

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

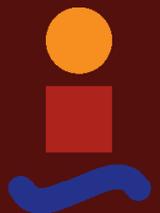
Dimensionamiento y diseño de una estación de carga de vehículos eléctricos

Autor: Ángela Aguilar García

Tutor: Alejandro Marano Marcolini

Dpto. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Dimensionamiento y diseño de una estación de carga de vehículos eléctricos

Autor:
Ángela Aguilar García

Tutor:
Alejandro Marano Marcolini

Dpto. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2022

Proyecto Fin de Máster: Dimensionamiento y diseño de una estación de carga de vehículos eléctricos

Autor: Ángela Aguilar García

Tutor: Alejandro Marano Marcolini

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

Índice de Tablas	ix
Índice ilustraciones	x
Índice de gráficas	xii
1 Introducción	11
2 El vehículo eléctrico y análisis de la infraestructura	16
2.1 <i>Origen y evolución del vehículo eléctrico</i>	16
2.2 <i>Tipos de vehículos eléctricos</i>	16
2.3 <i>Despliegue infraestructura de puntos de recarga</i>	17
2.3.1 <i>Actualidad</i>	17
2.3.2 <i>Objetivo 2030</i>	18
2.4 <i>El vínculo entre la infraestructura de recarga y la adopción del VE</i>	19
3 Descripción del proyecto	21
3.1 <i>Descripción del emplazamiento</i>	21
3.1.1 <i>Ubicación</i>	21
3.1.2 <i>Justificación del emplazamiento</i>	22
3.2 <i>Programa de necesidades</i>	23
3.3 <i>Previsión de cargas</i>	23
3.4 <i>Solución adoptada</i>	23
3.4.1 <i>Elementos principales de la instalación adoptada</i>	23
3.4.2 <i>Descripción general de la instalación</i>	26
3.5 <i>Esquema general de la instalación</i>	26
3.6 <i>Planificación de la obra</i>	27
4 Trabajos eléctricos	28
4.1 <i>Línea de acometida y caja general de protección y armario de medida</i>	28
4.2 <i>Línea de derivación individual</i>	28
4.3 <i>Cuadro general de mando y protección (CGBT)</i>	28
4.4 <i>Línea de alimentación del CGBT a la batería</i>	29
4.5 <i>Línea de alimentación a dispensadores</i>	29
4.6 <i>Nivel de iluminación</i>	29
4.7 <i>Empalmes y conexiones</i>	30
4.8 <i>Esquema unifilar</i>	30
5 Trabajos de obra civil	31
5.1 <i>Hornacina para cuadro de protección y medida</i>	31
5.2 <i>Hornacina para cuadro general de mando y protección (CGBT)</i>	31
5.3 <i>Zanjas y arquetas</i>	32
5.4 <i>Bancada equipo de almacenaje y conversión</i>	33
5.5 <i>Bancada estaciones de recarga</i>	33
6 Cálculos eléctricos	34
6.1 <i>Previsión de potencia</i>	34
6.2 <i>Derivación individual</i>	34
6.3 <i>Cálculo derivación CMP al equipo de almacenamiento y conversión Booster</i>	35

6.4	<i>Cálculo línea alimentación a dispensadores</i>	36
7	Inversión inicial	37
7.1	<i>Almacenamiento</i>	37
7.2	<i>Dispensadores</i>	37
7.3	<i>Canalizaciones</i>	37
7.4	<i>Baja tensión</i>	39
8	Simulación en Codesys	41
8.1	<i>Contexto</i>	41
8.2	<i>Propósito de la simulación</i>	41
8.3	<i>Autómata</i>	42
8.3.1	<i>Suposiciones</i>	42
8.3.2	<i>Lenguajes de programación Codesys</i>	43
8.3.3	<i>Programas principales</i>	43
8.3.4	<i>Visualización</i>	51
8.4	<i>Datos</i>	57
10	Resultados y conclusiones	60
8.5	<i>Resultados simulación</i>	60
8.6	<i>Precio del kWh</i>	62
8.7	<i>Precio del kWh</i>	64
8.8	<i>Resumen inversión inicial</i>	65
8.9	<i>Plazo de recuperación</i>	66
8.10	<i>Conclusiones</i>	66
	Bibliografía	67
	Anexo	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Infraestructura recarga pública 2019	17
Tabla 2: Puntos urbanos 2020 por potencia según datos ANFAC	17
Tabla 3: Resultados escenario 1	19
Tabla 4: Resultados escenario 2	19
Tabla 5: Previsión carga instalación	23
Tabla 6: Coste unitario batería	37
Tabla 7: Costes cargadores	37
Tabla 8: Coste canalizaciones	38
Tabla 9: Coste obra civil y protecciones	39
Tabla 10: Coste cableado y montaje	40
Tabla 11: Modelos vehículos seleccionados	42
Tabla 12: Tipo de datos codesys	50
Tabla 13: Matriz orden de llegada	58
Tabla 14: Matriz carga mínima	58
Tabla 15: Matriz carga máxima	59
Tabla 16: Matriz potencia	59
Tabla 17: Número de coches cargados al día	60
Tabla 18: Consumo diario (kWh)	61
Tabla 19: Precio del kWh por franja horaria	63
Tabla 20: Tarifa por tipo de vehículo	63
Tabla 21: Beneficio diario por la venta del kWh	64
Tabla 22: Coste almacenamiento	65
Tabla 23: Costes cargadores	65
Tabla 24: Coste obra civil	65
Tabla 25: Coste baja tensión	65
Tabla 26: Ingresos y gastos mensuales	66
Tabla 27: Matriz completa orden de llegada de vehículos	69
Tabla 28: Matriz completa almacenamiento máximo	69
Tabla 29: Matriz completa potencia	69
Tabla 30: Matriz completa carga inicial vehículos	69

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: La contaminación y el cambio climático	11
Ilustración 2: Carga de un vehículo eléctrico	14
Ilustración 3: Interfaz software Codesys	15
Ilustración 4: Puntos urbanos e interurbanos	19
Ilustración 5: Ubicación instalación 1	21
Ilustración 6: Ubicación instalación 2	22
Ilustración 7: Caja general de protección y armario de medida	23
Ilustración 8: Cuadro de mando y protección vehículo eléctrico	24
Ilustración 9: Batería almacenamiento	24
Ilustración 10: Esquema funcionamiento batería	25
Ilustración 11: Punto de recarga con batería	25
Ilustración 12: Esquema general instalación	26
Ilustración 13: Planificación obra	27
Ilustración 14: Ubicación CGPM y CMP	29
Ilustración 15: Esquema unifilar	30
Ilustración 16: Medidas hornacina cuadro de protección y medida	31
Ilustración 17: Medidas cuadro de protección vehículo eléctrico	32
Ilustración 18: Tramos zanjas	33
Ilustración 19: Distribución por tarifas	43
Ilustración 20: Programas codesys	43
Ilustración 21: Programa automatismo	44
Ilustración 22: Programa carga batería	44
Ilustración 23: Programa carga coche 1	45
Ilustración 24: Programa carga coche 1	45
Ilustración 25: Programa contador	46
Ilustración 26: Programa consumo total	46
Ilustración 27: Programa contar coche 1	46
Ilustración 28: Programa contar coches	46
Ilustración 29: Programa marcha-fin	47
Ilustración 30: Programa potencia carga	47
Ilustración 31: Programa reset pos	48
Ilustración 32: Programa terminar	48
Ilustración 33: Programa visualización	48

Ilustración 34: Programa visualización	49
Ilustración 35: Programa visualización	49
Ilustración 36: Programa global variables	50
Ilustración 37: Programa global variables	51
Ilustración 38: Visualización general codesys	51
Ilustración 39: Visualización electrolinera	52
Ilustración 40: Ejemplo 1 electrolinera	53
Ilustración 41: Ejemplo 2 electrolinera	53
Ilustración 42: Control de carga	54
Ilustración 43: Ejemplo 1 control de carga	54
Ilustración 44: Ejemplo 2 control de carga	55
Ilustración 45: Visualización tiempo	55
Ilustración 46: Ejemplo visualización tiempo	55
Ilustración 47: Visualización coste y consumo	56
Ilustración 48: Ejemplo visualización coste y consumo	56
Ilustración 49: Visualización clientes	56
Ilustración 50: Ejemplo visualización clientes	56
Ilustración 51: Tipo de vehículos seleccionados	58

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte en Europa (datos Agencia Europea del Medio Ambiente)	12
Gráfica 2: Emisión de gases de efecto invernadero por tipo de transporte (datos Agencia Europea del Medio Ambiente)	12
Gráfica 3: Distribución parque eléctrico 2030 en España	18
Gráfica 4: Evolución parque eléctrico España 2018-2030	18
Gráfica 5: Coches cargados al día por tipología	62
Gráfica 6: Variación consumo diario en un mes	62

1 INTRODUCCIÓN

¿Qué es la contaminación?

