es/informacion-municipal/2015/individuales/castellon/12135_Vila_real.pdf
- EstadísticaCoches *Matriculaciones por modelo*. Disponible en:
<https://www.estadisticacoches.com>
- Somos Eléctricos *Marcas de coches eléctricos*. Disponible en:
<https://somoselectricos.com/marcas-vehiculos-electricos/>
- Red eléctrica de España *REDATA: DATOS ESTADISTICOS*. Disponible en:
<https://www.ree.es/es>
- Iberdrola *Planes y tarifas de luz*. Disponible en:
<https://www.iberdrola.es/luz>
- Economipedia *Diccionario económico*. Disponible en:
<https://economipedia.com/definiciones>
- CYPE Ingenieros, S.A. *Generador de precios. Espacios urbanos*. Disponible en:
http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Equipamiento_urbano.html#gsc.tab=0
- IDAE *Factores de conversión energía final-energía primaria y factores de emisión de CO₂-2010*. Disponible en:
[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Factores_de_Conversion_Energia_y_CO2_\(2010\)_931cce1e.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Factores_de_Conversion_Energia_y_CO2_(2010)_931cce1e.pdf)
- Catastro *Vila-real (Castellón)*. Disponible en:
<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?refcat=7355401YK4275N&from=OVCBusqueda&pest=rc&final=&RCCCompleta=7355401YK4275N0001JL&ZV=NO&ZR=NO&del=12&mun=135>
- CIRCUTOR *Recarga exterior de vehículos eléctricos*. Disponible en:

<http://circuitor.es/es/productos/recarga-inteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-exterior-de-vehiculos-electricos>

- Ingeteam Power Technology – Energy *Catálogo Movilidad Eléctrica*. Disponible en: https://www.ingeteam.com/es-es/sectores/movilidad-electrica/s15_58_p/productos.aspx
- Wallbox *Cargadores Wallbox*. Disponible en: https://wallbox.com/es_es/cargadores-wallbox
- Efacec Empowering the future *Products*. Disponible en: <https://electricmobility.efacec.com/>
- VESTEL *Folletos & Fichas Técnicas*. Disponible en: <https://www.vestel-echarger.es/download.html>
- ALFEN EV Charge Points *Alfen product range*. Disponible en: <https://alfen.com/en/ev-charge-points>
- EVBox *Cargadores comerciales*. Disponible en: <https://evbox.com/es-es/productos>
- Selba *SL1000*. Disponible en: <https://selba.es/es/puntos-de-recarga/>
- SIMON *Serie soluciones de recarga exterior*. Disponible en: <https://www.simonelectric.com/recarga-de-vehiculos-electricos>
- DBT *Solutions and Service*. Disponible en: <https://www.dbt.fr/en/dbt-cev/>

10.2. Documentación técnica

- Guía de movilidad eléctrica para las entidades locales. Elaborada por Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y Red Eléctrica de España (REE).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Aprobado por el Ministerio de Presidencia en el BOE-A-2007-15820 29 de agosto de 2007.
- 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. Aprobado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en el BOE-A-2014-13681 31 de diciembre de 2014.
- Guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52 Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico

Memoria

para baja tensión. Aprobado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad noviembre de 2017.

- Guía técnica de aplicación: Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales. Aprobado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología septiembre de 2003.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Aprobado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología en el BOE-A-2002-18099 de 18 de septiembre de 2002.
- Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía, Iberdrola S.A.
- NORMAS URBANÍSTICAS DEL PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ORDENACIÓN URBANA DE VILA-REAL, diciembre de 2014 y sus actualizaciones.
- Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES). Aprobado por el Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad.
- Convocatoria subvenciones en especie dotación de puntos de recarga de vehículos eléctrico. Según 05531-2019-U Aprobación bases puntos de recarga vehículo eléctrico. En el BOP 161 - 28 de diciembre de 2019.
- Convocatoria subvenciones en metálico. Otros gastos de inversión para la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos. Según 05531-2019-U Aprobación bases puntos de recarga vehículo eléctrico. En el BOP 161 - 28 de diciembre de 2019.
- Ayudas infraestructuras de recarga para vehículos ofrecidas por IVACE en el DOGV 15 de abril de 2019.

10.3. Otros

- Base de datos de Arquímedes (CYPE).



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA**

ANEXOS

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

Índice de ANEXOS

Índice de ANEXOS

Anexo I Emplazamiento de la instalación	55
Anexo II Potencias de carga según el parque de vehículos nacional	65
Anexo III Mediciones y presupuestos a comparar	73
Anexo IV Cálculos de CO ₂	79
Anexo V Cálculos eléctricos de la instalación	89
Anexo VI Viabilidad económica	99
Anexo VII Fichas técnicas	107

ANEXO I

Anexo I Emplazamiento de la instalación

A.I.1. Accesibilidad	56
A.I.2. Carreteras	57
A.I.3. Fomento económico	58
A.I.4. Fomento turístico	59
A.I.5. Movilidad urbana	60
A.I.6. Condiciones Técnicas	60
A.I.7 Selección de ubicación	61

Anexo I Emplazamiento de la instalación

El emplazamiento de la instalación de carga de vehículo eléctrico para el municipio de Vila-real se ha decidido mediante el método de jerarquías analíticas AHP (Analytic Hierarchy Process).

Los criterios con los que se ha valorado han sido:

Accesibilidad: Lo fácil que es acondicionar la ubicación para facilitar el acceso al punto de recarga por parte de personas con movilidad reducida de forma segura (Altura de bordillos, rampas de acceso a la vía peatonal, tráfico y velocidad de la vía de circulación, posibilidad de instalación punto de recarga en arcén...).

Carreteras: La distancia a las cuatro carreteras principales AP-7, N-340, CV10 y CV-20, y el tráfico que circula por ellas. Como los datos usados son de antes de la liberación de la autopista, se ha ponderado una disminución de circulación en las vías paralelas y un aumento en las colindantes CV-10 y N-340, dándole más peso de esta forma a las vías usadas para viajes largos y buscando dar soporte a la red de recarga de la comunidad.

Fomento económico: Se han tenido en cuenta los establecimientos de restauración a menos de 100 metros y de hospedaje a menos de 500 metros, que valoramos son los locales más beneficiados por la estación de recarga.

Fomento turístico: Se han contemplado los puntos de interés de la localidad cercanos a la estación de recarga.

Movilidad Urbana: Se ha valorado la calle de acceso a la estación de carga, por sus dimensiones y la desviación de tráfico que hay hacia ella, además de la facilidad de carga para los residentes y trabajadores de la localidad.

Condiciones técnicas: Se ha hecho una valoración de la necesidad técnica en medida de las posibilidades para minimizar los costes (Acometidas del ayuntamiento y potencia máxima de los suministros, distancia de zanja, tipos de suelo...)

A.I.1. Accesibilidad

Para otorgar los valores a la accesibilidad se optó por realizar la clasificación con miembros del grupo de ACUDIM de la localidad, analizando las dificultades que veían los mismos y dándoles valores fijos, siendo 1 un sitio idílico para la accesibilidad de las personas con movilidad reducida, y 0 una ubicación completamente inaccesible.

ANEXO I

El valor de accesibilidad se obtiene mediante la siguiente tabla de valores:

Tabla A.I.1. Accesibilidad según entorno

Vía de tránsito lento	0,1
Rampa de acceso zona peatonal contigua	0,3
Rampa de acceso zona peatonal cercana	0,2
Instalación en parquin	0,3
Estación de carga en acera baja	0,1
Estación de carga a ras de suelo	0,2
Espacio de aparcamiento 5,90x5,00 m o 12,50x2,20 m	0,2

La inaccesibilidad a la vía peatonal establece un valor final de 0, con independencia del resultado obtenido mediante la anterior tabla.

Tabla A.I.2. Valor de la Accesibilidad

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Accesibilidad	1	1	0,5	0	0,5	0,7	0,4	0,8

A.I.2. Carreteras

Para las carreteras se ha realizado un cálculo que valora tanto la distancia hasta el lugar como el tráfico medio que circula vía.

$$VRV = \left(1 - \frac{Dist - Dist_{min}}{Dist_{max} - Dist_{min}}\right) \cdot \left(\frac{Circ - Circ_{min}}{Circ_{max} - Circ_{min}}\right)$$

Ecuación A.I.1 Valor ubicación de cada carretera

Siendo:

VRV: Valor de la ubicación respecto a cada vía de acceso a la población.

Dist: Distancia de la localización a una carretera (km).

Dist_{min}: Distancia entre la carretera y la localización más cercana (km).

Dist_{max}: Distancia entre la carretera y la localización más lejana (km).

Circ: Número de vehículos que circulan de la carretera ponderada.

Circ_{min}: Número de vehículos que circulan de la carretera menos transitada.

Circ_{max}: Número de vehículos que circulan de la carretera más transitada.

ANEXO I

Posteriormente se han sumado los valores de cada uno de las vías y se ha dividido por el número de las mismas.

$$VUV = \frac{\sum_{i=1}^n VRV_i}{N}$$

Ecuación A.I.2 Valor ubicación respecto a accesos por carretera

Siendo:

VUV: Valor de la ubicación respecto a las vías de acceso a la población.

VRV: Valor de ubicación respecto a la vía de acceso a la población.

N: Número de vías.

La siguiente tabla representa los valores de cada carretera y el valor total de la ubicación.

Tabla A.I.3. Valor de la ubicación por la distancia distinguiendo carreteras

Lugares	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
N-340	0,41	0,41	0,55	0,55	0,25	0,68	0,75	0,00
E-15/AP-7	0,05	0,05	0,06	0,05	0,03	0,07	0,07	0,00
CV10	1,00	1,00	0,13	0,40	0,00	0,73	0,60	1,00
CV20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,37	0,37	0,19	0,25	0,07	0,37	0,36	0,25

A.I.3. Fomento económico

Para valorar el fomento económico que la estación de recarga ofrece a la ciudad en cada ubicación, se han contabilizado los diferentes centros gastronómicos que se sitúan a menos de 100 m y los hospedajes a menos de 500 m.

Tabla A.I.4. Número de Locales

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Locales	7	7	2	12	4	5	10	3

Conociendo los locales afectados positivamente por la instalación hemos dado un valor de fomento económica según la ecuación:

$$VEU = \left(\frac{LOC - LOC_{min}}{LOC_{max} - LOC_{min}} \right)$$

Ecuación A.I.3 Valor ubicación respecto a los locales

Siendo:

VEU: Valor de fomento económico de la ubicación.

ANEXO I

Loc: Número de locales dentro del rango de la ubicación valorada.

Loc_{min}: Número de locales mínimo dentro del rango de una de las ubicaciones.

Loc_{max}: Número de locales máximo dentro del rango de una de las ubicaciones.

Los valores quedan de la siguiente forma:

Tabla A.I.5 Valor de Fomento Económico

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Fomento económico	0,5	0,5	0	1	0,2	0,3	0,8	0,1

A.I.4. Fomento turístico

Se han tenido en cuenta, museos, monumentos importantes, edificios de interés histórico e inicio de rutas turísticas situados a menos de 500 m de la instalación de la estación de carga.

Tabla A.I.6 Lugares de Interés turístico

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Lugares de interés	3	3	4	3	8	0	0	4

Conociendo el número de lugares de interés, valoramos las localizaciones:

$$VTU = \left(\frac{Lug - Lug_{min}}{Lug_{max} - Lug_{min}} \right)$$

Ecuación A.I.4 Valor ubicación respecto a los lugares de interés turístico

Siendo:

VTU: Valor de fomento turístico de la ubicación.

Lug: Número de lugares de interés turístico dentro del rango de la ubicación valorada.

Lug_{min}: Número de lugares de interés turístico mínimo dentro del rango de una de las ubicaciones.

Lug_{max}: Número de lugares de interés turístico máximo dentro del rango de una de las ubicaciones.

ANEXO I

Los valores quedan de la siguiente forma:

Tabla A.I.7 Valor de Fomento Turístico

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Fomento turístico	0,375	0,375	0,5	0,375	1	0	0	0,5

Para este valor se han tenido en cuenta un gran número de factores difíciles de cuantificar, como si el punto está en vías principales, hacia las que se intenta desviar el tráfico, o en vías secundarias, si se trata de una zona muy transitada o poco transitada, si es una zona de gran actividad en la localidad, el tipo de urbanización del suelo, el número de residentes, etc. Por esto en la valoración se ha dado gran peso a la experiencia y la opinión local.

A.I.5. Movilidad urbana

Para este valor se han tenido en cuenta la actividad de la ciudad en la zona, considerando la facilidad de acceso y utilidad del punto de carga para la población local.

Tabla A.I.8 Movilidad urbana según emplazamiento de la instalación

Densidad poblacional del distrito por cada mil habitantes	0,1-0,5
Acceso por vías principales	0,3
Distritos comerciales	0,2

Tabla A.I.9 Valor de la Movilidad Urbana

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Movilidad Urbana	0,7	0,7	0,2	0,4	1	0,5	0,6	0

A.I.6. Condiciones Técnicas

Para este valor se han tenido en cuenta la existencia de transformadores que permitan obtener la potencia necesaria, y tengan acceso a potencias superiores en caso de querer instalar una estación de recarga de mayor potencia en el futuro, que haya una caja general de protección y medida (CGP) del ayuntamiento capaz de abastecer a la estación de recarga y que los metros de línea sean los menores posibles. Bajo estos criterios se obtienen los valores siguientes:

Tabla A.I.10 Condiciones Técnicas

	Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
Condiciones Técnicas	0,3	0,5	1	1	0	1	0,3	0,1

ANEXO I

Tabla A.I.11 Condiciones técnicas según emplazamiento de la instalación

Baja necesidad de adaptación de la vía	0,1
Zanja requerida menor de 25 m	0,3
CPM existente utilizable	0,2
Transformador en el emplazamiento	0,3
Instalación del ayuntamiento cercana	0,1

A.I.7 Selección de ubicación

La escala ordinal que valora la importancia de los criterios queda definida en la siguiente tabla:

Tabla A.I.12 Escala ordinal de valores

	Accesibilidad	Carreteras	Fomento económico	Fomento turístico	Movilidad Urbana	Condiciones técnicas
Accesibilidad	1,00	0,33	1,00	3,00	3,00	0,33
Carreteras	3,00	1,00	3,00	5,00	5,00	1,00
Fomento económico	1,00	0,33	1,00	3,00	3,00	0,33
Fomento turístico	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	0,20
Movilidad Urbana	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	0,20
Condiciones técnicas	3,00	1,00	3,00	5,00	5,00	1,00

Tratando la tabla ordinal de criterios como la matriz cuadrada A, calculamos los autovectores conocida en el método como matriz resultado.

$$a_n = \left(\sum_{i=1}^n a_{ni} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$A_{vn} = a_n / \sum_{i=1}^n a_i$$

Ecuación A.I.5 Autovectores de la matriz de ordinales

ANEXO I

La tabla ordinal de criterios obtiene los siguientes resultados:

Tabla A.I.13 Criterios de selección

Accesibilidad	0,17
Carreteras	0,19
Fomento económico	0,17
Fomento turístico	0,14
Movilidad Urbana	0,14
Condiciones técnicas	0,19

El valor que nos permitirá decidir la mejor ubicación en la que se pueda instalar una estación de carga de vehículo eléctrico de uso público en el interior del territorio de Vila-real, se calcula multiplicando el valor de cada criterio de una ubicación por el valor ordinal del criterio:

$$U_n = VAU_n \cdot OCA_n + VUV_n \cdot OCV_n + VEU_n \cdot OCE_n + VTU_n \cdot OCT_n + VUM_n \cdot OCM_n + VCTU_n \cdot OCCT_n$$

Ecuación A.I.6 Optimización de la localización

Siendo:

U_n : Valor que ofrece la instalación de una estación de carga de vehículo eléctrico en la ubicación.