La contaminación es la modificación de un medio como el aire, el agua o el suelo de una manera que puede hacer que sea perjudicial para las personas o para la naturaleza. Hay distintos tipos de contaminantes, como las sustancias químicas, el polvo, el ruido y la radiación. Estos contaminantes tienen orígenes muy diversos. Algunas de las fuentes son difusas, como el transporte o la agricultura, mientras que otras están relacionadas con un lugar específico, como una fábrica o una central eléctrica

Contaminación y cambio climático

En la actualidad, convivimos diariamente con la contaminación atmosférica. Según el Instituto Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, durante 2017 se ha registrado niveles de dióxido de carbono de más de 450 ppm. Antes de la Revolución Industrial la cantidad de CO₂ en la atmósfera nunca llegó a exceder los 280 ppm (NOAA, 2017). Por consiguiente, desde la Revolución Industrial el dióxido de carbono ha subido un 40% a nivel mundial.

Para hablar de contaminación hacemos referencia al dióxido de carbono ya que es uno de los principales gases causantes del cambio climático y del efecto invernadero. Este gas provoca un aumento de la temperatura global debido a la gran capacidad que posee de mantener la radiación solar dentro de la atmósfera. “El CO₂ es el más prevalente entre todos los gases de efecto invernadero producidos por actividades humanas, atribuidos a la quema de combustibles fósiles”, señalan investigadores del Instituto Scripps de Oceanografía.

El cambio climático tiene efectos observables y medibles en el medioambiente: reducción de los glaciares, el hielo de ríos y lagos se está disgregando antes, ha habido cambios en la fauna y flora y los árboles están floreciendo antes. Estos efectos corresponden con los previstos por especialistas años atrás. Actualmente, los científicos afirman que las temperaturas globales continuarán aumentando en las próximas décadas, en gran parte debido a los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas. Según el IPCC (IPCC, 2017) los costes netos de daño del cambio climático serán significativos y aumentarán con el tiempo. Predicciones de Naciones Unidas hablan de refugiados climáticos, un rango de entre 50 y 200 millones de 6 personas desplazadas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) actualmente siete millones de muertes cada año son por culpa de la contaminación atmosférica, lo cual supone el 12% de los fallecimientos.

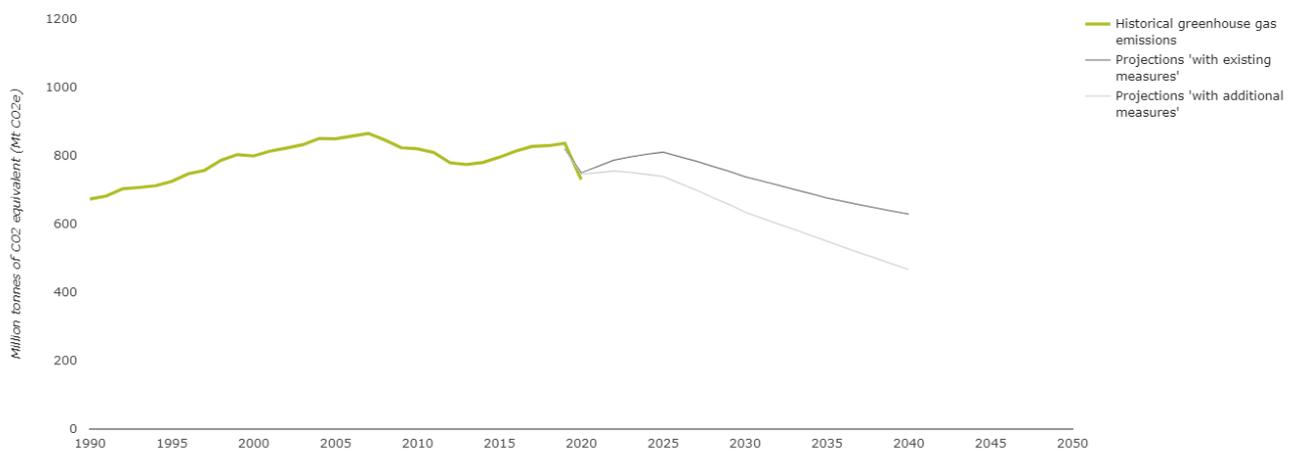


Ilustración 1: La contaminación y el cambio climático

Contaminación en el transporte

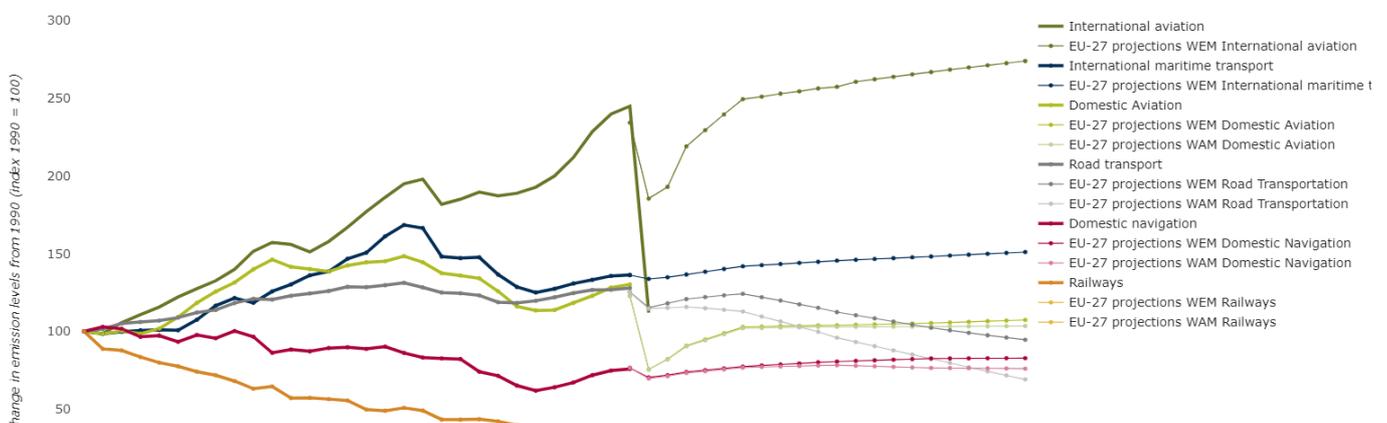
¿Qué relación hay entre el transporte y la contaminación? Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (de sus siglas en inglés EEA), el transporte por carretera es una de las mayores fuentes de emisiones de carbono de Europa y contribuye a un quinto del total de las emisiones de efecto invernadero en la Unión Europea (Comisión Europea, 2017). Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte de la UE aumentaron constantemente entre 2013 y 2019, una tendencia que difiere significativamente de las de otros sectores durante ese período.

En la siguiente gráfica, publicada por la EEA, se representan las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (medidas en toneladas de CO2 equivalentes) desde 1990 debidas al transporte. Como se puede comprobar, las emisiones aumentan, sufriendo una disminución en 2020 provocada por la pandemia del virus COVID-19 que limitó el transporte.



Gráfica 1: Emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte en Europa (datos Agencia Europea del Medio Ambiente)

Para poder entender el peso de las emisiones relacionadas con el transporte por carretera, se ha incluido el siguiente gráfico el cual representa las emisiones de CO2 en la UE diferenciando los diferentes modos de transporte. Como se puede apreciar, las emisiones van encabezadas por el transporte aéreo y marítimo, quedando el transporte por carretera el tercero en 2020.



Gráfica 2: Emisión de gases de efecto invernadero por tipo de transporte (datos Agencia Europea del Medio Ambiente)

Contexto energético europeo

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en 2015 la Unión Europea fue el tercer emisor de gases de efecto invernadero más grande del mundo, después de China y EEUU. Sabiendo el efecto negativo que esto conlleva, la Unión Europea se ha tenido que enfrentar al reto de la lucha contra el cambio climático y ha planteado nuevas leyes y objetivos.

A nivel de emisiones, el principal objetivo de la UE es alcanzar la contaminación cero en Europa. Este propósito fue anunciado en el Pacto Verde Europeo, como parte de la estrategia de la Comisión Europea para poner en marcha el programa de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Su meta principal es proteger a los ciudadanos y los ecosistemas al mejorar el seguimiento, la información, la prevención y la reparación de la contaminación.

El Pacto Verde Europeo establece el objetivo de lograr una UE neutra en carbono en 2050. Esto requiere la descarbonización de todos los sectores. En su propuesta de Ley del Clima, la Comisión Europea propuso aumentar el objetivo de reducción de las emisiones intermedias de GEI para 2030 hasta el 55 %, aceptado por el Consejo Europeo a finales de 2020.

Este objetivo impacta directamente en el transporte al ser un sector con altas emisiones de GEI, por tanto, el objetivo de descarbonización se extiende hasta este sector y obliga a buscar nuevos modelos de transporte que disminuyan las emisiones.

Movilidad sostenible

En diciembre de 2020, la Comisión publicó la «Estrategia de movilidad sostenible e inteligente», en la que expuso su visión para garantizar que el sistema de transporte de la UE pueda lograr una transformación ecológica y alcanzar los objetivos 2030 y 2050.

En España, como consolidación de la estrategia de movilidad europea, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) ha desarrollado *es.movilidad*, la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, que guiará las actuaciones del MITMA en materia de movilidad, infraestructuras y transportes en los próximos 10 años y que fue aprobada por el Consejo de ministros el 10 de diciembre de 2021.

La movilidad eléctrica se presenta en esta estrategia como alternativa al uso de vehículos de combustibles tradicionales cuya combustión provoca la emisión de gases de efecto invernadero. Para que esta modalidad de movilidad sea sostenible es necesario, además, la transición hacia un modelo energético sostenible que permita alimentar los vehículos con energía generada mediante fuentes renovables como energía solar o fotovoltaica. Esta transición en la movilidad viene impulsada por el contexto climático explicado anteriormente y es apoyado por otras medidas de transición a nivel europeo y nacional.

Los hitos propuestos a nivel nacional son: alcanzar los 250.000 vehículos eléctricos circulando para 2023 y elevar esa cantidad hasta los 5 millones en 2030, según los planes del Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC), que prevé en este plazo contar con 3 millones de turismos y 2 millones de motocicletas, camiones y autobuses cero emisiones.

Recarga de un coche eléctrico: electrolinera

El auge de los coches eléctricos, fomentado por las nuevas normativas europeas y española, hace que cada vez sean más las estaciones de suministro de energía específicas para este tipo de vehículos. Son las llamadas electrolineras, un elemento crucial en la evolución de la movilidad sostenible.

Una electrolinera es una estación de carga para vehículos eléctricos o híbridos enchufables. Al igual que en una gasolinera o estación de servicio tradicional repostamos combustible fósil para vehículos con motor de combustión, en las electrolineras podemos cargar los coches eléctricos.



Ilustración 2: Carga de un vehículo eléctrico

Objetivos y estructura del trabajo

Ligado al desarrollo del vehículo eléctrico y a la necesidad de implantación de nuevos puntos de suministro para la nueva flota, este proyecto se enfoca en los puntos de recarga para coches eléctricos.

El objetivo del presente proyecto es realizar el dimensionamiento y diseño de una instalación de puntos de recarga para coches eléctricos. Además, se realizará una simulación de uso del punto de recarga para obtener el payback o plazo de recuperación de la instalación.

Para comenzar el proyecto, se presenta un estudio sobre las previsiones de vehículos de recarga para cumplir los objetivos 2030, esto sirve como orientación acerca de la importancia de la implantación de puntos de recarga y de la optimización de consumos.

En la primera parte del proyecto se explica la ubicación de la nueva instalación, se realiza el desarrollo de la parte eléctrica de la instalación, indicando los parámetros más importantes, y de la obra civil necesarias para un punto de recarga. La segunda parte del proyecto se realiza con el programa codesys, un automatismo que permite definir la llegada de diferentes vehículos al punto de recarga, así se podrá calcular un consumo medio mensual del kWh. Con este consumo medio de kWh mensuales se calcula el coste de operación de la instalación y esto permitirá conocer el plazo de recuperación de la inversión inicial.

Normativa de aplicación

Para el diseño y dimensionamiento del punto de recarga son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en la siguiente normativa:

- RD 842/2002, del 2 de agosto (BOE núm. 224,18/09/2002). Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias.
- RD 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 de baja tensión, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto y modificando otras instrucciones técnicas complementarias al mismo.
- Instrucción 8/2012, de 28 de junio, de la dirección general de energía, minas y seguridad, por la cual se establecen las normas de aplicación de la normativa vigente para las instalaciones de recarga de vehículos

eléctricos.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de abril, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

-Normas UNE declaradas de obligado cumplimiento.

Software utilizado para la simulación

Para realizar el automatismo y la simulación del punto de recarga se ha utilizado el software Codesys. CODESYS es un entorno de desarrollo para la programación de controladores conforme con el estándar industrial internacional IEC 61131-3. El término CODESYS es un acrónimo y significa Sistema de Desarrollo de Controladores.

En Codesys hay 5 lenguajes de programación diferentes para el programador, que son IL, SFC, LD, CFC y ST. Además, cuenta con una interfaz muy dinámica que permite visualizar el autómatas de manera muy sencilla.

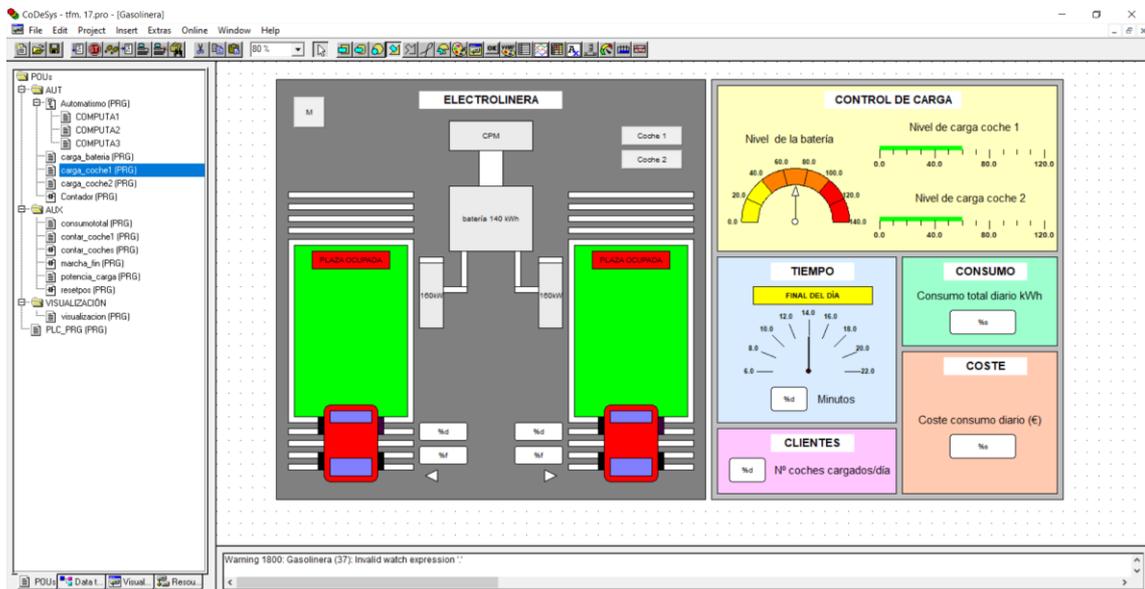


Ilustración 3: Interfaz software Codesys

2 EL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA

El objetivo de este apartado es ampliar la información acerca del vehículo eléctrico y entender cómo se prevé la evolución de las instalaciones de puntos de recarga.

2.1 Origen y evolución del vehículo eléctrico

El vehículo eléctrico no es un invento reciente. Los motores eléctricos se desarrollaron a partir del estudio de Michael Faraday (1821). De ahí ya, quién inventara el coche eléctrico no está especialmente claro pues hay diferentes opiniones. Uno de los creadores pudo ser en 1828 Ányos Jedlik, ingeniero y sacerdote húngaro. Otros señalan la contribución del matrimonio estadounidense Davenport, que desarrolló en 1834 un prototipo de vehículo de pequeña escala equipado con un motor eléctrico alimentado por una batería, que posteriormente patentaron en 1837. Al mismo tiempo, el inventor escocés Robert Anderson diseñó un carruaje dotado de dicho motor entre 1832 y 1839 en Escocia.

A principios del siglo XX, todo apuntaba a que el vehículo eléctrico sería el medio de transporte urbano por excelencia. De hecho, a nivel de rendimiento, éstos superaban a sus rivales, el vehículo de motor convencional actual y el de vapor. El vehículo eléctrico era relativamente fiable y comenzó instantáneamente, mientras que los vehículos de motor convencional en ese momento no eran tan fiables, desprendían gases y necesitaban ser accionados manualmente para arrancar. El otro competidor principal en el momento era el vehículo de la máquina de vapor. Éste necesitaba iluminación y la eficiencia térmica del motor era relativamente baja. Por entonces, se fabricaron cientos de vehículos eléctricos para su uso como automóviles, furgonetas, taxis, vehículos de reparto y autobuses.