VAU_n : Valor de accesibilidad de la ubicación.

OCA_n : Valor ordinal del criterio de accesibilidad.

VUV_n : Valor de la ubicación respecto a la vía de acceso a la población

OCV_n : Valor ordinal del criterio de carreteras.

VEU_n : Valor de fomento económico de la ubicación.

OCE_n : Valor ordinal del criterio de fomento económico.

VTU_n : Valor de fomento turístico de la ubicación.

OCT_n : Valor ordinal del criterio de fomento turístico.

VUM_n : Valor de la ubicación respecto a la movilidad urbana de la población.

OCM_n : Valor ordinal del criterio de movilidad urbana.

$VCTU_n$: Valor de criterios técnicos de la ubicación.

ANEXO I

OCCT_n: Valor ordinal del criterio de criterios técnicos.

Finalmente, la ubicación donde es preferible realizar la instalación es la plaza de la Panderola, según muestra la siguiente tabla de valores:

Tabla A.I.14 Valor final de la ubicación

Labrador	Panderola	Jaume I	Rio Ebro	Torre Motxa	Mayorazga	CV-20	Ermita
0,53	0,57	0,41	0,52	0,41	0,50	0,41	0,29

Siendo el emplazamiento óptimo el sitio en la Panderola.

ANEXO II

ANEXO II Potencias de carga según el parque de vehículos nacional

A.II.1. Carga en continua	67
A.II.2. Carga en alterna	69
A.II.3. Tiempos de carga	70

ANEXO II

Anexo II Potencias de carga según el parque de vehículos nacional

Lo primero a mencionar es que los vehículos eléctricos puros actuales, que son los mayores beneficiarios de estas instalaciones, cuentan a día de hoy con una batería media de entorno los 40kW, que se prevé de 60kW para nuevos modelos. Dicho esto, para observar cuales son las potencias de carga más óptimas se han tomado como base los vehículos con mayor presencia a nivel estatal.

En el portal web de estadísticascoches se puede encontrar las estadísticas de venta de vehículos desde 2015 por modelo, con la que se ha realizado la siguiente tabla:

Tabla A.II.1. Número de vehículos según modelo y potencia de carga

Modelo	Número de vehículos	Potencia CA (kW)	Potencia CC (kW)
ZOE	6314	22	40
LEAF	4813	7,4	44,66
i3	3196	11	45
MODEL 3	2557	22	164
GOLF	2519	7,4	40,5
FORTWO	2298	4,6	22
KONA	2145	7,4	73,33
FORFOUR	1853	4,6	22
MINI	1715	22	42,66
208	1051	22	100
NIRO	875	7,4	70
C-ZERO	783	3,6	62,5
Mii	753	7,4	32,33
MODEL S	705	22	122
IONIQ	666	7,4	66
MODEL X	630	22	122
SOUL	560	7,4	70
2008	484	22	100
UP!	459	7,4	32,33
E-TRON	383	11	147
CORSA	334	7,4	100
I-PACE	283	11	90
DS3	199	11	100
CITIGO	199	7,4	32
E-MEHARI	70	7,4	62,5

La potencia de carga media en CA es de 12,88 kW y en CC de 59,95 kW.

ANEXO II

Los vehículos más populares en España como el BMW i3, Volkswagen e-Golf, Hyundai Ioniq, Hyundai KONA, Nissan Leaf, Kia e-Niro, Tesla Model 3 y Renault ZOE. Los SMART no se han considerado debido a los diferentes modos de carga según su cargador de abordó.

A.II.1. Carga en continua

Gracias a la empresa finlandesa Fastned, gestora de estaciones de recarga de alta potencia, que han establecido en su página web las curvas de carga de algunos vehículos eléctricos, se puede realizar una tabla orientativa de la potencia de carga en continua que admiten los vehículos eléctricos.

Tabla A.II.2. Potencia del cargador carga de vehículo

	Batería (kWh) coche	Potencia cargador (kW)	20%	40%	60%	80%
Renault ZOE	55	50 CC	45	42	33	25
Teala Model 3		50 CC	50	50	50	50
Teala Model 3		175 CC	140	148	112	57
Teala Model 3		300 CC	187	193	112	57
Hyundai Ioniq	30,5	50 CC	43	45	48	44
Hyundai Ioniq	30,5	175 CC	65	65	68	55
Hyundai Ioniq	38,5	50 CC	42	44	37	18
Hyundai KONA	64	175 CC	75	77	68	25
Hyundai KONA	39	175 CC	42	44	37	17
Kia e-Niro	64	50 CC	47	48	49	25
Kia e-Niro	64	175 CC	75	77	58	25
Nissan Leaf	24	50 CC	46	37	32	22
Nissan Leaf	30	51 CC	43	45	46	48
Nissan Leaf	40	52 CC	43	45	46	27
BMW i3	22	50 CC	46	44	45	18
BMW i3	33	50 CC	44	45	46	49
BMW i3	42	50 CC	45	46	47	49
Volkswagen e-Golf	24,2	50 CC	41	42	43	37
Volkswagen e-Golf	36	50 CC	39	39	40	29

En la tabla se observa que con una carga del 80% de batería, el vehículo ha aminorado la potencia de carga. Para la mayoría de vehículos esto ocurre e a valores del 70% de su capacidad. Por ello se han tomado los valores de entre el 20 y el 60 para conocer sus potencias de carga.

La potencia media o velocidad de carga se calcula como:

$$P_m = \frac{P_{20} + P_{40} + P_{60}}{3}$$

Ecuación A.II.1 Potencia media de cada vehículo

ANEXO II

Donde:

P_m : Potencia media o velocidad de carga (kW).

P_{20} : Potencia instantánea cuando la batería se encuentra al 20% de capacidad (kW).

P_{40} : Potencia instantánea cuando la batería se encuentra al 40% de capacidad (kW).

P_{60} : Potencia instantánea cuando la batería se encuentra al 60% de capacidad (kW).

Tabla A.II.3. Potencias de carga en continua

	Batería coche (kWh)	Potencia media (kW)
Renault ZOE	55	40,00
Teala Model 3		164,00
Hyundai Ioniq	30,5	66,00
Hyundai Ioniq	38,5	41,00
Hyundai KONA	64	73,33
Hyundai KONA	39	41,00
Kia e-Niro	64	70,00
Nissan Leaf	24	38,33
Nissan Leaf	30	44,67
Nissan Leaf	40	44,67
BMW i3	22	45,00
BMW i3	33	45,00
BMW i3	42	46,00
Volkswagen e-Golf	24,2	42,00
Volkswagen e-Golf	36	39,33

Las potencias de carga medias (Velocidad de carga), se sitúan en un rango de valores que va desde los 38 a los 164 kW. Si establecemos el número de modelos de vehículos en rangos de carga podemos aproximarnos a la potencia del punto de recarga que se aprovecharía de mejor modo.

Tabla A.II.4. Número de vehículos según rango de potencias de carga

Rango de potencia en kW	Número de vehículos
P>100	1
100>P>50	3
P<50	11

La mayor parte del parque de vehículos queda por debajo de la potencia de 50 kW.

ANEXO II

Como última valoración se calcula la media de las potencias de carga media para los modelos:

$$P_{Op} = \frac{\sum_{i=1}^n P_m}{n} = 56,02kW$$

Ecuación A.II.2 Potencia media del parque de vehículos

Donde:

P_{Op} : Media de las potencias de carga de todos los modelos de vehículos.

P_m : Potencia media o velocidad de carga, de cada uno de modelos de vehículo (kW).

n : Número de modelos de vehículos.

A.II.2. Carga en alterna

Para la carga en alterna se utilizan los valores de carga establecidos por los fabricantes.

Tabla A.II.5. Potencias de carga en alterna

	Batería coche (kWh)	Potencia de carga (kW)
Renault ZOE	55	22
Teala Model 3		22
Hyundai Ioniq	30,5	7,4
Hyundai Ioniq	38,5	7,4
Hyundai KONA	64	7,4
Hyundai KONA	39	7,4
Kia e-Niro	64	7,4
Nissan Leaf	24	7,4
Nissan Leaf	30	7,4
Nissan Leaf	40	7,4
BMW i3	22	11
BMW i3	33	11
BMW i3	42	11
Volkswagen e-Golf	24,2	7,4
Volkswagen e-Golf	36	7,4

A excepción de las marcas Tesla, Renault, Audi y BMW, los vehículos tienen una instalación interna monofásica por lo que la potencia máxima es de 7,4kW (32 A monofásicos).

Tabla A.II.6. Número de vehículos según rango de potencia de carga

Potencia de carga kW	Número de vehículos
22	2
11	3
7,4	10

ANEXO II

A.II.3. Tiempos de carga

La siguiente tabla resume los tiempos de carga del 70% de cada vehículo para continua y alterna.

Tabla A.II.7. Tiempos de carga a máxima potencia de carga admitida

	Batería kWh coche	Tiempo de carga CC (min)	Tiempo de carga CA (min)
Renault ZOE	55	58	105
Teala Model 3	50	13	96
Teala Model 3	75	20	144
Hyundai Ioniq	30,5	20	174
Hyundai Ioniq	38,5	40	219
Hyundai KONA	64	37	364
Hyundai KONA	39	40	222
Kia e-Niro	64	54	364
Nissan Leaf	24	27	137
Nissan Leaf	30	29	171
Nissan Leaf	40	38	227
BMW i3	22	21	84
BMW i3	33	31	126
BMW i3	42	38	160
Volkswagen e-Golf	24,2	24	137
Volkswagen e-Golf	36	38	204

Los tiempos de carga del 70% de batería para la máxima potencia de carga no superan en ningún caso una hora, mientras que en alterna quedan entre una hora cuarenta con cinco minutos y seis horas.

La relación entre el tiempo de carga en continua y alterna queda de la siguiente forma:

$$Rt = \frac{\sum t_{CA}}{\sum t_{CC}} = 6,04$$

Ecuación A.II.3 Relación tiempo de carga alterna-continua

Siendo:

Rt: Relación entre los tiempos de carga.

$\sum t_{CC}$: La suma de los tiempos de carga de cada modelo en corriente continua a máxima potencia.

$\sum t_{CA}$: La suma de los tiempos de carga de cada modelo en corriente alterna a máxima potencia.

Asumiendo el mismo número de vehículos de cada modelo, por cada vehículo que realiza una carga en un equipo de alterna, podrían cargar 6,23 vehículos en uno de continua de 300 kW.

ANEXO II

Los tiempos de carga en continua para potencias de carga limitadas quedan de la siguiente forma:

Tabla A.II.8. Tiempos de carga en continua

	Batería coche (kWh)	Sin limitar (min)	Limitada a 100kW (min)	Limitada a 50kW (min)
Renault ZOE	55	58	58	58
Teala Model 3	50	13	21	42
Teala Model 3	75	20	32	63
Hyundai Ioniq	30,5	20	20	26
Hyundai Ioniq	38,5	40	40	40
Hyundai KONA	64	37	37	54
Hyundai KONA	39	40	40	40
Kia e-Niro	64	54	54	54
Nissan Leaf	24	27	27	27
Nissan Leaf	30	29	29	29
Nissan Leaf	40	38	38	38
BMW i3	22	21	21	21
BMW i3	33	31	31	31
BMW i3	42	38	38	38
Volkswagen e-Golf	24,2	24	24	24
Volkswagen e-Golf	36	38	38	38

Para 100 kW los retrasos en la carga son menores a 12 minutos. Para 50 kW vemos retrasos significativos para los modelos de la marca Tesla y para el Hyundai Ioniq de 30,5 kW.

La relación entre el tiempo de carga entre los equipos limitados y no limitados queda de la siguiente forma:

$$Rt = \frac{\sum t_{50}}{\sum t_{CC}} = 1,22$$

Ecuación A.II.4 Relación tiempo de carga continua-continua limitada a 50kW

Siendo:

Rt: Relación entre los tiempos de carga.

Σt_{CC} : La suma de los tiempos de carga de cada modelo en corriente continua a máxima potencia.

Σt_{50} : La suma de los tiempos de carga de cada modelo en corriente continua limitada a 50 kW.

Asumiendo el mismo número de vehículos de cada modelo, por cada vehículo que realiza una carga en un equipo limitado a 50 kW, podrían cargar 1,32 vehículos en uno de continua de 300 kW.

ANEXO II

A nivel resumen se realiza una tabla que relaciona los tiempos de carga para cada potencia.

La relación entre el tiempo de carga entre las diferentes potencias queda de la siguiente forma:

$$Rt = \frac{\sum t_n}{\sum t_{cc}}$$

Ecuación A.II.5 Relación tiempo de carga

Siendo:

Rt: Relación entre los tiempos de carga.

$\sum t_{cc}$: La suma de los tiempos de carga de cada modelo en corriente continua a máxima potencia.

$\sum t_n$: La suma de los tiempos de carga para una potencia determinada.

Tabla A.II.9. Potencia tiempo de carga

Potencia (kW)	Tiempo de carga medio (min)	Relación entre tiempos de carga
7,4 CA	289,46	7,45
22 CA	201,50	6,04
22 CC	97,36	2,50
50 CC	42,49	1,22
100 CC	34,20	1,04
300 CC	32,34	1,00

Para obtener la relación entre tiempos de carga en las estaciones con más de una toma se usa la siguiente ecuación:

$$Rti = \frac{Rt_{max}}{\sum \frac{Rt_{max}}{Rt_n}}$$

Ecuación A.II.6 Relación entre tiempos de carga para instalaciones con más de una toma

Rti : Relación entre los tiempos de carga de la instalación.

Rt_{max} : Relación entre los tiempos del sistema de carga más rápido.

Rt_n : Relación entre de los diferentes tiempos de carga de la instalación.