Todo apuntaba a que el vehículo eléctrico sería un éxito. Sin embargo, el petróleo se abarató y estaba ampliamente disponible. Henry Ford desarrolló la cadena de montaje en serie, provocando una bajada de precios en los modelos de combustión, llegando así a la clase media que era el potencial público más amplio del momento. Además, en 1911 se inventó el arrancador automático para el motor convencional (1911, aunque patentado por Charles Kettering en 1912), principal inconveniente que tenía hasta entonces. Por todo esto, el vehículo de motor de combustión pasó a ser una opción más atractiva.

Los retos actuales, sin embargo, añaden valor al vehículo eléctrico al mostrarse como una alternativa de movilidad sostenible que el vehículo tradicional no puede ofrecer.

2.2 Tipos de vehículos eléctricos

Se puede distinguir entre los siguientes tipos de vehículos eléctricos:

- Vehículos eléctricos de batería (BEV): Funciona completamente con un motor eléctrico y batería. Debe ser conectado a un motor externo como fuente de electricidad para recargar su batería. Es el modelo básico de vehículo eléctrico. A diferencia de los otros tres tipos de vehículos en esta lista, el BEV no tiene ningún motor de combustión interna. Estos vehículos deben enchufarse a una fuente de energía para cargarse. Dependiendo del vehículo, tienen diferentes tiempos de carga y autonomía.
- Híbridos no enchufables (HEV) Combinan un motor de combustión interna con y uno o varios motores eléctricos. Además, sus baterías se auto-recargan. La ventaja de estos vehículos está principalmente en el ciclo urbano ya que pueden usar únicamente el motor eléctrico. Hoy en días son los modelos más comunes.

- Híbridos enchufables (PHEV) Usan un motor eléctrico y una batería, pero también tiene el apoyo de un motor de combustión interna que puede ser utilizado para recargar la batería del vehículo y/o para reemplazar el motor eléctrico cuando el nivel de batería es bajo. La principal diferencia 14 con losHEV es que pueden ser conectados a la red eléctrica para recargar su batería. Como resultado, los PHEV tienen mayor autonomía que el resto de vehículos eléctricos. Los PHEV funcionan con electricidad hasta alcanzar entre 10 y 50 km, a partir de ahí cambian a gasolina, aunque consumen menos combustible y producen menos emisiones que los vehículos similares de gasolina.
- Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV) Estos automóviles funcionan únicamente con la energía de sus baterías (como los BEV) hasta que la carga de la batería es baja. Entonces, y solo entonces, se enciende un motor de gasolina, no para alimentar las ruedas, sino solo para recargar la batería.

2.3 Despliegue infraestructura de puntos de recarga

2.3.1 Actualidad

A finales de 2019, a nivel nacional se contaba con una infraestructura pública que ascendía hasta los 7.607 puntos de recarga totales (ANFAC Informe Anual 2019), ubicándose 4.934 de estos puntos en zonas urbanas (64,9%) y los 2.673 restantes (35,1%) en entornos interurbanos. Atendiendo a su tipología, el 66,3% tenían una potencia inferior a los 22 kW, el 24,3% ofrecían potencias entre 22 kW y 40 kW, el 9,4% de los puntos de recarga públicos alcanzaban potencias superiores a los 40 kW. Dentro de estos últimos, solo el 2,2% superaba los 100 kW de potencia. En su conjunto, ofrecían una potencia instalada de 166,25 MW. Estos datos se resumen en la siguiente tabla:

Infraestructura de recarga pública 2019			
Tipo de recarga	Potencia	N.º PR	%
Lenta	7 kW	5.043	66,3%
Semirrápida	≤ 22 kW	1.849	24,3%
Rápida	≥ 40 kW	548	7,2%
Ultrarrápida	≥ 100 kW	167	2,2%

Tabla 1: Infraestructura recarga pública 2019

Actualmente, la mayoría de los puntos de recarga urbanos son de carga lenta, lo cual no es de extrañar, al tratarse de los puntos más habituales en el mercado por su sencillez y coste económico, ya que cualquier vehículo eléctrico la soporta. Solo en Andalucía, Cataluña y Madrid encontramos puntos de recarga ultrarrápida en sus núcleos urbanos, más propios de electrolineras de carretera que buscan la carga de los vehículos en el menor tiempo posible al contar con una mayor potencia (generalmente entre 100 kW y hasta 150 kW).

Comunidad Autónoma	< 22kW	≥ 22 kW	≥ 40 kW	≥ 100 kW
Andalucía	69%	22%	7%	3%
Aragón	78%	16%	6%	
Asturias	75%	14%	11%	
C. la Mancha	100%			
C. León	77%	18%	5%	
Cantabria	64%	31%	5%	
Cataluña	72%	20%	7%	1%
Ceuta y Melilla	92%	8%		
Com. Valenciana	61%	37%	2%	
Extremadura	100%			
Galicia	80%	20%		
Islas Baleares	76%	21%	2%	
Islas Canarias	68%	27%	5%	
La Rioja	67%	33%		
Madrid	61%	30%	8%	1%
Murcia	78%	20%	2%	
Navarra	85%	15%		
P. Vasco	76%	21%	4%	

Tabla 2: Puntos urbanos 2020 por potencia según datos ANFAC

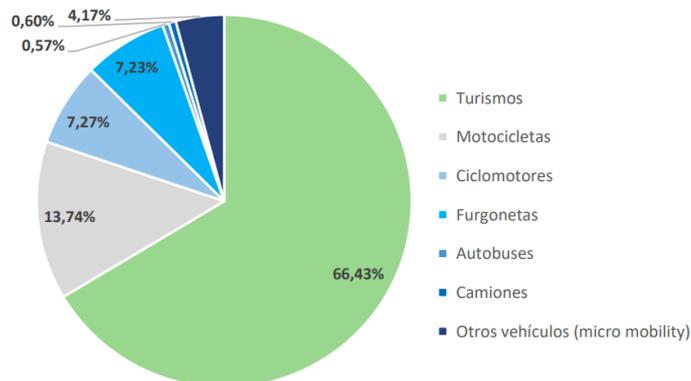
2.3.2 Objetivo 2030

Al encontrarnos en una etapa inicial de adopción de la movilidad eléctrica en el transporte por carretera, surge una pregunta clave: ¿cuál debe ser el despliegue de infraestructura de carga adecuado para cubrir las necesidades del parque de vehículos eléctricos a 2030?

Para resolver esta pregunta se ha acudido a un estudio realizado por Transport and Environment y ECODES sobre el despliegue necesario de infraestructura de recarga del vehículo eléctrico en España.

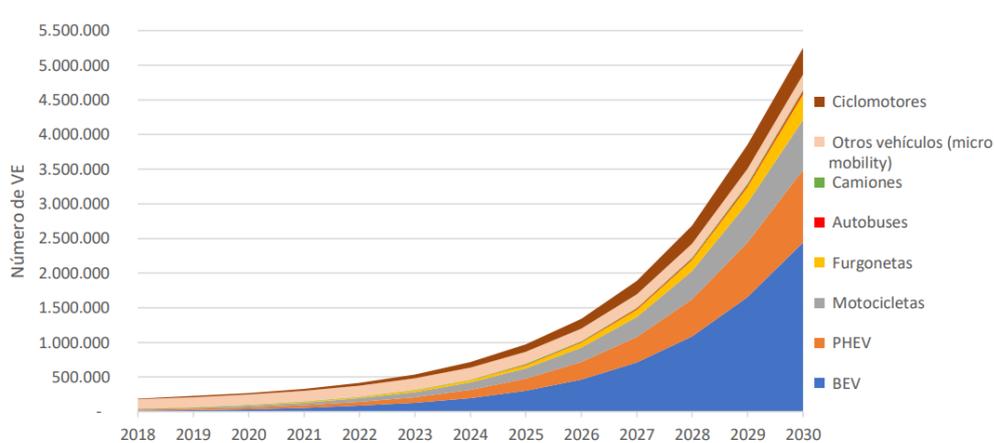
Lo primero que se aborda en este estudio es el cálculo del parque de vehículos eléctricos a 2030, de manera progresiva partiendo de los datos publicados que recogen las matriculaciones de finales de 2019. Para establecer los datos de la flota de vehículos eléctricos a 2030, se ha tomado como referencia el objetivo de los 5 millones de vehículos eléctricos definido por el PNIEC, aplica a turismos, motos, furgonetas/camiones ligeros y autobuses. Para completar el análisis, se ha añadido el cálculo de camiones electrificados y micro movilidad (bicicletas y patinetes eléctricos), no contemplados en el PNIEC.