ANEXO III

Anexo III Mediciones y presupuestos a comparar

A.III.1. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 2x22 kW en alterna	74
A.III.2. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 20 kW en continua y 22kW alterna	74
A.III.3. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 45 kW en continua y 22kW alterna	75
A.III.4. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 22 kW en alterna	75
A.III.5. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 2x7,4kW en alterna	76
A.III.6. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 7,4 kW en alterna	76

ANEXO III

A.III.1. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 2x22 kW en alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo FUSIÓN STREET de Ingeteam:

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 16 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV.
- Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico.
- Fusibles NH 80A
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 160A.
- Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (3P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA.
- FUSIÓN STREET.
- Proyecto.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **nueve mil ciento cuarenta y un euros con cincuenta y cinco céntimos (9.141,55 €)** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total de **once mil setenta y un euros con veintiún céntimos (11.061,21 €)**.

A.III.2. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 20 kW en continua y 22kW alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo QC20 de Efacec:

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 16 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV
- Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico.
- Fusibles NH 80A
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 160A.
- Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (3P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA..
- QC20.
- Proyecto.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **veintisiete mil ciento ochenta euros con ochenta y siete céntimos (27.180,87 €)** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total de **treinta y dos mil ochocientos ochenta y ocho euros con ochenta y seis céntimos (32.888,86 €)**.

ANEXO III

A.III.3. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 45 kW en continua y 22kW alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo QC45 de Efacec:

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 35 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV
- Caja de medida indirecta con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico.
- Fusible NH 125.
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 160A.
- Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (3P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA.
- QC45.
- Proyecto.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **treinta y dos mil seiscientos noventa y ocho euros con treinta y siete céntimos (32.698,37€)** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total de **treinta y nueve mil quinientos sesenta y cinco euros con tres céntimos (39.565,03 €)**.

A.III.4. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 22 kW en alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo COMANDER2 3F de Wallbox.

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 10 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV
- Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico.
- Fusibles NH 63A
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 160A.
- Diferencial e 4 módulos, tetrapolar (4P), Tipo A, intensidad nominal 40 A.
- 2xInterruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Cuadro de exterior IP54 de 16 módulos.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (3P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA.
- COMANDER2 3F
- Proyecto.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **siete mil quinientos cuarenta y seis euros con dieciséis (7.546,16 €)** base imponible.

ANEXO III

El presupuesto con IVA asciende a un total de **nueve mil ciento treinta euros con ochenta y seis céntimo (9.130,86 €)**.

A.III.5. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 2x7,4kW en alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo RVE-WBM-SMART de CIRCUTOR.

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 10 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV
- Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico.
- Fusibles NH 63A
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 100 A.
- 2x Interruptor diferencial de 2 módulos, bipolar (2P), Tipo A, intensidad nominal 40 A, corriente de defecto 30mA.
- 3x Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, dipolar (2P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Cuadro de exteriores IP54 de 12 módulos.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA.
- RVE-WBM-SMART.
- Proyecto.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **siete mil quinientos sesenta y nueve euros con cincuenta y tres céntimos (7.569,53 €)** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total **nueve mil ciento cincuenta y nueve euros con catorce céntimos (9.159,14 €)**.

A.III.6. Instalación SAVE de suelo e exteriores de 7,4 kW en alterna

Se realiza el presupuesto con todos los materiales y obras necesarios para la instalación del modelo EVE-MINI de Alfen.

- Canalización de tubo curable de 90mm de diámetro.
- Cable unipolar RV-K de 6 mm² de sección, con tensión asignada de 0,6/1 kV
- Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico.
- Fusibles NH 40A
- Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10. Con fusibles de 63 A.
- Interruptor diferencial de 2 módulos, bipolar (2P), Tipo A, intensidad nominal 40 A, corriente de defecto 30mA.
- 2x Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C.
- Cuadro de exterior IP54 de 8 módulos.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA.
- EVE-MINI.

ANEXO III

- Memoria.
- Obras, elementos de seguridad, señalización, toma a tierra y acabados.

El presupuesto asciende a un total de **cinco mil cuatrocientos trece euros con cuarenta y ocho céntimos (5.413,48 €)** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total **seis mil quinientos cincuenta euros con treinta y dos céntimos (6.550,32 €)**.

ANEXO IV

ANEXO IV Cálculos de CO2

A.IV.1. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de IVACE	80
A.IV.2. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de la guía de movilidad eléctrica para las entidades locales.	85
A.IV.3. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de CO2 por la kWh de electricidad en zona urbana según IDEA.	86
A.IV.4. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de CO2 por la kWh de electricidad en zona urbana según RITE.	86
A.IV.5. Valor establecido por las ayudas MOVES 2019	86
A.IV.6. Valor comparativo con estación similar	87
A.IV.7. Conclusiones de los cálculos de CO2	87

Anexo IV Cálculos de CO₂

La principal causa por la que se fomenta un traspaso progresivo de los vehículos de combustión a los eléctricos es minimizar el CO₂ que emitimos a la atmósfera. Debido a que representa el 33% de las emisiones nacionales. En este proyecto estimaremos el CO₂ que reduciría la estación de recarga por diversos métodos.

A.IV.1. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de IVACE

Este sistema de cálculo es utilizado por algunas empresas gestoras de la provincia.

Se parte de la base de las siguientes suposiciones para poder realizar los cálculos:

-El uso principal por parte de este tipo de estaciones de recarga se da por las personas que pasan largo tiempo en el municipio, por lo que se asume que el número de vehículos que cargarán en el punto será similar al número de vehículos eléctricos de la ciudad.

-Se asume una cuota de mercado del vehículo eléctrico del 0.5% en base a los datos recientes de ventas, como la tasa de vehículos que utilizan la estación de carga.

-El censo de turismos y en el municipio de Vila-real en 2015 era 24.325 vehículos según la DGT.

-Un vehículo de gasolina medio tiene unas emisiones de CO₂ de 130g/km y un kilometraje medio anual de 15.000km

-Un vehículo diésel medio tiene unas emisiones de CO₂ de 106g/km y un kilometraje medio anual de 20.000km

-Los valores se redondearán a la unidad más próxima.

-Se asume que el número de vehículos de gasolina y gasoil son iguales.

-Se asume que el 30% de la carga de estos vehículos se harán en la estación pública.

Así se obtiene que el número de vehículos a los que puede servir el punto de recarga es de:

$$N_{VE} = N_V \cdot T_{VE}$$

Ecuación A.IV.1 Número de vehículos eléctricos

Siendo:

N_{VE}: El número de vehículos que pueden recargar en la instalación.

N_V: El número de vehículos del municipio.

T_{VE}: La tasa de vehículos eléctricos respecto a total de vehículos.

ANEXO IV

El número de vehículos que puede hacer uso la estación de recarga es de 122.

Para obtener el valor de CO₂ que se ahorra gracias a que los vehículos sean eléctricos y no de combustión, se usa la siguiente ecuación:

$$CO_{2C} = \frac{0,5 \cdot N_{VE} \cdot E_A \cdot D_A + 0,5 \cdot N_{VE} \cdot E_O \cdot D_O}{1000000}$$

Ecuación A.IV.2 CO₂ emitido por los vehículos de combustión

Siendo:

CO_{2C}: Emisiones de CO₂ emitido por los vehículos de combustión en toneladas anuales.

N_{VE}: El número de vehículos que pueden recargar en la instalación.

E_A: Gramos de Co₂ emitido por kilómetro recorrido en los vehículos de gasolina.

E_B: Gramos de Co₂ emitido por kilómetro recorrido en los vehículos de gasoil.

D_A: Distancia media recorrida por un vehículo de gasolina en un año (km).

D_B: Distancia media recorrida por un vehículo de gasoil en un año (km).

El CO₂ que estos vehículos no emiten directamente a la atmosfera es de 248,27 toneladas anuales.

En las ayudas IVACE se establece:

Tabla A.IV.1. Factores de emisión del CO₂ obtenida de “MEMORIA TÉCNICA AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2020 CONVOCATORIA AYUDAS INFRASTRUCTURAS DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS T29-B Infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos”

	Factor Energía Primaria/Final	Emisiones CO ₂ (tCO ₂ /tep energía final)
Energía eléctrica	2,35	3,84
Gasóleo	1,12	3,06
Gasolina	1,12	2,88

Conociendo el CO₂ estimado que consumen los vehículos se calcula la energía primaria necesaria:

$$E_p = \frac{\frac{0,5 \cdot N_{VE} \cdot E_A \cdot D_A \cdot F_A}{CO_A} + \frac{0,5 \cdot N_{VE} \cdot E_O \cdot D_O \cdot F_B}{CO_B}}{1000000}$$

Ecuación A.IV.3. Energía primaria

Siendo:

E_p: Energía primaria en (tep).

ANEXO IV

N_{VE} : El número de vehículos que pueden recargar en la instalación.

E_A : Gramos de CO_2 emitido por kilómetro recorrido en los vehículos de gasolina.

E_B : Gramos de CO_2 emitido por kilómetro recorrido en los vehículos de gasoil.

D_A : Distancia media recorrida por un vehículo de gasolina en un año (km).

D_B : Distancia media recorrida por un vehículo de gasoil en un año (km).

F_A : Factor de la energía primaria/final de la gasolina.

F_B : Factor de la energía primaria/final del gasoil.

CO_{2a} : Emisiones de toneladas de CO_2 por cada tep de energía final en gasolina.

CO_{2b} : Emisiones de toneladas de CO_2 por cada tep de energía final en gasoil.

Lo que da una energía primaria necesaria de 93,59 tep.

Con este valor de energía se calcula el equivalente de CO_2 emitido por los vehículos eléctricos.

$$CO_{2EI} = \frac{E_p \cdot CO_E}{F_E}$$

Ecuación A.IV.4 CO_2 emitido por los vehículos eléctricos

Siendo:

CO_{2EI} : Emisiones de CO_2 producidas por los vehículos eléctricos que sustituyen a los de combustible.

E_p : Energía primaria en (tep).

F_E : Factor de la energía primaria/final de la electricidad.

CO_E : Emisiones de toneladas de CO_2 por cada tep de energía final en la electricidad.

El CO_2 emitido a la atmosfera por los vehículos eléctricos es de 152,93 toneladas.

Por tanto, el CO_2 ahorrado por la sustitución de los vehículos es de:

$$CO_2 = CO_{2C} - CO_{2EI}$$

Ecuación A.IV.5 Ahorro CO_2 de los vehículos

Siendo:

CO_2 : Emisiones de CO_2 ahorrado en toneladas anuales.

CO_{2C} : Emisiones de emitido por los vehículos de combustible en toneladas anuales.

ANEXO IV

CO_{2EI} : Emisiones de CO₂ producidas por los vehículos eléctricos que sustituyen a los de combustible.

Evitando que 95,34 toneladas de CO₂ se emitieron a la atmosfera.

La parte de estas emisiones de las que sería responsable nuestra estación se calcula cómo:

$$CO_T = CO_2 \cdot C$$

Ecuación A.IV.6 Ahorro CO₂ en la estación de carga según método I

Siendo:

CO_2 : Emisiones de CO₂ ahorrado en toneladas anuales.

CO_T : Emisiones de CO₂ ahorrado debido a la carga realizada en la estación (toneladas/año).

C : Coeficiente que estima cuanto porcentaje de las cargas se realizan en la estación.

El CO₂ que estos vehículos no emiten a la atmosfera gracias a la estación de recarga es de 28,60 toneladas anuales.

Se hace una revisión sobre los correctos tiempos de carga. Debido a que estos cálculos no contemplan cuanto tiempo pasaría el equipo en funcionamiento, se realiza la comprobación para ver que es un tiempo realista.

Se supone:

-Un vehículo eléctrico consume de media 0,15 kWh por cada kilómetro recorrido, siendo iguales todos los vehículos.

Para el primer método en que utilizan el parque de vehículos se obtiene que los kilómetros que deberían recargar los vehículos son:

$$D = (0,5 \cdot N_{VE} \cdot D_A + 0,5 \cdot N_{VE} \cdot D_O) \cdot C$$

Ecuación A.IV.7 Distancia recorrida con energía de la estación

Siendo:

D : Distancia que recorren los vehículos eléctricos con la energía cargada en la estación (km).

N_{VE} : El número de vehículos que pueden recargar en la instalación.

D_A : Distancia media recorrida por un vehículo de gasolina en un año (km).

D_B : Distancia media recorrida por un vehículo de gasoil en un año (km).

C : Coeficiente que estima cuanto porcentaje de las cargas se realizan en la estación.

ANEXO IV

La distancia recorrida entre todos los vehículos sería de 280.500 kilómetros. Por tanto, la energía requerida sería de:

$$E = D \cdot Ek$$

Ecuación A.IV.8 Energía producida por la estación

Siendo:

E: Energía requerida por los vehículos en kWh.

D: Distancia que recorren los vehículos eléctricos con la energía cargada en la estación (km).

Ek: Energía requerida para recorrer un kilómetro (kWh/km).

La energía necesaria sería de 42.075 kW.

A una carga de 2x22 kW necesitaríamos:

$$t = E \cdot P$$

Ecuación A.IV.9 Tiempo de carga

Siendo:

E: Energía requerida por los vehículos en kWh.

P: Potencia de carga.

t: Tiempo de carga en horas.

La estación estaría cargando durante 956,25 horas bajo el supuesto de ambas tomas están en carga simultánea a 22 kW. Sin embargo, como se ha visto en el anexo II no todos los vehículos son capaces de recibir esta potencia de carga.

$$t_d = \frac{t}{365}$$

Ecuación A.IV.10 Tiempo de carga diario

Siendo:

t_d: Tiempo de carga en horas al día.

t: Tiempo de carga en horas.

El tiempo de carga al día es de 2,62 horas con las dos tomas a pleno funcionamiento.

ANEXO IV

Considerando la potencia de carga media de los vehículos, de 12,52 kW el tiempo de carga queda en 1680,31 que representan 4,60 horas de carga diaria teniendo vehículos en ambas tomas o 9,20 horas de carga con una sola toma. Teniendo en cuenta que muchos usuarios aparcan el vehículo para entrar a trabajar o durante la noche, se deberían establecer periodos de tiempo de carga máximos si se quiere alcanzar este objetivo. Este proceso se puede realizar de dos formas. Tiempo máximo de establecimiento indicado mediante señalización con la posibilidad de ser multado por tener tú vehículo durante más tiempo o cobro por minuto a partir de dos o tres horas de carga.

A.IV.2. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de la guía de movilidad eléctrica para las entidades locales.

Se sigue el criterio de cálculo para el número de vehículos usado en el punto anterior, calculado con la ecuación A.IV.1, sin embargo, a la hora de calcular el CO₂ reducido se supone:

- Las emisiones de CO₂ de un turismo estándar de combustión son de 114,4 gCO₂ por km.
- Las emisiones de CO₂ de un turismo eléctrico son de 36,1 gCO₂ por km.
- Un turismo medio recorre 17.500 km anuales.
- Asumimos que el 30% de la carga de estos vehículos se harán en la estación pública.