De esta forma, el parque de vehículos eléctricos enchufables total estimado alcanzará los 5,25 millones de vehículos en 2030 en España, destacando la aportación de los turismos con alrededor de 3,5 millones, lo que supone alrededor del 65% del total



Gráfica 3: Distribución parque eléctrico 2030 en España

Evolución del parque eléctrico en España:



Gráfica 4: Evolución parque eléctrico España 2018-2030

Para resolver la cuestión planteada se han desarrollado dos escenarios en el primero de ellos, prevalece la carga lenta por encima de la carga rápida (tendencia actual) y, en el segundo escenario prevalece la carga rápida frente a la carga lenta (previsión tendencia futura).

Teniendo en cuenta las capacidades de las baterías, los km recorridos y el tiempo medio de recarga, se han planteado las siguientes soluciones para ambos escenarios:

Tabla resumen	Nº. PR	Potencia (MW)
Puntos de recarga públicos	289.130	4.147,40
Puntos de recarga públicos	3.003.233	19.235,80
Total	3.292.363	23.383,10

Tabla 3: Resultados escenario 1

Tabla resumen	Nº. PR	Potencia (MW)
Puntos de recarga públicos	222.901	5.372,50
Puntos de recarga públicos	3.003.233	19.235,80
Total	3.226.134	24.608,10

Tabla 4: Resultados escenario 2

Los puntos de recarga públicos se distribuyen en ambos escenarios de la siguiente manera:



Ilustración 4: Puntos urbanos e interurbanos

De manera resumida, podríamos decir que en España para 2030, sería necesario bajo un escenario objetivo asociado al PNIEC el desarrollo de infraestructura pública en el orden de 222.901 a 289.130 puntos de recarga públicos para poder cubrir de manera efectiva las necesidades de recarga, satisfaciendo las posibles tendencias de uso de los diferentes tipos de punto de recarga y el tipo de movilidad tanto diaria como anual en urbano como en interurbano.

2.4 El vínculo entre la infraestructura de recarga y la adopción del VE

España, según un estudio publicado por ANFAC, ha sido el país europeo con menor penetración del vehículo eléctrico en su parque automovilístico durante el 2019. Este estudio tiene en cuenta la evolución de la penetración de vehículos eléctricos puros e híbridos enchufables en la cuota de mercado y el nivel de desarrollo de las infraestructuras de recarga en nuestro país.

Es precisamente en este último factor, en el que España se ha visto especialmente penalizada debido a su escasez de puntos de recarga rápidos y ultrarrápidos.

Es evidente que el despliegue de infraestructura de recarga es un punto crítico para el incremento del parque de vehículos eléctricos en España y que el incremento de la oferta de cargadores públicos fomentará la adopción del vehículo eléctrico por parte de los consumidores.

Una encuesta realizada por ANFAC en 2018 indica que el 57% de los consumidores españoles comparten que el principal obstáculo para decantarse por la compra de un vehículo eléctrico es su percepción de falta de autonomía. Esto contrasta totalmente con el hecho de que el rango de autonomía de un coche eléctrico es suficiente para cubrir el 95% de los desplazamientos que se realizan en España, tanto en áreas urbanas como interurbanas. Y, aunque actualmente la disponibilidad de infraestructura de recarga es escasa en España, el proceso de densificación de puntos de carga en zonas urbanas es una realidad, y los distintos proyectos para aumentar la oferta de electrolineras en las autopistas y autovías será un factor clave para fomentar el cambio de perspectiva del consumidor y hacer desaparecer el miedo a la falta de autonomía fuera de las áreas urbanas.

Otro aspecto clave de los últimos años ha sido la escasa oferta de vehículos eléctricos por parte de los fabricantes. Las imposiciones desde Europa en lo referido a las emisiones durante la propulsión han hecho que la gama de vehículos eléctricos puros y enchufables ofertados crezca radicalmente, así como sus prestaciones, lo que debería impulsar las ventas de estos modelos entre los ciudadanos españoles. En relación con lo anterior, existe otra gran barrera que lastra la electrificación del transporte por carretera: la inversión inicial en un vehículo eléctrico.

La compra de un vehículo de este tipo supone de media un desembolso inicial un 60% más elevado que el de un vehículo de combustión interna, aunque para su impulso el comprador perciba ayudas públicas y las consiguientes ventajas fiscales, principalmente en el caso de los vehículos eléctricos puros. Además, hay que añadir en muchas ocasiones, el coste extra que supone adquirir un cargador y su instalación en caso de poder disponer de un punto de recarga en el domicilio. Pero si atendemos al Coste Total de Propiedad (CTO), para vehículos que realizan más de 20.000 km anuales, vemos que puede conllevar un ahorro anual de entre 2.000 € y 4.000 €, dependiendo del uso que se haga del vehículo, llegando hasta los 20.000 € en un plazo de ocho años, que es cuando se sitúa la vida útil de un vehículo electrificado.

Este ahorro deriva de unos costes de mantenimiento significativamente más baratos que en los vehículos de combustión y del coste de recarga, que siempre se mantendrá por debajo que el del diésel o la gasolina. Además, ese ahorro será incluso mayor cuando el precio de adquisición del vehículo eléctrico vaya reduciéndose año a año y termine por equipararse al precio del vehículo de combustión. Por lo tanto, la transición hacia la movilidad eléctrica no se basa únicamente en el desarrollo de la infraestructura, sino que todos los participantes del sector deben remar en la misma dirección para solventar todas las barreras que impiden el impulso del vehículo eléctrico.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Una vez entendido el contexto y la importancia de la instalación de nuevos puntos de recarga en España, en los siguientes puntos se realizará el dimensionamiento de la instalación y la simulación en Codesys.

En este apartado se explica la ubicación de la estación de recarga desarrollada en el proyecto, indicando el emplazamiento y justificación.

3.1 Descripción del emplazamiento

3.1.1 Ubicación

Las instalaciones objeto de este proyecto están situadas en el aparcamiento para usuarios de las instalaciones deportivas La Cartuja ubicadas en Zona Isla de la Cartuja, 22, 41970 Santiponce, Sevilla.

La instalación de recarga es propiedad de las instalaciones deportivas La cartuja y su uso es público.



Ilustración 5: Ubicación instalación 1



Ilustración 6: Ubicación instalación 2

3.1.2 Justificación del emplazamiento

Se trata de un parking utilizado principalmente por los usuarios de las instalaciones deportivas La Cartuja. Se ha elegido este emplazamiento por los siguientes motivos:

- Se trata de una instalación con concurrencia diaria constante ya que las instalaciones abren todos los días, esto nos permite asegurar que el punto de recarga tendrá usuarios diariamente.
- Las instalaciones deportivas La Cartuja ofrecen actividades dirigidas hacia público muy diverso: desde campamento de verano de niños, clases de golf, pistas de pádel, entrenamiento personal, etc. Esto supone que los usuarios que visiten las instalaciones diariamente tendrán un perfil económico diverso y accederán con vehículos de diferentes rangos, este punto es importante a la hora de dimensionar la simulación de llegada de coches.
- La ubicación es estratégica ya que el cliente objetivo no es solo aquel que practique deporte en La Cartuja sino también para las personas que toman diariamente esta ruta para acceder a sus trabajos presenciales ubicados en la isla de La Cartuja, que se encuentra a pocos minutos de dicha ubicación.
- El lugar elegido se encuentra a escasos metros del estadio olímpico La Cartuja el cual presencia eventos de alta magnitud de personas que acceden en coche al emplazamiento.
- Sin contar el autobús, no hay otro medio de transporte que comunique esta zona con el resto de Sevilla o pueblos cercanos.
- Actualmente, no hay puntos de recarga para coches eléctrico en este parking.

A continuación, se explican las características principales de la instalación, los elementos que la componen y la solución óptima escogida.

3.2 Programa de necesidades

La ejecución de las instalaciones, se justifican por un nuevo suministro de 50 kW debido a la implantación de un nuevo punto de recarga para dos vehículos eléctricos con una potencia asignada máxima de 50 kW. El motivo de no contratar una potencia mayor se debe a que sería necesario instalar un centro de transformación cerca del recinto de los puntos de recarga.

Por lo tanto, se parte de los datos de la tensión nominal de la instalación eléctrica de 400V/230V trifásica suministrada en baja tensión por parte de la empresa suministradora SEVILLA SUMINISTROS S.L.

3.3 Previsión de cargas

NUEVO SUMINISTRO			
Descripción	Ud.	Pot. Unitaria	Potencia total
Estación de Recarga de Vehículo Eléctrico	1	50kW	50kW

Tabla 5: Previsión carga instalación

3.4 Solución adoptada

3.4.1 Elementos principales de la instalación adoptada

A continuación, se explica los elementos principales de la instalación:

- Caja general de protección y armario de medida: contiene en un solo elemento la caja general de protección y el conjunto de la medida. Está destinada a alojar los contadores para la medida en baja tensión. En este caso los contadores serán de medida directa. Se ubican en hornacinas de hormigón donde se protegen y aíslan.



Ilustración 7: Caja general de protección y armario de medida

- Cuadro de Mando y Protección de vehículo eléctrico: se trata del conjunto de aparatos colocados en la instalación, dentro del lugar del suministro, con el fin de proteger al cliente de cualquier anomalía que se produzca en dicha instalación. Está compuesto del interruptor diferencial y de los interruptores

automáticos.



Ilustración 8: Cuadro de mando y protección vehículo eléctrico

- **Batería de almacenamiento:** esta instalación cuenta con una batería de almacenamiento de 140kWh, se trata del modelo ChargeBox Booster comercializado por la empresa Adstec. El sistema está diseñado para conectarse a la red eléctrica común, donde inicialmente se carga lentamente y a baja potencia, igual que un banco de energía. La energía almacenada se suministra a los vehículos eléctricos a demanda, de forma ultrarrápida y con hasta 320 kilovatios. Sus principales características son:
 - Diseñado para todos los niveles de voltaje de las redes de tracción a bordo: ambos compatibles con los vehículos eléctricos existentes desde 150 V, así como a futuro para los próximos vehículos hasta 920 V
 - Electrónica de potencia integrada, aire acondicionado, unidad de gestión de la energía, seguridad/cortafuegos y unidad de comunicación mediante comunicaciones móviles o Ethernet
 - Conexión directa de CA a la red de distribución a nivel de 400 V • OCPP (Open Charge Point Protocol)



Ilustración 9: Batería almacenamiento

La idea de integrar una batería de almacenamiento en la instalación es ofrecer a los usuarios una carga más rápida de los vehículos permitiendo cargar el coche a una potencia tres veces superior a la potencia de red. En el caso de este proyecto, la batería abastece a dos surtidores por lo tanto cada uno ofrece una potencia máxima de 160kW. El esquema de funcionamiento, sin tener en cuenta los dos surtidores, es el siguiente:



Ilustración 10: Esquema funcionamiento batería

- Estación de carga rápida para vehículos eléctrico: esta instalación cuenta con dos dispensadores del modelo HPC-Dispenser, permite suministrar hasta 160 kWh, por ello se tratan de puntos de carga rápida. Sus principales características son:
 - Hasta 160 kW de potencia de carga por dispensador
 - Carga con reducción de ruido: óptima también para zonas residenciales
 - Las posiciones de los enchufes de carga son perfectamente accesibles debido al alto punto de suspensión del cable
 - Cable de carga enfriado por líquido
 - Por defecto con el enchufe tipo CCS2
 - Pantalla táctil HD de 10 pulgadas integrada como interfaz de usuario



Ilustración 11: Punto de recarga con batería

3.4.2 Descripción general de la instalación

La instalación interior comenzará en el CGP y Armario de medida, que irán alojados en su correspondientes envolvente según plano y armario de exterior de obra civil, sobre pedestal de hormigón. Desde el armario de medida partirá el circuito de derivación individual para alimentar el Cuadro de Maniobra y Protección (CMP) ubicado junto a la CGP. Seguidamente, desde CMP partirá la línea de suministro de la Estación de Recarga que abastecerá a la batería de almacenamiento.

3.5 Esquema general de la instalación

En resumen, podemos concluir que los elementos principales de la instalación son:

- Caja General de Protección y Armario de Medida (CGPM)
- Tendido de línea subterránea de BT
- Canalizaciones
- Cuadro de Mando y Protección (CMP)
- Batería de almacenamiento (ChargeBox Booster)
- Puntos de Recarga (HPC-Dispenser)



Ilustración 12: Esquema general instalación

3.6 Planificación de la obra

ACTIVIDADES	1ª SEMANA	2ª - 3ª SEMANA	4ª SEMANA
Suministro de materiales, señalización de la zona de trabajo.			
Realización de la canalización y reposición del pavimento. Realización de arqueta. Ejecución de pedestales de Armarios y anclajes de Estaciones de Recarga			
Realización de obra eléctrica (tendido de línea subterránea, conexiones, instalación de CGP, Armario de Medida, ejecución de canalización interior, CMP, Punto Recarga, tendidos eléctricos interiores)			
Retirada de materiales, vallas, etc., y limpieza de la zona de trabajo.			

Ilustración 13: Planificación obra

4 TRABAJOS ELÉCTRICOS

El objeto de esta parte del proyecto es definir la instalación eléctrica para una estación de carga de vehículos eléctricos, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) e Instrucciones técnicas complementarias y demás normativa vigente de aplicación.

4.1 Línea de acometida y caja general de protección y armario de medida

Desde el centro de transformación de la compañía distribuidora, instalará la línea de acometida hasta el armario de protección y medida (CGPM), canalizada en zanja. Tanto esta zanja, así como la línea de acometida no forman parte del alcance de este proyecto, sino que son por cuenta de la compañía distribuidora.

Este Armario de Protección y Medida Indirecta, de medidas 1520mm (ancho) x 665mm (alto) x 185mm (fondo) incorporará la caja general de protección (CGP), con fusibles tipo BUC de 160 A y el equipo de medida directa (EMI).

El armario general de protección y medida directa de compañía se instalará en el interior de una hornacina de obra, revestida con ladrillo y raseada, con puerta metálica y cerradura homologada, accesible desde dominio público.

4.2 Línea de derivación individual

Se tenderá una línea de derivación desde el armario de protección y medida hasta el cuadro de mando y protecciones de instalaciones (CMP).

Esta línea tendrá una longitud de 4 metros, se realizará por medio de conductores aislados tipo RZ1-K 0,6/1 KV 3x(1x95 mm² Cu) + 1x(1x95 mm² Cu).

4.3 Cuadro general de mando y protección (CGBT)

El módulo del cuadro de mando y protecciones de cliente será de medidas aproximadas de 810mm (ancho) x 1300mm (alto) x 345mm (fondo) y se instalará en el interior de una hornacina, revestida con ladrillo y raseada, con puerta metálica y cerradura accesible.

En su interior se ubicará la aparamenta eléctrica de mando y protección y contará con un interruptor general automático (IGA) de 100 A electrónico.

Para el circuito de alimentación del equipo de almacenaje y conversión HPC Booster se instalará un magnetotérmico tetrapolar de 100 A y como protección diferencial un diferencial tetrapolar de 100 A Clase A regulable, de sensibilidad 300 mA

Se incluye una protección contra sobretensiones transitorias y permanentes tipo 2.



Ilustración 14: Ubicación CGPM y CMP

4.4 Línea de alimentación del CGBT a la batería

Desde el cuadro de mando y de protección de cliente se tenderá una línea eléctrica que discurrirá bajo tubo corrugado PEAD Ø 160 mm embebido en interior de hornacina de obra hasta canalización subterránea, para dar suministro eléctrico al equipo de almacenamiento y conversión HPC Booster.

Esta línea tendrá una longitud aproximada de 17 metros. Se ejecutará por medio de conductores aislados tipo RZ1-K(AS) 0,6/1 kV 3x(1x70 mm² Cu) + 1x(1x70 mm² Cu).

4.5 Línea de alimentación a dispensadores

Desde el equipo de almacenaje y conversión se tenderán dos líneas eléctricas en corriente continua que discurrirán bajo tubo corrugado PEAD Ø 200 mm por canalización subterránea, para dar suministro eléctrico a cada uno de los dispensadores instalados.

Estas líneas tendrán una longitud aproximada de 4 y 6 metros hasta cada dispensador. Para la alimentación de potencia en DC se ejecutará por medio de conductores aislados tipo RZ1-K(AS) 0,6/1 kV 2x(1x240 mm² Cu).

4.6 Nivel de iluminación

Se debe garantizar el nivel de iluminancia horizontal mínima a nivel del suelo de 20 lux para exterior, en la zona donde esté prevista la realización de la recarga durante las operaciones para el inicio y terminación de la recarga. Las instalaciones cuentan con iluminación suficiente, se considerará el horario de funcionamiento del punto de recarga para activar la luminaria necesaria.

4.7 Empalmes y conexiones

No se permitirán empalmes en la derivación individual ni en las líneas de alimentación. Estas líneas serán de sección uniforme.