Con ello se obtiene las toneladas de CO₂ ahorradas.

$$CO_2 = \frac{N_{VE} \cdot E_C \cdot D - N_{VE} \cdot E_E \cdot D}{1000000}$$

Ecuación A.IV.11 CO₂ ahorrado por los vehículos según método II

Siendo:

CO₂: Emisiones de CO₂ ahorrado en toneladas.

N_{VE}: Número de vehículos eléctricos estimado.

E_C: Emisiones de gramos de CO₂ por kilómetros estimadas para los vehículos de combustión.

E_E: Emisiones de gramos de CO₂ por kilómetros estimadas para los vehículos eléctricos.

D: Distancia en kilómetros que se estima que el vehículo.

Según este método los vehículos emitirían 167,17 toneladas de CO₂ menos que sus similares de carburante. Conforme la ecuación A.IV.6 asumimos que la carga realizada por los vehículos será del 30%, por tanto, las emisiones que serán evitadas gracias a la estación de carga son de 50,15 toneladas de CO₂.

ANEXO IV

A.IV.3. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de CO₂ por kWh de electricidad en zona urbana según IDEA.

Se calcula la emisión de CO₂ de los vehículos según el método el Anexo.IV.1, hasta la ecuación A.IV.4 y la energía necesaria para la carga de los vehículos según la A.IV.8.

Se supone:

-El CO₂ emitido para suministrar un MWh de energía eléctrica final en baja tensión es de 0,27 toneladas de CO₂.

$$CO_T = CO_{2C} \cdot C - E \cdot CO_{2BT}$$

Ecuación A.IV.12 Ahorro CO₂ en la estación de carga según método III

Siendo:

CO_T: Emisiones de CO₂ ahorrado debido a la carga realizada en la estación (kg/año).

CO_{2C}: Emisiones de CO₂ que emitirían los vehículos eléctricos si fueran sustituidos por vehículos de combustión.

C: Coeficiente que estima cuanto porcentaje de las cargas se realizan en la estación.

E: Energía requerida por los vehículos en kWh.

CO_{2BT}: Coeficiente de CO₂ emitido en la transformación de electricidad a baja tensión en kWh.

A través de este método el ahorro estimado de CO₂ es de 63,12 toneladas.

A.IV.4. Por parque de vehículos en la ciudad según factores de emisión de CO₂ por la kWh de electricidad en zona urbana según RITE.

El método de cálculo es exactamente como el del Anexo.IV.3. sin embargo, en este caso se supone que:

-El CO₂ emitido para suministrar un MWh de energía eléctrica final en baja tensión es de 0,331 toneladas de CO₂.

A través de este método el ahorro estimado de CO₂ es de 60,55 toneladas.

A.IV.5. Valor establecido por las ayudas MOVES 2019

Por la dificultad de encontrar valores reales debido al desconocimiento de la distribución real de los vehículos eléctricos y las condiciones de sus usuarios, el estado decidió en 2019 asignar un valor fijo según la estación de carga.

ANEXO IV

Para las estaciones de carga de entre 15 y 40 kW establecieron el valor de ahorro del CO₂ de 26,71 toneladas al año.

A.IV.6. Valor comparativo con estación similar

En el periodo establecido entre febrero y junio de 2019 un punto de características similares ubicado en el municipio de vecino de Castellón de la Plana, obtiene un ahorro de 578,67 kg de CO₂. Esto nos ofrece una devastadora visión de que a día de hoy la provincia de Castellón las suposiciones establecidas por gestores y organismos públicos quedan lejos de la realidad vigente, aun considerando el crecimiento anual del parque nacional del 140%.

A.IV.7. Conclusiones de los cálculos de CO₂

Los criterios conservadores del método analizado en el Anexo.IV.1. son muy similares a los valores que ofrecía el IDEA en las ayudas MOVES, para los que se estima la carga realizada en la estación es de unas 5 horas diarias. Sin embargo, la realidad actual es que el uso efectivo de dichos cargadores tiene un valor menor en horas debido al bajo número de vehículos en la provincia.

Para encontrar las razones de esta realidad cabe observar que en toda la provincia de Castellón para 2019, había un total de 600 turismos clasificados como combustibles alternativos, lo que integraba en las estadísticas a vehículos impulsados por GLP, gas natural, hidrogeno y híbridos no enchúfales, y por ello, no se estiman más de 240 vehículos que puedan hacer uso del punto de recarga.

Al asumir que el número de vehículos eléctricos de Castellón ciudad no debe superar los 71 turismos eléctricos. Y que estos vehículos se repartirán entre las estaciones privadas de uso público, (UJI, Salera, Estepark) y los dos puntos de vía pública que había en el momento de la toma de datos. Quedan que en la estación solo recargarán unos 14 vehículos, lo que se aproximaría más a los datos empíricos.

Para ello se supone que los turismos eléctricos recargables son un 40% de los de energías alternativas, que se distribuyen uniformemente en toda la provincia y la distribución de carga es la misma para todas las estaciones. Con estas nuevas suposiciones, los cálculos del Anexo.IV.1 ofrecen un ahorro en toneladas de CO₂ de 3,33 para la “estación de similar” de Castellón que se usó para comparar los valores mediante datos empíricos.

Valorando la instalación de Vila-real bajo estos nuevos supuestos más realistas para la zona territorial, y considerando que hay otras dos estaciones de carga privada de uso público que no obligan a realizar compra de sus productos para hacer uso de ellas, habría 17 vehículos de los que cargarían 6 y las toneladas de CO₂ reales que se estima que se ahorrarán son de 1,64.

ANEXO IV

A un crecimiento anual de 1,4 veces el parque actual que se observa por el incremento de ventas, la reducción en toneladas de CO₂ a lo largo del tiempo de vida de la estación de recarga, suponiéndola de diez años, sería:

Tabla A.IV.2. Ahorro de CO2 durante los años de la instalación

Año	Nº Vehículos	Toneladas de CO2
2020	17	1,64
2021	24	2,32
2022	34	3,28
2023	48	4,63
2024	67	6,46
2025	94	9,07
2026	132	12,73
2027	185	17,85
2028	259	24,99
2029	363	35,02

ANEXO V

ANEXO V Calculo eléctrico de la instalación

A.V.1 Ecuaciones a utilizar	90
A.V.1.1. Conductividad eléctrica	90
A.V.1.2. Caída de tensión en los conductores	09
A.V.1.3. Intensidad máxima admisible por los conductores	91
A.V.1.4. Cálculo de protecciones contra sobrecargas de circuitos	92
A.V.1.5. Intensidades de cortocircuitos	93
A.V.1.6. Resistencia a tierra	94
A.V.2. Potencia prevista	94
A.V.3. Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible	94
A.V.4. Resultados de los cálculos eléctricos y selección de componentes	95
A.V.4.1. Sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización	95
A.V.4.2. Calculo de las protecciones a instalar	96
A.V.4.2.1. Sobrecargas	96
A.V.4.2.2. Cortocircuito	96
A.V.4.3. Calculo puesta a tierra	96

ANEXO V

Anexo V Cálculos eléctricos de la instalación

A.V.1 Ecuaciones a utilizar

Este apartado contiene la justificación técnica de las secciones adoptadas para los conductores, así como, el dimensionado del resto de dispositivos que conforman la instalación, todo ello realizado desde el punto de vista de las prescripciones reglamentarias vigentes.

A.V.1.1. Conductividad eléctrica

Para el cálculo de la conductividad eléctrica, se emplearán las siguientes fórmulas:

$$K = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2]$$

Ecuación A.V.1 Conductividad según temperatura

Siendo:

K Conductividad del conductor a la temperatura T (m/Ω.mm²).

ρ Resistividad del conductor a la temperatura T (Ω.mm²/m).

ρ₂₀ Resistividad del conductor a 20°C. Cu = 0.018 Ω.mm²/m.

α Coeficiente de temperatura: Cu = 0.00392.

T Temperatura del conductor (°C).

T₀ 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.

I Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} Intensidad máxima admisible del conductor (A).

A.V.1.2. Caída de tensión en los conductores

Para el cálculo de las secciones de los conductores de las líneas trifásicas por caída de tensión, se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta V(\%) = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{S \cdot U} \cdot 100$$

Ecuación A.V.2 Caída de tensión trifásica

Siendo:

L Longitud de la línea (m).

ANEXO V

U Tensión nominal 400V.

S Sección de la línea (mm²).

P Potencia (W).

$\Delta V(\%)$ Caída de tensión en la línea (%).

ρ Resistividad del conductor a T^a de servicio prevista, Cu (T^a = 20°C): 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Para el cálculo de las secciones de los conductores de las líneas monofásicas por caída de tensión, se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta V(\%) = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{S \cdot U} \cdot 100$$

Ecuación A.V.3 Caída de tensión monofásica

Siendo:

L Longitud de la línea (m).

U Tensión nominal 230 V.

S Sección de la línea (mm²).

P Potencia (W).

$\Delta V(\%)$ Caída de tensión en la línea (%).

ρ Resistividad del conductor a T^a de servicio prevista, Cu (T^a = 20°C): 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Se comprobará en cada caso que la caída de tensión calculada ΔV es inferior al a la caída de tensión máxima admisible para cada tipo de línea.

A.V.1.3. Intensidad máxima admisible por los conductores

Para el cálculo de las secciones de los conductores de los circuitos por intensidad máxima admisible en líneas trifásica, se empleará la siguiente fórmula:

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

Ecuación A.V.4 Intensidad admisible en línea trifásica

Siendo:

P Potencia activa máxima (W).

V Tensión nominal de 400 V.

ANEXO V

I Intensidad en (A).

Para el cálculo de las secciones de los conductores de los circuitos por intensidad máxima admisible en líneas monofásica, se empleará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

Ecuación A.V.5 Intensidad admisible en línea monofásica

Siendo:

P Potencia activa máxima (W).

V Tensión nominal de 230 V.

I Intensidad en amperios (A).

El resultado obtenido se comparará con las tablas referencia de la *ITC-BT-15* y la *ITC-BT07* del *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión* según corresponda.

A.V.1.4. Cálculo de protecciones contra sobrecargas de circuitos

Para el cálculo contra sobrecargas de cortocircuitos en los conductores, se emplearán las siguientes fórmulas:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Ecuación A.V.6 Intensidades de selección de la protección contra sobrecargas

Siendo:

I_B Intensidad para la que se ha diseñado el conductor según la previsión de cargas.

I_Z Intensidad máxima asumible por el conductor en función del sistema utilizado.

I_n Intensidad asignada al dispositivo de protección.

I_2 Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

de desconexión.

ANEXO V

A.V.1.5. Intensidades de cortocircuitos

Estando el transformador fuera del edificio de instalación para el cálculo de intensidad de cortocircuito en el inicio de la instalación, se empleará la siguiente fórmula establecida en *Guía-BT-ANEXO 3*:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Ecuación A.V.7 Intensidad de cortocircuito

Siendo:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U Tensión de alimentación fase neutro (230V).

R Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Al tratarse de conductores aislados, para el cálculo de intensidad de cortocircuito, se emplearán las siguientes fórmulas:

$$I_{pcc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_t)^2 + (X_t)^2}}$$

$$I_{maxcc} = \sqrt{2} \cdot I_{pcc} \left(1 + 0,92 \cdot e^{\left(-2,5671 \frac{R_t}{X_t}\right)} \right)$$

Ecuación A.V.8 Intensidad de cortocircuito máxima

Siendo:

I_{pcc} Intensidad permanente de c.c. en el punto considerado(kA).

I_{maxcc} Intensidad máxima de c.c. en el punto considerado(kA).

U Tensión compuesta (V).

R_t Resistencia hasta el punto de cortocircuito (Ω).

X_t Reactancia hasta el punto de cortocircuito (Ω).

ANEXO V

A.V.1.6. Resistencia a tierra

Para el cálculo de la resistencia a tierra, se emplearán las siguientes fórmulas:

- Para pica vertical

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Ecuación A.V.9 Resistencia pica vertical

- Para conductor enterrado horizontalmente

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Ecuación A.V.10 Resistencia cable enterrado

Siendo:

- ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- P Perímetro de la placa (m).
- L Longitud de la pica o conductor (m).

La resistencia debe ser menor a 20 Ω , para el punto de recarga, cumpliendo así estándares de calidad de todos los fabricantes de vehículos.

A.V.2. Potencia prevista

La potencia prevista para la estación de recarga es de 40.000 W.

A.V.3. Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

Las características del suministro eléctrico de la instalación son:

- Tensión nominal: 400/230 V.
- Frecuencia: 50 Hz.

La caída de tensión admisible será para cada tramo, de acuerdo con la *ITC-BT-19 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, es la siguiente:

- Derivación Individual (DI): 1%.
- Desde Cuadro General de Distribución de (CGD) hasta receptores:
 - Otros usos: 5%.

ANEXO V

Y según la ITC-BT-52 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- Desde origen a punto de recarga: 5%.

Por tanto, la ITC-BT-52 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, nos permite compensar la caída de tensión de las líneas receptoras y la DI.

A.V.4. Resultados de los cálculos eléctricos y selección de componentes

En este apartado se reflejan las tablas resumen de los cálculos.

A.V.4.1. Sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización

Línea DI:

Tabla A.V.1. Resumen sección DI por intensidad admisible

Línea	Nombre	Tipo	Potencia (W)	Sección conductor (mm ²)	Cos ϕ	Intensidad (A)	Densidad de corriente (A/mm ²)	Intensidad admisible del cable
L-01	Estación de recarga S.A.V.E	Trifásica	40.000	16	0,95	60,78	3,80	100

Caída de tensión de la DI:

Tabla A.V.2. Resumen sección DI por caída de tensión

Línea	Nombre	Tipo	Potencia (W)	Longitud (m)	Caída de tensión admisible (%)	Sección conductor (mm ²)	Caída de tensión %	Caída de tensión (V)
L-01	Estación de recarga S.A.V.E	Trifásica	40.000	13,55	5	16	0,47	1,87

ANEXO V

A.V.4.2. Calculo de las protecciones a instalar

Se definen las protecciones a instalar en cada una de las líneas.

A.V.4.2.1. Sobrecargas

Tabla A.V.3. Resumen protección sobrecargas

Línea	Nombre	Tipo	Potencia (W)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Intensidad admisible del cable	Protección (A)
L-01	Estación de recarga S.A.V.E	Trifásica	40.000	3x16+16	60,78	100	4x80A

A.V.4.2.2. Cortocircuito

Tabla A.V.4. Resumen protección cortocircuito

Línea	Nombre	Tipo Cubierta	Metal	Tensión (V)	Sección (mm ²)	Número de conductores	Reactancia (Ω)	Sobrettemperatura (°C)
L-01	Estación de recarga S.A.V.E	Aislada 0,6/1 kV	Cobre	400	16	4	0,08	4x80A

Tabla A.V.5. Resumen poder de corte

Línea	Nombre	Potencia (W)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Intensidad admisible del cable	Poder de corte mínimo (kA)
L-01	Estación de recarga S.A.V.E	40.000	3x16+16	13,55	100	6-10

A.V.4.3. Calculo puesta a tierra

Se toma para los cálculos un el valor 200 Ω·m establecido como la media de los valores de la *ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión* para calizas blandas.

El valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas debe ser tal que la intensidad de defecto no produzca una tensión mayor a 24 V.

$$R = \frac{24}{0,03} = 800\Omega$$

Ecuación A.V.11 Resistencia a tierra mínima

ANEXO V

La instalación contendrá 4 picas cobre de 2m de longitud unidas por un flagelo de cobre de 25 mm² de 12m con separaciones entre pica de al menos 3m.

$$\frac{1}{R_{Tot}} = \sum \frac{1}{R_i} = \frac{4}{R_{pica}} + \frac{9}{R_{m.f}}$$

$$R_{Tot} = 20\Omega$$

Ecuación A.V.12 Resistencia toma a tierra

ANEXO VI

ANEXO VI Viabilidad económica

A.VI.1. Electricidad consumida	100
A.VI.2. Inversión inicial	102
A.VI.3. Costes de mantenimiento	102
A.VI.4. Flujo de caja	102
A.VI.5. Calculo del VAN, TIR	104

ANEXO VI

Anexo VI Viabilidad económica

Para realizar la viabilidad económica de la estación de recarga de vehículos eléctricos se parte de la energía necesaria para la recarga del parque de vehículos municipal. Conociendo los diferentes presupuestos y estimando una carga máxima de potencia de 6 horas al día, se hace un estudio sobre los precios a los que se vende la energía en estas estaciones y los costes de compra de la misma, así como la evolución del mercado eléctrico, del coste del transporte y el índice de precios de consumo de los últimos 10 años, por tratarse del periodo de vida asignado a la estación.

A.VI.1. Electricidad consumida

La siguiente tabla muestra la demanda de energía requerida por el parque de vehículos al año.

Tabla A.VI.1. Consumo de energía durante los años de la instalación

Año	Nº Vehículos	Energía en MWh
2020	17	5,862
2021	24	8,208
2022	34	11,491
2023	48	16,087
2024	67	22,522
2025	94	31,532
2026	132	44,144
2027	185	61,802
2028	259	86,524
2029	363	121,133
Media		40,931

La siguiente tabla, muestra la energía máxima que sería capaz de otorgar cada tipo de estación en un año.

Tabla A.VI.2. Capacidad anual de energía por estación

Estación	Energía en MWh
EVE Mini	15,806
RVE-WBM-SMART	31,612
COMMANDER2 3f	23,095
FUSION STRET	46,191
QC20	70,087
QC45	117,079

Los precios de la electricidad para Iberdrola, la distribuidora con la que trabaja el organismo municipal, son los siguientes:

ANEXO VI

Tabla A.VI.3. Coste de la energía

Potencia (kW)	Energía punta (€/kWh)	Energía valle (€/kWh)	Energía Supervalles (€/kWh)	Potencia (€/kW)
P<10	0,124107			42,043426
10<P<15	0,134500			49,859000
P>15	0,1278	0,110170	0,083100	86,012400

Para realizar el cálculo se estima la carga se realizará durante pico y valle, con una relación de 3 horas de carga para cada periodo, debido a que las cargas se realizarán principalmente al comenzar y finalizar los horarios laborales.

El precio de venta del kWh oscila entre los 0,3 y los 0,49 euros el kilovatio hora, siendo el más común por la zona de la comunidad valenciana el precio de 0,3939, que se toma por referencia, para los beneficios brutos. Estos precios desprecian la venta a coste cero que realizan algunos ayuntamientos, o estaciones de carga de cortesía, pues valoran que con el aumento de vehículos eléctricos irán desapareciendo.

La empresa de gestión obtendrá a cambio un 10% de los beneficios brutos de la estación.

Los beneficios obtenidos por la venta de energía demandada son:

Tabla A.VI.4. Beneficios potenciales de la venta de energía

Año	Energía en MWh	Euros
2020	5,862	2.078,460
2021	8,208	2.909,84
2022	11,491	4.073,78
2023	16,087	5.703,29
2024	22,522	7.984,61
2025	31,532	11.178,45
2026	44,144	15.649,84
2027	61,802	21.909,77
2028	86,524	30.673,68
2029	121,133	42.943,16

Por último, mencionar que según el instituto de estadística el IPC de la energía eléctrica de la última década ha sufrido una variación negativa de -0,54748718 y mientras que la de transporte es positiva con valor de 1,18923077. Sin embargo, se valora que la tendencia a la baja del precio de la energía no podrá mantenerse durante mucho tiempo, y no se han considerado estas variaciones, para trabajar con los escenarios más conservadores.

ANEXO VI

A.VI.2. Inversión inicial

La inversión inicial de los equipos va condicionada por las diferentes ayudas que ofrece el estado.

Tabla A.VI.5. Inversión de la instalación según equipo

Modelo	Potencia (kW)	Coste de la instalación	Coste final de la instalación
EVE-MINI	7,4	6.550,32	3.390,20
RVE-WBM-SMART	2x7,4	9.159,14	5.495,49
COMANDER2 3F	22	9.130,86	1.816,27
FUSION STREET	2x22	11.061,21	2.212,25
QC20	22/22	32.888,86	6.577,78
QC45	45/43	39.565,03	7.913,01

A.VI.3. Costes de mantenimiento

Para las necesidades de un cliente, empresas como myRecarga, cobran unos 996 euros por realizar el papel de operador de recarga y el mantenimiento del equipo. Estos precios no incluyen la sustitución de piezas que se verá incrementada con el coste del equipo.

A.VI.4. Flujo de caja

Para calcular el flujo de caja se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$FC = \left(PVE \cdot E \cdot 0,9 - PCE \cdot \left(\frac{E}{EF} + ES \right) - CP \cdot P - CM - PE \cdot SP \right) \cdot (1 - IM) \text{ si } FC > 0$$

$$FC = \left(PVE \cdot E \cdot 0,9 - PCE \cdot \left(\frac{E}{EF} + ES \right) - CP \cdot P - CM - PE \cdot SP \right) \text{ si } FC < 0$$

Ecuación A.VI.1 Flujo de caja

Siendo:

FC: Flujo de caja en euros.

PVE: Precio de venta de la energía (€/kWh).

PCE: Precio de compra de la energía (€/kWh).

E: Energía (kWh).

ES: Consumo de energía del equipo en standby.

EF: Eficiencia de la estación de carga de vehículo eléctrico.

ANEXO VI

CP: Coste de la potencia (€/kW).

P: Potencia (kW).

CM: Coste fijo de mantenimiento (€).

IS: Impuestos de sociedades.

PE: Precio de la estación de carga (€.)

SP: Porcentaje del valor del equipo requerido para la sustitución de piezas.

Los equipos de los que se desconocía su consumo en *standby* se les ha asignado el consumo de un equipo de características similares.

Pese a ser para una entidad local se ha hecho uso del impuesto de sociedades como si se tratara de una empresa en vez de usar el impuesto reducido de entidad sin ánimo de lucro, a la que pudiese establecerse el servicio.

El costo de materiales a reponer se ha valorado como el de las plantas industriales al 1,5% por no tener suficientes datos con los que analizar los requisitos específicos. Los cambios más habituales según estadísticas propias son, sustitución de contactores y módems seguidos de conectores y mangueras (Boquillas dobladas, tetones de anclaje partidos, tapas protectoras arrancadas) y lectores de tarjetas, por último, la necesidad de sustituir la pantalla o placas base. Las piezas más frecuentes quedan dentro del rango establecido.

Los años que el fabricante establece garantía no requieren el precio adicional de las piezas por lo que se considera 0.

La siguiente tabla, muestra los flujos de caja para cada una de las estaciones:

Tabla A.VI.6. Flujo de caja

Año	EVE Mini	RVE-WBM- SMART	COMMANDER2	FUSION STRET	QC20	QC45
2020	24,63	-455,80	-1517,83	-3410,11	-3548,44	-5964,77
2021	429,88	45,12	-965,49	-2857,76	-3013,91	-5433,43
2022	997,23	586,88	-192,21	-2084,48	-2265,56	-4689,55
2023	1742,89	1345,34	667,79	-1001,88	-1217,88	-3648,12
2024	1742,89	2407,18	1804,52	385,31	186,66	-2190,12
2025	1742,89	3893,77	1905,65	1976,73	1726,76	-148,91
2026	1742,89	3907,08	1905,65	4204,71	3882,90	2031,58
2027	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	6901,49	5032,14
2028	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	8317,71	9232,94
2029	1742,89	3907,08	1905,65	4566,12	8317,71	14425,11

ANEXO VI

A.VI.5. Calculo del VAN, TIR

El VAN se calcula con la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

Ecuación A.VI.2 Valor actual neto

VAN: Eficiencia de la estación de carga de vehículo eléctrico.

I₀: Inversión inicial (€).

n: Número de periodos del tiempo.

FC_t: Flujo de caja en función del tiempo (€).

k: Tipo de interés.

Tabla A.VI.7. VAN

Modelo	Potencia (kW)	VAN
EVE-MINI	7,4	9195,03
RVE-WBM-SMART	2x7,4	15965,27
COMANDER2 3F	22	6618,38
FUSION STREET	2x22	6367,63
QC20	22/22	8582,72
QC45	45/43	-4271,50

El TIR se calcula al igualar el VAN a cero.

Tabla A.VI.8. TIR

Modelo	Potencia (kW)	TIR
EVE-MINI	7,4	32%
RVE-WBM-SMART	2x7,4	25%
COMANDER2 3F	22	17%
FUSION STREET	2x22	7%
QC20	22/22	6%
QC45	45/43	-2%

Relación beneficios inversión:

$$R = \frac{-I_0 + \sum_{t=0}^n FC_t}{I_0}$$

Ecuación A.VI.3 Relación beneficios

ANEXO VI

R: Rentabilidad de la inversión

*I*₀: Inversión inicial (€).

n: Número de periodos del tiempo.

*FC*_{*t*}: Flujo de caja en función del tiempo (€).

Tabla A.VI.9. Relación beneficios inversión

Modelo	Potencia (kW)	R
EVE-MINI	7,4	293%
RVE-WBM-SMART	2x7,4	318%
COMANDER2 3F	22	440%
FUSION STREET	2x22	342%
QC20	22/22	157%
QC45	45/43	-31%

EL PUNTO DE RECARGA

en entornos **públicos** y **privados**



La gama **FUSION** se encuentra disponible en dos versiones, **FUSION Street** para instalación en suelo, y **FUSION Wall** para instalación en pared.

Es la gama de equipos dobles preparada para atender todas las exigencias de la recarga de vehículos eléctricos en entornos públicos y privados.

Incorpora de serie funciones avanzadas de última generación como Dynamic Load Management 2.0 (DLM 2.0), comunicaciones Ethernet y Wifi, y protocolos OCPP.

Variantes de los modelos INGEREV FUSION Street / Wall

	FS1MW / FW1MW	FS3MW / FW3MW	FS3NN / FW3NN
Red	Monofásico	Trifásico	Trifásico
Medidor de potencia	✓	✓	✓
Vatímetro MID	✓	✓	
RCD Tipo A	✓	✓	
MCB Curva C	✓	✓	

FUNCIONALIDADES

- Versiones de suelo y pared, apto para exterior.
- Versiones monofásicas y trifásicas de hasta 32 amperios por toma.
- Múltiples tomas disponibles, Tomas Modo 1& 2, Cables y Tomas Modo 3.
- Medida de potencia y energía.
- Indicación de estado LEDs RGB.
- Pantalla a color, personalizable.
- Lector RFID.
- Ethernet y Wifi.
- DLM 2.0.
- OCPP.
- Configuración vía USB.
- Versiones con y sin protecciones.
- Puerta frontal para fácil operación y mantenimiento.
- Switch Ethernet para minimizar el coste de cableado Ethernet.
- Protecciones contra sobretensión.
- Mensaje de aviso en caso de apagón.
- Posible personalización mediante vinilos en las cuatro caras.
- Seccionador AC general para desconexión rápida del cargador.

OPCIONES

- Modem 3G.
- Detector de fugas de corriente continua.

TIPO DE CONECTORES



N2
Conector Tipo 2



S2
Conector Tipo 2 con shutters



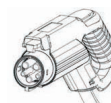
N3
Conector Tipo 3A



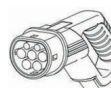
N4
Conector 4-CEE-7 / 4 tipo F (Schuko)



N7
Conector 7-CEE-7 / 7 (Schuko)