4.8 Esquema unifilar

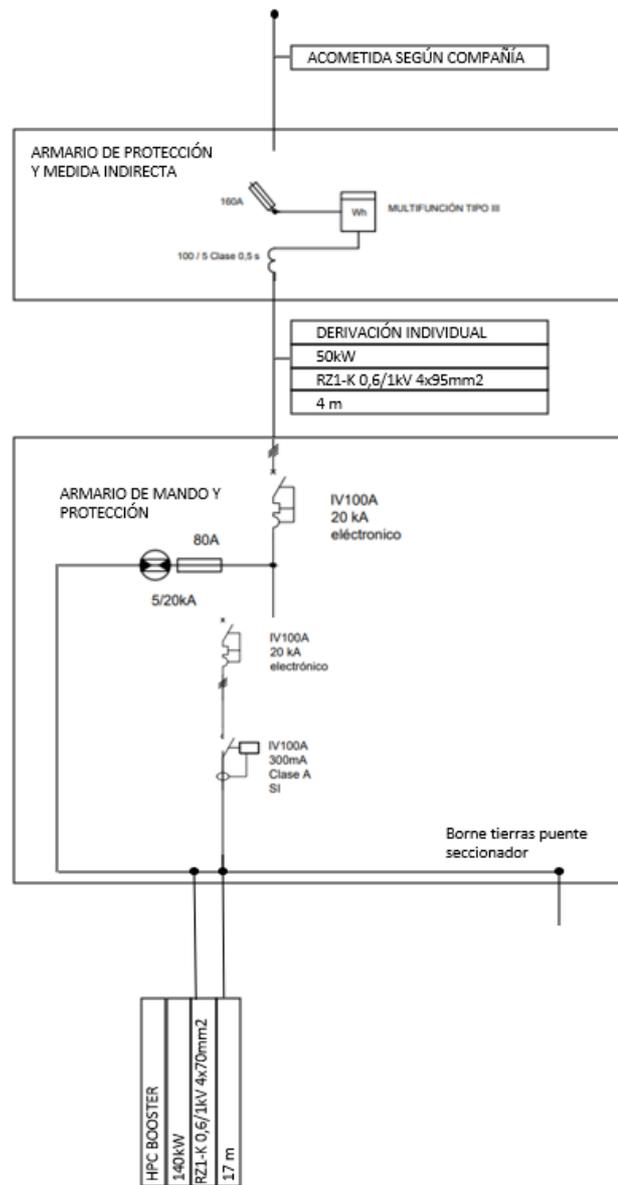


Ilustración 15: Esquema unifilar

5 TRABAJOS DE OBRA CIVIL

A continuación, se contemplan todos los trabajos de obra civil necesarios para la instalación de los elementos de la instalación, y que comprende, además, todos los trabajos a realizar en replanteo, corte y rotura de pavimento existente, excavación de zanjas para canalizaciones, colocación de tubos, relleno de zanjas según proyecto, reposición de pavimentos, arquetas, cimentaciones, armarios, cargador, etc.

5.1 Hornacina para cuadro de protección y medida

Se instalará un armario prefabricado o se realizará una hornacina de obra revestida con ladrillo y raseada, con IP 55, IK 10 (grado de protección de la instalación), con puerta metálica y cerradura homologada. Esta hornacina o armario tendrá unas dimensiones aproximadas: 1800mm (alto) x 1800mm (ancho) x 400mm (fondo). Se instalará empotrada en muro y con la abertura hacia dominio público. En el interior de este armario se instalará la Caja General de Protección y el equipo de medida indirecta.

En obra, en interior de la hornacina se instalarán pasamuros o dos tubos corrugados diámetro 160 mm para la salida de los cables para la alimentación del cuadro de mando y protección, así como dos tubos de 160 mm para la entrada de los cables al interior del armario de protección y medida.

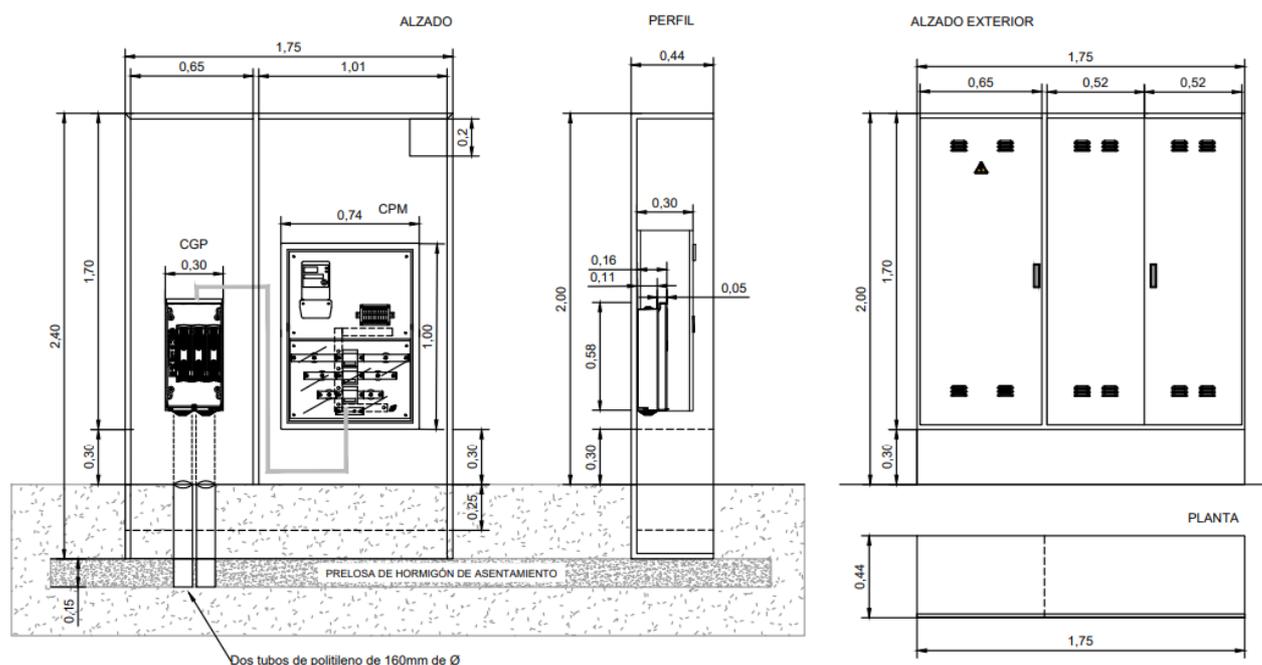


Ilustración 16: Medidas hornacina cuadro de protección y medida

5.2 Hornacina para cuadro general de mando y protección (CGBT)

Se instalará un armario prefabricado o se realizará una hornacina de obra revestida con ladrillo y raseada, con IP 55, IK 10, con puerta y cerradura homologada. Esta hornacina o armario tendrá unas dimensiones aproximadas: 1300mm (alto) x 810mm (ancho) x 345mm (fondo).

En el interior de este armario se instalará el módulo del cuadro mando y protecciones de la instalación.

En obra, en interior de la hornacina se instalarán un tubo corrugado de diámetro 160 mm, para la salida de los cables para la alimentación del booster (almacenamiento), así como tubos de 160 mm para la entrada de los cables al interior del armario de protección y medida.

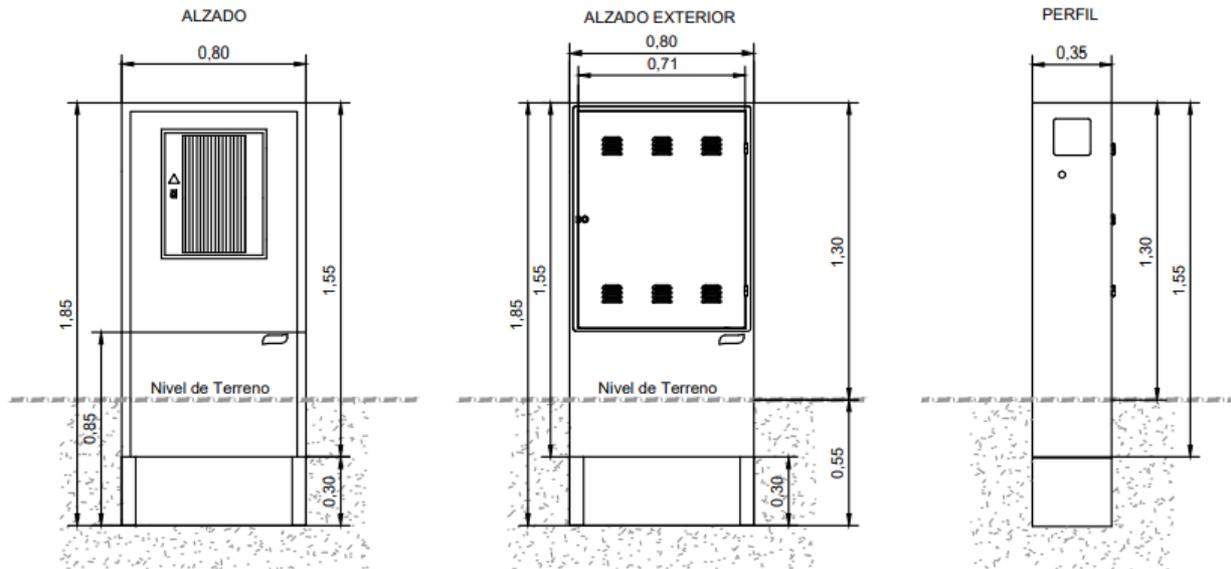


Ilustración 17: Medidas cuadro de protección vehículo eléctrico

5.3 Zanjas y arquetas

Se proyecta una canalización subterránea en pavimento existente que parte desde el armario de protección y medida y que consta de los siguientes tramos:

- Tramos 1: en un primer tramo, desde el CGPM hasta la CMP, la canalización la conforma un prisma de 2 tubos de corrugado PEAD de \varnothing 160 mm
- Tramos 2 y 3: estos tramos conectan la CMP con la batería y están unidos por una arqueta. Desde la CMP hasta el equipo HPC Booster, la canalización la conforma un prisma de 2 tubos de corrugado PEAD de \varnothing 160 mm más 1 tubo corrugado PEAD de \varnothing 63.
- Tramo 3: en este último tramo desde el HPC Booster hasta los dispensadores, la canalización la conforma un prisma de 4 tubos de corrugado PEAD de \varnothing 160 mm más 2 tubo corrugado PEAD de \varnothing 63.