C1
Cable Tipo 1



C2
Cable Tipo 2

INGEREV

FUSION

EL PUNTO DE RECARGA

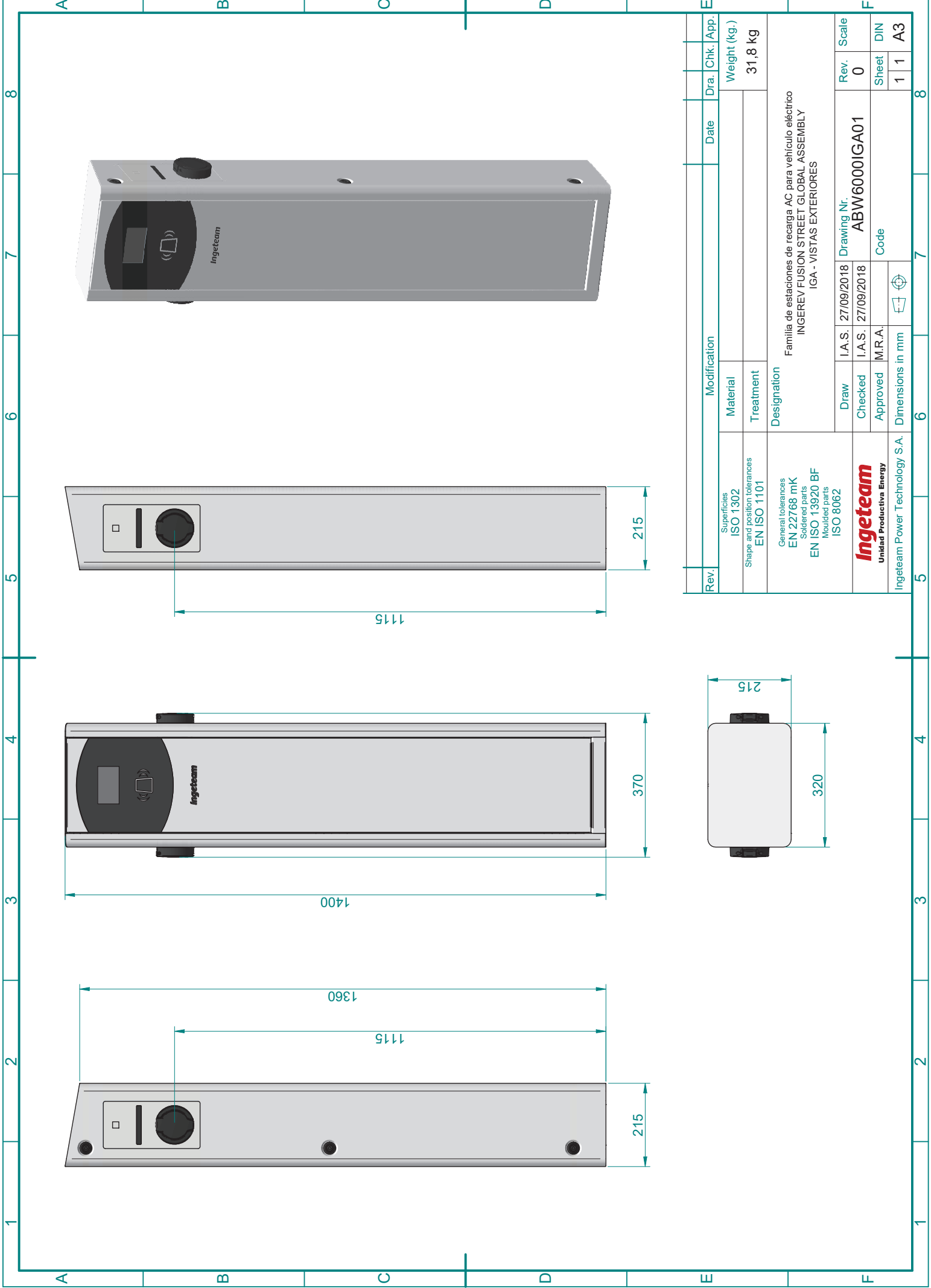
en entornos **públicos** y **privados**



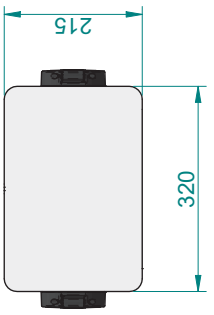
	INGEREV® FUSION Street		INGEREV® FUSION Wall	
	Monofásico (FS1)	Trifásico (FS3)	Monofásico (FW1)	Trifásico (FW3)
Entradas y salidas AC				
Potencia en AC	1ph. + N + PE	3ph. + N + PE	1ph. + N + PE	3ph. + N + PE
Tensión de entrada en AC	230 Vac ±15%	400 Vac ±15%	230 Vac ±15%	400 Vac ±15%
Máxima potencia de entrada	14,8 kW (7,4 kW + 7,4 kW)	44 kW (22 kW + 22 kW)	14,8 kW (7,4 kW + 7,4 kW)	44 kW (22 kW + 22 kW)
Frecuencia	50 / 60 Hz			
Máxima corriente de entrada	64 A (32 A + 32 A)			
Conectores de salida	Configurable (tipo 1 y tipo 2 tanto en socket como en cable, tipo 3A, 4-CEE-7/4 tipo E, 7-CEE-7/7 tipo E)			
Modo de conexión	5 tipos de enchufe y 2 tipos de cable			
Normativa y seguridad				
Normativas estándar	IEC-61851-1, IEC-61851-21-2, IEC-61000			
Sobrecorriente	MCB (curva C) ⁽¹⁾			
Contactos indirectos	RCD 30mA tipo A ^{(1) (3)} / Detector de fugas de corriente continua (opcional) ⁽²⁾			
Funcionalidades y accesorios				
Comunicaciones	Ethernet, Wifi, Switch Ethernet GPRS-3G (opcional)			
Protocolo de comunicaciones	OCPP (Versión estándar y customizada)			
HMI	4.3" pantalla TFT a color, RFID (Mifare Classic 1K&4K, MifareDesFire WV1, NFC)			
Información General				
Consumo en modo stand-by	<10W			
Medición de energía	2 x Vatímetros MID ⁽¹⁾			
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 50 °C			
Humedad	<95%			
Peso	33 kg (2 x Tipo 2)	33 kg (2 x Tipo 2)	24 kg (2 x Tipo 2)	24 kg (2 x Tipo 2)
Dimensiones (alto x ancho x fondo)	1.400 x 320 x 215 mm	1.400 x 320 x 215 mm	800 x 320 x 215 mm	800 x 320 x 215 mm
Envoltorio	Acero galvanizado			
Grado de protección	IP54 / IK10 (display IK08)			
Marcado	CE			
Directivas	Directiva de Baja Tensión: 2014/35/EU Directiva EMC: 2014/30/EU			

Notas: ⁽¹⁾ Dependiendo del modelo ⁽²⁾ Existe la alternativa de Tipo B ⁽³⁾ Superinmunizado.

Ingeteam



Rev.	Modification	Date	Dra. Chk. App.
	Material		
	Treatment		
	Designation		
	Weight (kg.)		31,8 kg
	Superficies ISO 1302 Shape and position tolerances EN ISO 1101 General tolerances EN 22768 mK Soldered parts EN ISO 13920 BF Moulded parts ISO 8062		
	Familia de estaciones de recarga AC para vehículo eléctrico INGEREV FUSION STREET GLOBAL ASSEMBLY IGA - VISTAS EXTERIORES		
	Draw	I.A.S. 27/09/2018	Drawing Nr. ABW60001IGA01
	Checked	I.A.S. 27/09/2018	Rev. 0
	Approved	M.R.A.	Sheet DIN 1 1
	Dimensions in mm		Scale A3
	Ingeteam Power Technology S.A.		



This present document and its contents are confidential, and are the exclusive intellectual and / or industrial property of INGETEAM S.A. In addition to any technology, design, invention, work, process, know-how, calculation, manual, method, solution, idea, improvement, drawing, diagram, modification, contribution and, in short, any associated information or documentation involving industrial or intellectual property developed or supplied by INGETEAM S.A. on the occasion of the quote, order execution or incorporated into the design or operation of the supply. The recipient may not use such property in his favour or in that of a third party for purposes other than the fulfilment of the order and the operation and maintenance of the supply, without the prior written consent of INGETEAM S.A. Its strictly forbidden to totally or partially reproduce this document and to misuse it and / or to show it to third parties. The infringing parties shall be required to pay the corresponding compensation for damages and any other legal or criminal responsibilities the infringement may give rise to.



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA**

PLANOS

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

PLANOS

Índice de Planos

P01 SITUACIÓN	113
P02 EMPLAZAMIENTO	114
P03 PLANTA PARKING	115
P04 PLANO INSTALACIONES	116
P05 DETALLES CONSTRUCTIVOS	117
P06 ESQUEMA UNIFILAR	118



Observaciones

El presente documento es copia de su original, del que es autor David Vidal Bartoll. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

Promotor
Excelentísimo Ayuntamiento de Vila-real
NIF/CIF
P1213500J
Dirección
Plaza Major S/N Vila-real, 12540(Castellón)

Proyecto
**Instalación de estación de recarga para
vehículos electricos**

Emplazamiento

Dirección
Localidad
Referencia catastral

C/ Cronista Traver, 37
12540 · Vila-real (Castellón)
7355401YK4275N0001JL

Expediente Fase
Proyecto eléctrico

Fecha
29/09/2020

Plano

Ingeniería
Situación

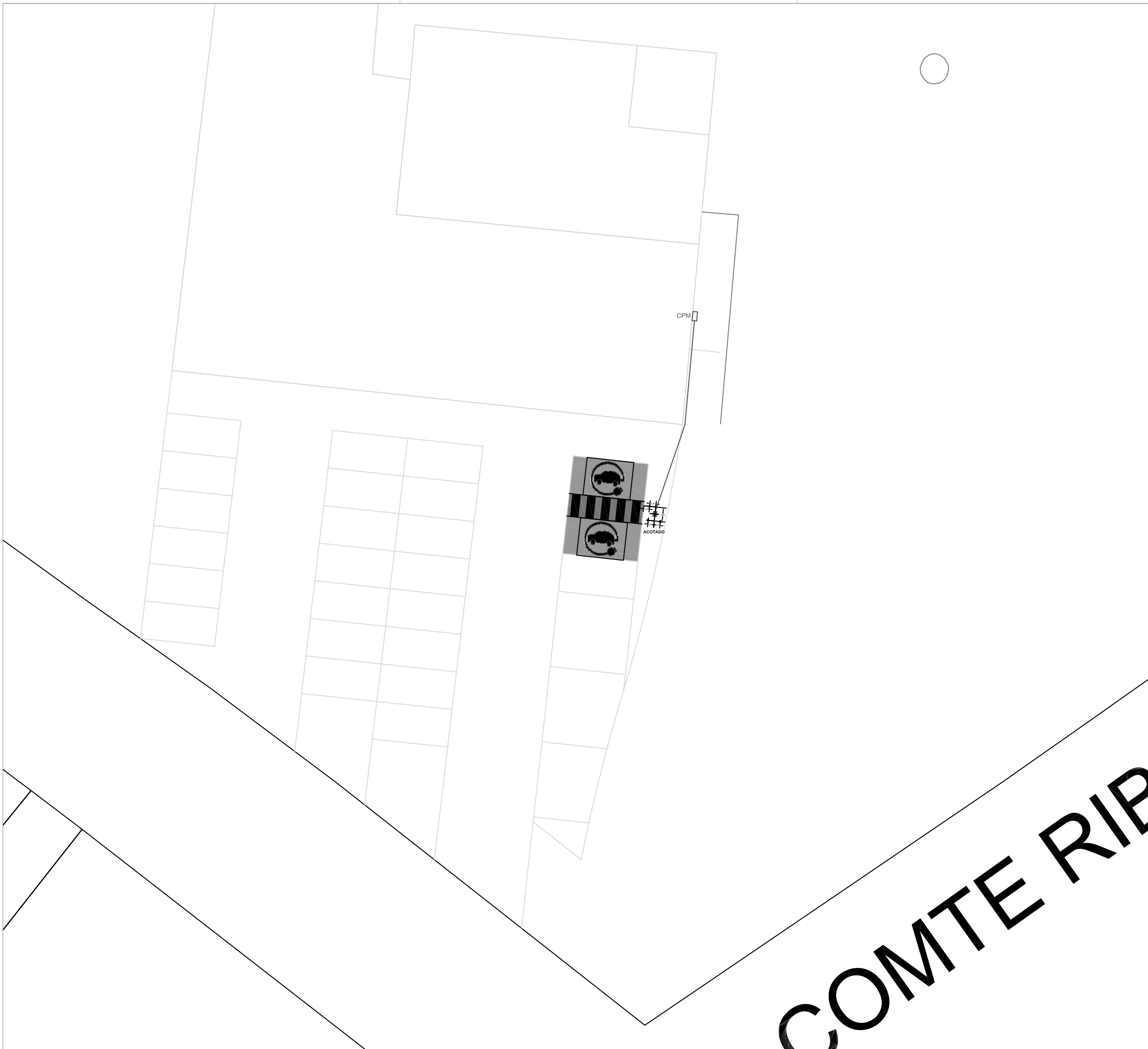
P01

Escala 1:5000
-50 m 0 50 100 150 200 m

Firma

David Vidal Bartoll
Estudiante Uji

53381322-R
C/ Vicente Amoros 52, Vila-real, 12540, (Castellón)
Tlf: 652 939 506 ·
davidvibar@gmail.com ·



Observaciones

El presente documento es copia de su original, del que es autor David Vidal Bartoll. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

Promotor
Excelentísimo Ayuntamiento de Vila-real
 NIF/CIF
P1213500J

Dirección
Plaza Major S/N Vila-real, 12540(Castellón)

Proyecto
Instalación de estación de recarga para vehículos electricos

Emplazamiento
 Dirección C/ Cronista Traver, 37
 Localidad 12540 · Vila-real (Castellón)
 Referencia catastral 7355401YK4275N0001JL

Expediente	Fase	Fecha
	Proyecto eléctrico	29/09/2020

Plano
Ingeniería
Planta Parking **P03**

Escala 1:250

Firma

David Vidal Bartoll
 Estudiante Uji

53381322-R
 C/ Vicente Amoros 52, Vila-real, 12540, (Castellón)
 Tlf: 652 939 506 · davidvibar@gmail.com ·



Observaciones

El presente documento es copia de su original, del que es autor David Vidal Bartoll. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

Promotor
Excelentísimo Ayuntamiento de Vila-real
 NIF/CIF
P1213500J
 Dirección
Plaza Major S/N Vila-real, 12540(Castellón)

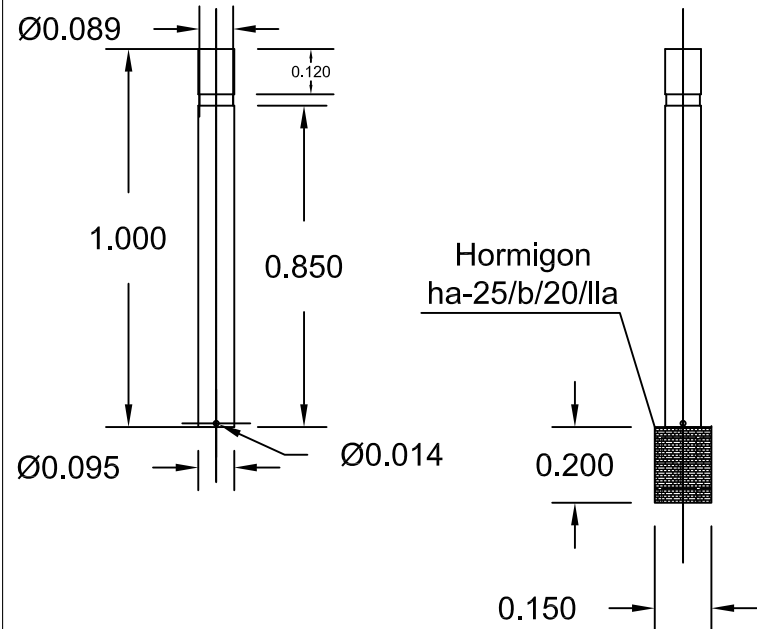
Proyecto
Instalación de estación de recarga para vehículos electricos
 Emplazamiento
 Dirección C/ Cronista Traver, 37
 Localidad 12540 · Vila-real (Castellón)
 Referencia catastral 7355401YK4275N0001JL
 Expediente Fase Fecha
 Proyecto eléctrico 29/09/2020

Plano
Ingeniería
Plano Instalaciones **P04**
 Escala 1:100
 -1 m 0 1 2 3 4 m

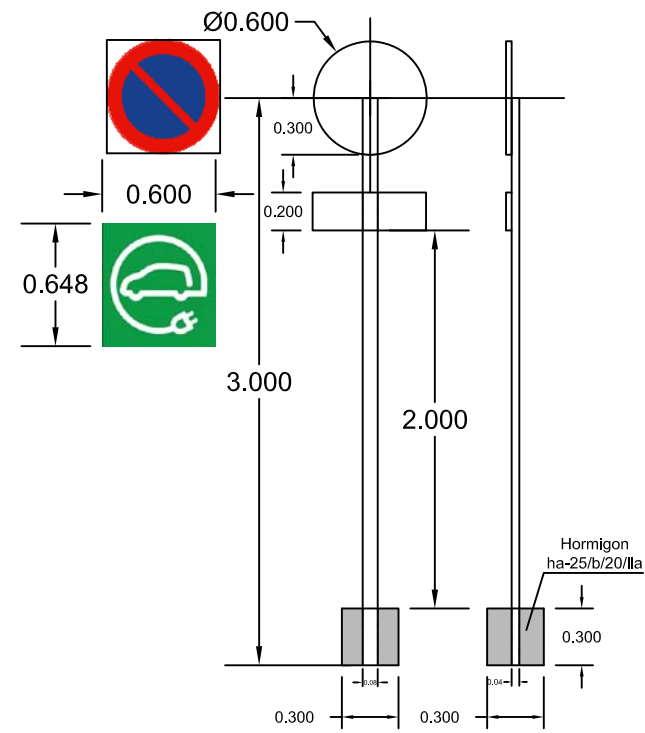
Firma

David Vidal Bartoll
 Estudiante Uji

53381322-R
 C/ Vicente Amoros 52, Vila-real, 12540, (Castellón)
 Tlf: 652 939 506 ·
 davidvibar@gmail.com ·

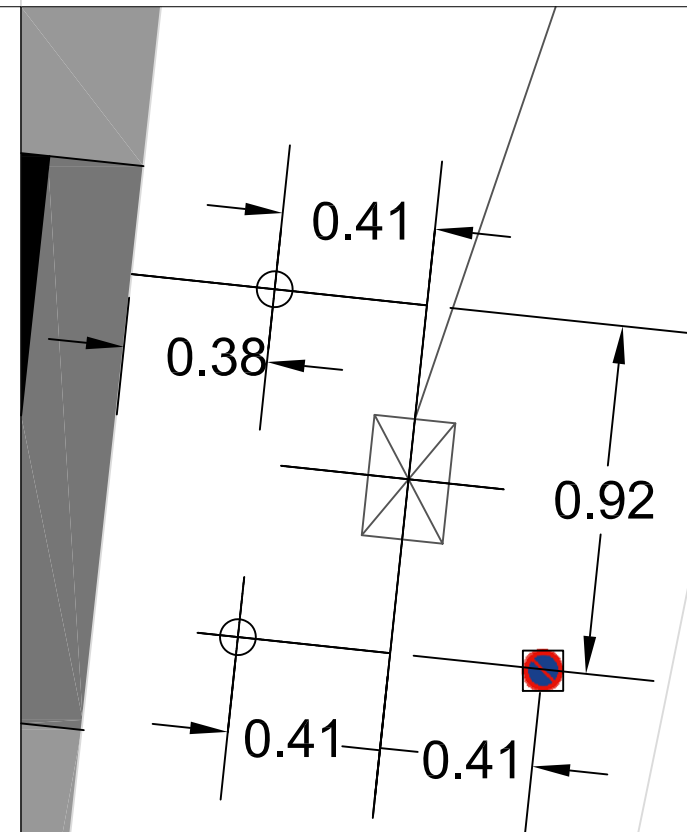


PILONA

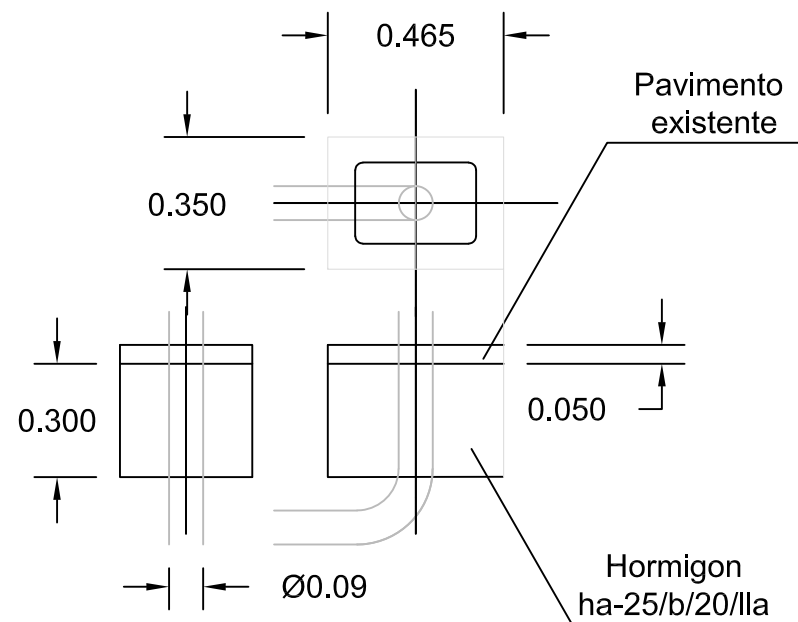


SEÑALES

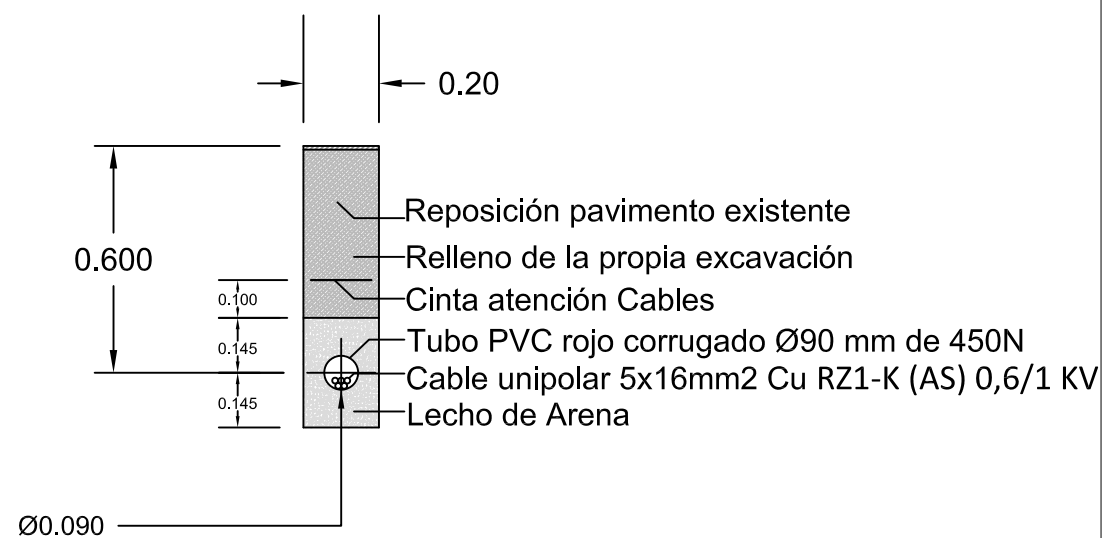
ESCALA ESPECIAL 25:1



ACOTADO



ZAPATA



ZANJA

Observaciones

El presente documento es copia de su original, del que es autor David Vidal Bartoll. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

Promotor
Excelentísimo Ayuntamiento de Vila-real
 NIF/CIF
P1213500J
 Dirección
Plaza Major S/N Vila-real, 12540(Castellón)

Proyecto
Instalación de estación de recarga para vehículos electricos

Emplazamiento
 C/ Cronista Traver, 37
 Dirección
 12540 · Vila-real (Castellón)
 Localidad
 Referencia catastral
 7355401YK4275N0001JL

Expediente	Fase	Fecha
	Proyecto eléctrico	29/09/2020

Plano

Ingeniería
 Detalles Constructivos

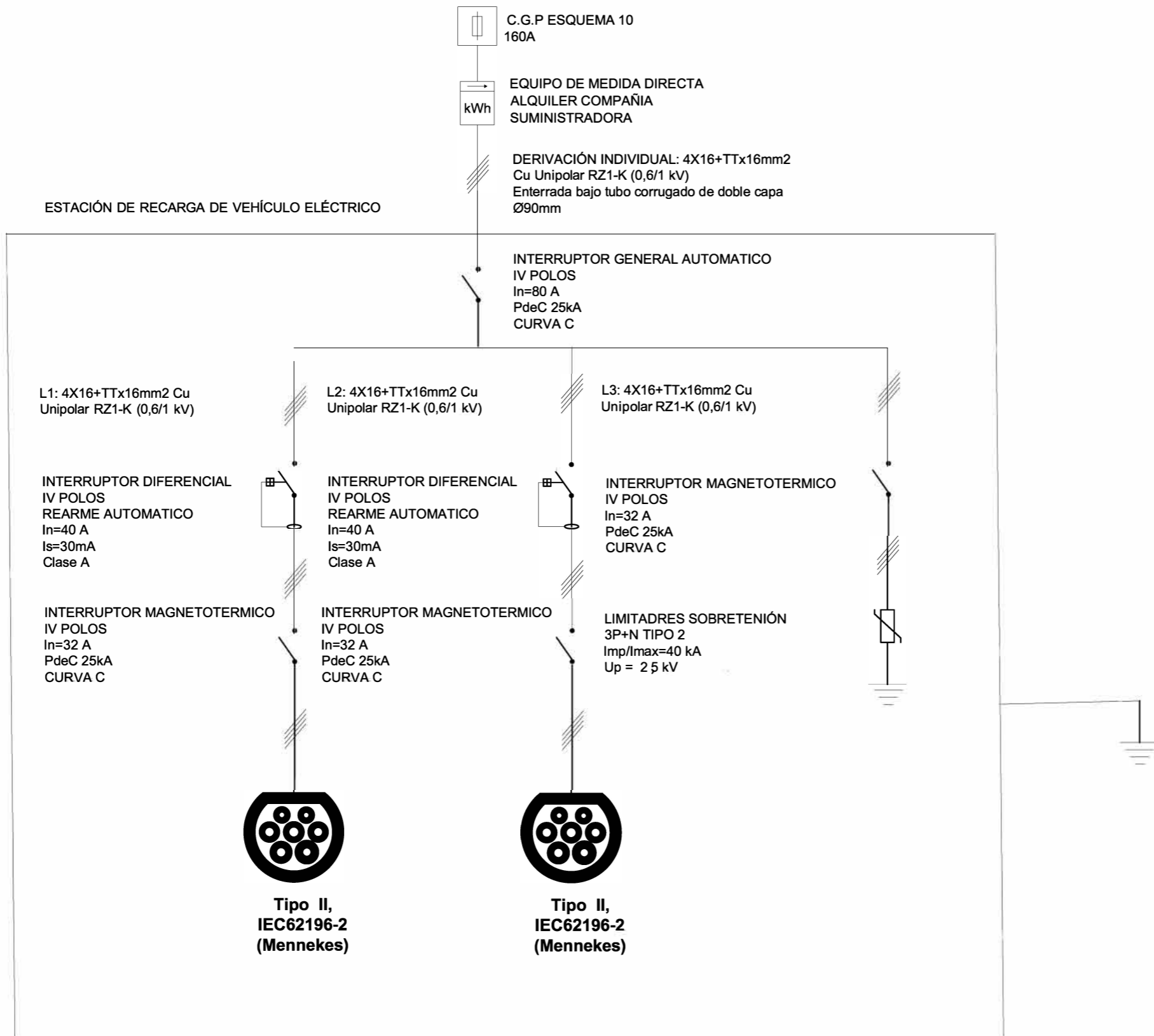
P05

Escala
 1:20

Firma

David Vidal Bartoll
 Estudiante Uji

53381322-R
 C/ Vicente Amoros 52, Vila-real, 12540, (Castellón)
 Tlf: 652 939 506 ·
 davidvibar@gmail.com ·



Observaciones

El presente documento es copia de su original, del que es autor David Vidal Bartoll. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros, requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

Promotor
Excelentísimo Ayuntamiento de Vila-real
NIF/CIF
P1213500J
Dirección
Plaza Major S/N Vila-real, 12540(Castellón)

Proyecto
Instalación de estación de recarga para
vehículos electricos
Emplazamiento
C/ Cronista Traver, 37
Dirección
12540 · Vila-real (Castellón)
Localidad
7355401YK4275N0001JL
Referencia catastral
Expediente Fase Fecha
Proyecto eléctrico 29/09/2020

Plano
Ingeniería
Esquema unifilar **P06**
Escala: SIN ESCALA

Firma

David Vidal Bartoll
Estudiante Uji
53381322-R
C/ Vicente Amoros 52, Vila-real, 12540, (Castellón)
Tlf: 652 939 506 · davidvibar@gmail.com



**UNIVERSITAT
JAUME I**

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA**

PLIEGO DE CONDICIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

PLIEGO DE CONDICIONES

Índice de Pliego de Condiciones

P.C.1. Condiciones generales	122
P.C.1.1. Antes de iniciar las obras	122
P.C.1.2. Procedencia de materiales, aparatos y equipos	122
P.C.1.3. Materiales, aparatos y equipos defectuosos	122
P.C.1.4. Limpieza de las obras	122
P.C.1.5. Documentación final de la obra	122
P.C.1.6. Plazo de garantía	122
P.C.1.7. Mediciones y presupuestos	122
P.C.1.8. Plazos de ejecución	123
P.C.2. Definiciones de entidades Facultativas	123
P.C.2.1. El promotor	123
P.C.2.2. El proyectista	123
P.C.2.3. El instalador contratista	123
P.C.2.4. El director de obra y ejecución	123
P.C.2.5. Las entidades de control autorizado (OCA)	124
P.C.3. Prescripciones sobre los materiales	124
P.C.3.1. Garantías de calidad (Marcado CE)	124
P.C.3.2. Hormigón	125
P.C.3.3. Demolición y acondicionamiento de terreno	125
P.C.3.4. Pinturas	126
P.C.3.5. Toma a tierra	126
P.C.3.6. Tubo de polietileno de doble pared	126
P.C.3.7. Cable unipolar RV-K	127
P.C.3.8. CPM	127
P.C.3.9. Protecciones eléctricas	127
P.C.3.10. Estación recarga	128
P.C.3.11. Gestión de residuos	128
P.C.4. Seguridad y salud	129
P.C.4.1. Equipo de protección personal	129

PLIEGO DE CONDICIONES

P.C.1. Condiciones generales

P.C.1.1. Antes de iniciar las obras

Se realizará un replanteo, señalando las referencias principales por donde discurrirá la canalización de la instalación y se situarán las señalizaciones verticales, bolardos, CPM y estación de recarga.

P.C.1.2. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, se deberá disponer de la lista completa de los materiales, aparatos y equipos que se vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos, así como, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

P.C.1.3. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto y se reconociera que no son los adecuados para su fin, el director de obra y ejecución dará la orden al contratista de sustituirlos en un plazo de 15 días.

Si, a los 15 días de recibir la orden el contratista no ha retirado los materiales que no estén en condiciones, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

P.C.1.4. Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

P.C.1.5. Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento.

P.C.1.6. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de dos años.

P.C.1.7. Mediciones y presupuestos

Se realizarán de forma detallada por partidas, dentro de las cuales estarán sus unidades de obra representadas por metros de instalación lineales, superficiales o volumétricos, o por unidades instaladas.

PLIEGO DE CONDICIONES

P.C.1.8. Plazos de ejecución

Se realizarán conforme a lo dictado en la Memoria del proyecto.

P.C.2. Definiciones de entidades Facultativas

P.C.2.1. El promotor

Es la persona o entidad que impulsa, programa y financia, la instalación para sí o para su posterior entrega o cesión a terceros.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la obra, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la instalación inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

P.C.2.2. El proyectista

Es el agente que sujeto a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto con detalles gráficos y escritos.

P.C.2.3. El instalador contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Debe tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como instalador

Es el encargado de tener un Plan de seguridad y salud acorde con las necesidades de la instalación y la legislación vigente y revisar que se cumpla.

Suministrará los equipos de modo que el coste nunca podrá repercutir sobre los trabajadores.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores del Preoyecto verificando que le resulta suficiente para la comprensión y solicitando las aclaraciones pertinentes.

Debe contar con un seguro que cubra los posibles daños producidos por la ejecución de la obra.

P.C.2.4. El director de obra y ejecución

Es el agente que dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato.

Redacta las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las instalaciones.

Es el agente que asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar la ejecución de la obra.

PLIEGO DE CONDICIONES

P.C.2.5. Las entidades de control autorizado (OCA)

Son entidades de control de calidad para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Realizar los ensayos del correcto funcionamiento de las protecciones.

P.C.3. Prescripciones sobre los materiales

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del instalador o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

P.C.3.1. Garantías de calidad (Marcado CE)

El marcado CE indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

PLIEGO DE CONDICIONES

- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Real Decreto 1630/1992. Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE".

P.C.3.2. Hormigón

Las zapatas se realizarán con hormigón HA-25-IIa (Hormigón armado con resistencia mínima de 25 N/mm²), pudiendo sustituirse las zapatas de los bolardos y la estación de recarga por tacos químicos, si durante la realización de la zanja para la instalación de la línea, se valora adecuado como solera el pavimento existente.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

P.C.3.3. Demolición y acondicionamiento de terreno

Se realizará la demolición del pavimento exterior de adoquines, asfalto y capa de arena, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor. Aplicando la normativa "PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras." Para el asfalto se realizará un corte previo del contorno de la zona a demoler. Procediendo en todos los casos a la demolición y fragmentación del pavimento en escombros manejables, la carga sobre el contenedor y la limpieza de herramientas del resto de materiales.

Para el bordillo se realiza el levantado del elemento, clasificación y etiquetado, limpieza del reverso de las baldosas y acopio de los materiales a reutilizar.

Excavación de tierras, con medios manuales, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto de 0,745 m. Incluyendo refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión o contenedor.

Se comprobará la posible existencia de elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

PLIEGO DE CONDICIONES

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar.

Se rellenará la envolvente de las instalaciones en zanjas, con arena de 0 a 5 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Durante el proceso las tierras o áridos utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

El resto de la zanja se cubrirá con la tierra extraída durante la propia excavación.

P.C.3.4 Pinturas

Suministro y aplicación de pintura sobre superficies asfáltica en exterior, mediante la aplicación con rodillo de una primera mano de pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color verde RAL 6001, rojo RAL 3016, acabado mate, y una segunda mano del mismo producto. Incluida limpieza de la superficie soporte; aplicación de 0,3 kg/m² de imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes; y preparación de la mezcla. Sin incluir la preparación del soporte.

Se protegerá frente al polvo durante el tiempo de secado y, posteriormente.

P.C.3.5. Toma a tierra

Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por cuatro picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, hincadas en el terreno, unidas con cable conductor de cobre de 35 mm² de sección. Conexión de los electrodos con la línea de enlace mediante grapas abarcón, relleno con tierras de la propia excavación y aditivos para disminuir la resistividad del terreno y conexionado a la red de tierra mediante puente de comprobación. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

P.C.3.6. Tubo de polietileno de doble pared

Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de

PLIEGO DE CONDICIONES

espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Se debe incluir la cinta de señalización.

Se protegerá de los impactos mecánicos y del contacto con materiales agresivos.

P.C.3.7. Cable unipolar RV-K

Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Totalmente montado, conexionado y probado.

Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

P.C.3.8. CPM

Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, de caja de protección y medida CPM2-E/E4-I, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión de hasta 50mm², bases cortacircuitos de 160A y fusibles NH de 80 A para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

P.C.3.9. Protecciones eléctricas

Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 25 kA, curva C, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras en el interior de la estación de recarga. Totalmente montado, conexionado y probado.

Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, tetrapolar (3P+N), nivel de protección 2,5 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA, con

PLIEGO DE CONDICIONES

contacto de señalización, de 131,5x103,9x75,9 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) en el interior de la estación de recarga. Totalmente montado, conexionado y probado.

P.C.3.10. Estación recarga

Estación de recarga de vehículos eléctricos para modo de carga 3 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico de acero galvanizado, con grados de protección IP 54 e IK 10 excepto pantallas y rejillas IK8, de 320x215x1400 mm y 33 kg, vinilada, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Mennekes de 32 A trifásica y lector de tarjeta de proximidad para identificación de usuario, pantalla y luces led para interfaz de usuario y conectividad a ethernet, Wifi y GPRS-3G, con un consumo estambay inferior a 10 W. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada.

Cada toma queda protegida de forma independiente por un magnetotérmico MCB (Curva C), diferencial RCD tipo A (30mA) con reconexión automática, detector de fuga de corriente diferencial en continua de 6mA conforme a la norma IEC 62955 para cumplir la norma UNE-HD 60364-7-722, más restrictiva que la normativa española. El equipo debe cumplir Categoría III – 300Vac (EN61010), protección contra choque eléctrico por doble aislamiento Clase II. Y un contador con certificación MID Clase 1 según EN 50470-3, por cada toma.

P.C.3.11. Gestión de residuos

Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, para su carga en el camión o contenedor correspondiente.

Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 2,5 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, considerando ida, descarga y vuelta. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor y canon del vertido.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.

PLIEGO DE CONDICIONES

- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

P.C.4. Seguridad y salud

Delimitación de la zona de excavaciones abiertas mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, para limitación de paso de peatones, con dos pies metálicos, amortizables en 20 usos. Durante todo el periodo de tiempo que se requiera. Incluyendo montaje, desmontaje y transporte.

Suministro, colocación y desmontaje de señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, amortizable en 10 usos, con caballete portátil de acero galvanizado, amortizable en 5 usos.

P.C.4.1. Equipo de protección personal

Salvo en casos excepcionales, los equipos de protección individual sólo deben utilizarse para los usos previstos:

- Botas de seguridad.
- Gafas de protección con montura universal, resistentes a impactos de partículas a gran velocidad y baja energía, con dos oculares integrados en una montura de gafa convencional con protección lateral, amortizable en 5 usos.
- Cascos contra golpes, destinado a proteger al usuario de los efectos de golpes de su cabeza contra objetos duros e inmóviles, amortizable en 10 usos.
- Guantes contra riesgos mecánicos, de algodón con refuerzo de serraje vacuno en la palma, resistente a la abrasión, al corte por cuchilla, al rasgado y a la perforación, amortizable en 4 usos.
- Orejeras, compuesto por un casquete diseñado para producir presión sobre la cabeza mediante un arnés y ajuste con almohadillado central, con atenuación acústica de 27 dB, amortizable en 10 usos.
- Mono con capucha de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión, para prevenir frente al riesgo de paso de una corriente peligrosa a través del cuerpo humano, amortizable en 10 usos.
- Cinturón con bolsa de varios compartimentos para herramientas, amortizable en 10 usos.
- Rodilleras con la parte delantera elástica y con esponja de celulosa, amortizable en 4 usos.



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO EN VÍA PÚBLICA**

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

David Vidal Bartoll

DIRECTOR

Lluís Monjo Mur

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Capítulo D Demoliciones

DMX010	m ²	Demolición de pavimento exterior de adoquines y capa de arena, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor.	1,170		1,65	6,70	0,43	8,78
DMX030	m ²	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, con martillo neumático, y carga manual sobre camión o contenedor.	1,040		2,17	5,16	0,38	7,71
DMX090	m	Levantado de bordillo sobre base de hormigón, con medios manuales y recuperación del 80% del material para su posterior reutilización, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor.	0,400			0,86	0,04	0,90
Total capítulo D					3,82	12,72	0,85	17,39

Capítulo A Acondicionamiento del terreno

ADE006	m ³	Excavación suelo de arcilla semidura, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión o contenedor.	10,257		288,44	14,58		303,02
ADR010	m ³	Relleno envolvente de las instalaciones en zanjas, con arena 0/5 mm, y compactación al 95% del Proctor Modificado con pisón vibrante de guiado manual. Y reposición de pavimento demolido.	3,260	52,99	14,30	14,30	4,21	85,80

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

DR010b	m ³	Relleno envolvente de las instalaciones en zanjas, con tierra de la propia excavación, y compactación al 95% del Proctor Modificado con pisón vibrante de guiado manual.	6,515	0,96	33,08	30,17	3,26	67,47
Total capítulo A				53,95	47,38	332,91	22,05	456,29
Capítulo C Cimentaciones								
CSZ010c	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	0,005	0,63		0,06	0,03	0,72
CSZ010b	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	0,005	0,63		0,06	0,03	0,72
CSZ010	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	0,050	6,32		0,53	0,42	7,27
10d	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	0,027	3,42		0,29	0,18	3,89

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Total capítulo C			11,00	0,94	0,66	12,60		
Capítulo I Instalaciones								
IEP021	Ud	Toma de tierra con cuatro picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, conectadas con flagelo 35mm de diametro.	1,000	337,02	1,68	18,06	18,06	374,82
IEO010	m	Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.	13,150	67,46	3,82	35,51	5,38	112,17
IEH010	m	Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	66,750	110,56		95,94	10,84	217,34
IEC010	Ud	Caja de protección y medida, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	1,000	551,21		82,25	24,46	657,92
IEC011	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según	1,000	270,94		29,61	4,51	305,06

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Capítulo R Revestimientos y trasdosados

ROO020	m ²	Pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color blanco RAL 9003, acabado mate, aplicada en dos manos, (rendimiento: 0,2 kg/m ² cada mano), sobre superficies exterior de hormigón o de mortero autonivelante, previa aplicación de 0,3 kg/m ² de imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes (sin incluir la preparación del soporte).	1,875	22,59	8,76	1,58	32,93
ROO020a	m ²	Pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color verde RAL 6001, acabado mate, aplicada en dos manos, (rendimiento: 0,2 kg/m ² cada mano), sobre superficies exterior de hormigón o de mortero autonivelante, previa aplicación de 0,3 kg/m ² de imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes (sin incluir la preparación del soporte).	25,000	301,25	116,75	21,00	439,00
ROO020b	m ²	Pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color rojo RAL 3016, acabado mate, aplicada en dos manos, (rendimiento: 0,2 kg/m ² cada mano), sobre superficies exterior de hormigón o de mortero autonivelante, previa aplicación de 0,3 kg/m ² de imprimación de dos componentes, a base	2,350	28,32	22,76	18,37	69,45

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

de resina epoxi sin disolventes (sin incluir la preparación del soporte).

Total capítulo R			352,16	148,27	40,95	541,38	
Capítulo G Gestión de residuos							
GCA010	m ³	Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales.	2,000			5,16	5,16
GRA010	Ud	Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 2,5 m ³ , a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	1,000	59,16		2,99	62,15
GRB010	Ud	Canon de vertido por entrega de contenedor de 2,5 m ³ con residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra	1,000	24,46		1,24	25,70

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

o centro de valorización o eliminación de residuos.

Total capítulo G					83,62	9,39	93,01
Capítulo Y Seguridad y salud							
YCB030	m	Vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, amortizables en 20 usos, para delimitación de excavaciones abiertas.	16,000	11,20	27,52	1,92	40,64
YIC010	Ud	Casco contra golpes, amortizable en 10 usos.	2,000	0,46		0,02	0,48
YIJ010	Ud	Gafas de protección con montura universal, resistentes a impactos de partículas a gran velocidad y baja energía, amortizable en 5 usos.	2,000	5,26		0,26	5,52
YIM010	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.	2,000	6,68		0,34	7,02
YIO010	Ud	Juego de orejeras, estándar, con atenuación acústica de 27 dB, amortizable en 10 usos.	2,000	3,82		0,20	4,02
YIP010	Ud	Par de botas bajas de seguridad, con resistencia al deslizamiento, zona del tacón cerrada, resistente a la perforación, aislante, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.	2,000	35,72		1,82	37,54

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

YIU031	Ud	Mono con capucha de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión, amortizable en 10 usos.	2,000	24,06		1,22	25,28
YIU040	Ud	Bolsa portaherramientas, amortizable en 10 usos.	2,000	4,80		0,24	5,04
YIU060	Ud	Par de rodilleras, amortizable en 4 usos.	2,000	6,26		0,32	6,58
YSV010	Ud	Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 10 usos y el caballete en 5 usos.	1,000	4,03	2,63	0,33	6,99

Total capítulo Y

102,29

30,15

6,67

139,11

Capítulo S Señalización y equipamiento

SPIB01	Ud	Pilona de protección de acero galvanizado de dimensiones 0,95 cm diámetro 10 cm de alto.	2,000	70,00			70,00
SVTVE01	Ud	Señalización vertical de prohibición de aparcamiento a excepción de vehículo eléctrico compuesta por poste galvanizado 8x4x300 cm, señal de prohibición de aparcamiento 60 cm de diámetro y señal de excepción vehículo eléctrico en carga 60x20 cm	1,000	123,97	0,53	0,39	124,89

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

SVTVE02	Ud	Señal vertical de punto de recarga para vehículo eléctrico compuesta de poste galvanizado 8x4x300cm y señal de coche eléctrico 60x60 cm reflexiva.	1,000	97,83		0,29	0,24	98,36
SVIF001	Ud	Vinilo y personalización del entorno de la estación de recarga para vehículos eléctricos.	1	50,33		20,36		70,69
Total capítulo S				342,13		21,18	0,63	363,94
Capítulo T Tasas y documentación								
SPPIB01	Ud	Redacción de proyecto, entrega de documentación y dirección de obra.	1,000			1.000,00		1.000,00
SVTVE01	Ud	Inspección OCA	1,000			400,00		400,00
Presupuesto TOTAL						1.400,00		1.400,00
Presupuesto TOTAL				6.520,65	140,35	2.256,17	224,38	9.141,55
IVA								1.919,66
Presupuesto TOTAL con IVA								11.061,21

El presupuesto asciende a un total de **nueve mil ciento cuarenta y un euros con cincuenta y cinco céntimos** base imponible.

El presupuesto con IVA asciende a un total de **once mil setenta y un euros con veintiún céntimos**.