Los tubos se situarán en el interior de una capa de hormigón de 30 cm. A continuación, se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%. A unos 15 cm del pavimento, como mínimo y a 30 cm como máximo, quedando como mínimo a 10 cm por encima del tubo, se situará la cinta de señalización de acuerdo con la Norma UNE 48103. Además, se utilizará una arqueta de registro de 40 x 40 cm y tapa de fundición.



Ilustración 18: Tramos zanjas

5.4 Bancada equipo de almacenaje y conversión

El equipo de almacenaje y conversión se instalará sobre un basamento de dimensiones 166 cm x 148 cm y altura de 40 cm, con un espacio para entrada de cables y conductos en la zona de conexión de circuitos. Dicha bancada estará situada en una cota -0,60m (aprox.) respecto a la cota de calle, garantizando en todo caso la apertura de la puerta inferior de servicio, quedando su parte inferior en la misma cota del pavimento superficial.

El fondo de dicho basamento será nivelado y compactado para soportar la carga de la estación de almacenaje y conversión. El equipo de almacenaje y conversión se ubicará sobre dicha bancada, en una excavación de medidas 250 cm x 280 cm y altura de 60 cm y su relleno se realizará con grava, dejando alrededor del equipo un acabado superficial acorde con el entorno.

La estación de almacenaje y conversión se colocará sobre una lámina de protección. En todo caso la parte soterrada de la estación de almacenaje y conversión estará protegida del material de relleno mediante una lámina protectora desmontable.

5.5 Bancada estaciones de recarga

Las estaciones de recarga se instalarán sobre un basamento prefabricado de dimensiones 38 cm x 49 cm y altura de 100 cm.

6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En este apartado se explicará el dimensionamiento del cableado de la instalación.

Los conductores o cables eléctricos en las instalaciones deben de cumplir dos reglas o condiciones que serán las que determinarán su sección:

- Condición de la Máxima Caída de Tensión: No sobrepasar el valor máximo permitido de caída de tensión entre el inicio de la instalación y el punto más alejado.
- Condición Térmica: No sobrepasar la intensidad máxima admisible que puede soportar el conductor para que el aislante del conductor no se caliente en exceso y pueda deteriorarse o incluso quemarse.

Ambos valores vienen especificados en el REBT.

6.1 Previsión de potencia

En el Cuadro de Mando y Protección se instalará una protección magneto térmica de 100 A de tipo electrónico. Se dimensionará la línea para la potencia máxima admisible establecida por la protección instalada, que en este caso se corresponde a 50 kW

6.2 Derivación individual

Se calcula la intensidad nominal de la derivación individual desde la CGPM al cuadro de mando y protecciones (CMP) mediante la fórmula trifásica:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * E * \cos(\varphi)}$$

Siendo:

I_n = Intensidad nominal en amperios

P = Potencia en vatios (50.000 W)

E = Tensión nominal en voltios (400 V)

$\cos(\varphi) = 1$

Obtenemos un valor de intensidad nominal de 72,17 A.

Se calcula la caída de tensión para la línea teniendo en cuenta la potencia máxima de la instalación y una sección del conductor de tal forma que la caída de tensión sea inferior al 1,50 % según indica la ITC-BT-15.

Al tratarse de un suministro trifásico calcularemos la sección de la línea de tensión mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{P * L}{K * S * U}$$

Siendo:

P = Potencia en vatios (50.000 W)

E = Tensión nominal en voltios (400 V)

S = Sección del conductor en mm²

L = Longitud del tramo en metros (4 m)

K = Coeficiente de conductividad (45,49 m/mm² para el cobre a 90°C)

U = Caída de tensión máxima en voltios (6 V)

Con la fórmula descrita anteriormente para una sección del conductor de 1,374 mm² Cu. Según se indica en la Tabla N.º C-52-1 bis de la UNE-HD 60.364-5-52, la intensidad máxima admisible para una sección de 95 mm² tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV es de 202 A. La caída de tensión de la línea desde el armario de protección y medida indirecta hasta el cuadro de mando y protección, utilizando una sección de 95 mm² tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV será de 0,1156 V, que es inferior al 1,5% tal y cómo se indica en la ITC-BT-15.

Cálculo de la sección por criterio térmico: Por criterio térmico, según Tabla N.º C-52-2 bis de la UNE-HD 60.364-5-52 la sección de 3x95 mm² soporta una I_{max}=202 A > 72,13 A y superior a la intensidad de la protección magnetotérmica de 100A; por tanto, es válida por este criterio.

6.3 Cálculo derivación CMP al equipo de almacenamiento y conversión Booster

La intensidad máxima de alimentación al HPC Booster será de 72,17A. Por lo tanto, se decide instalar en el cuadro general como protección térmica un interruptor magnetotérmico tetrapolar de 100 A, y como protección diferencial se instalará un diferencial tetrapolar de 100 A Clase A, regulable.

Se dimensionará la línea para la potencia máxima admisible establecida por la protección del equipo de almacenaje y conversión, que en este caso se corresponde a 50 kW.

Se calcula la caída de tensión para la línea teniendo en cuenta la potencia máxima de la instalación y una sección del conductor de tal forma que la caída de tensión sea inferior al 5 % según indica la ITC-BT-19 y la ITC-BT-52.

Al tratarse de un suministro trifásico calcularemos la caída de tensión mediante la siguiente fórmula:

$$E = (P * L) / (K * S * U)$$

Siendo:

P = Potencia en vatios (50.000 W)

E = Tensión nominal en voltios (400 V)

S = Sección del conductor en mm²

L = Longitud del tramo en metros (17 m)

K = Coeficiente de conductividad (45,49 m/mm² para el cobre a 90°C)

U = Caída de tensión máxima en voltios (20 V)

Con la fórmula descrita anteriormente para una sección del conductor de 2,33 mm² Cu. La caída de tensión de la línea desde el cuadro de protecciones de la instalación hasta el equipo de almacenaje y conversión, utilizando una sección de 70 mm² tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV Cu, será de 0,66 V lo que supone una caída acumulada de 0,7829 V que es inferior al 5% tal y cómo se indica en la ITC-BT-19 y la ITC-BT-52.

Cálculo por criterio térmico: Para el cálculo de la intensidad nos basamos en la norma UNE-HD 60.364-5-52. Según se indica en la Tabla N.º C-52-2 bis de la norma citada, la intensidad máxima admisible para una sección de 4x70 mm² Cu es de 170 A. Si consideramos la instalación tipo D1/D2, aplicando un factor de corrección de 0,7 (tabla B.52.19 de la norma) por la existencia de 1 canalizaciones con 3 circuitos unipolares, el resultado final es de 119 A superior a la intensidad nominal del equipo de almacenaje y conversión (72,13 A) y la protección a instalar (100A). Se adoptará la sección de 70 mm² CU tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV para los circuitos de alimentación del equipo de almacenaje y conversión.

6.4 Cálculo línea alimentación a dispensadores

Desde el equipo de almacenamiento y conversión se realizarán ambas líneas de alimentación en DC a los dispensadores, esta información se ha extraído de la ficha técnica adjunta como anexo. Se dimensionará la línea para la potencia máxima de los dispensadores, que es de 160kW.

Se calcula la caída de tensión para la línea teniendo en cuenta la potencia máxima de la instalación y una sección del conductor de tal forma que la caída de tensión sea inferior al 5 % según indica la ITC-BT-19 y la ITC-BT-52.

Al tratarse de un suministro en corriente continua DC calcularemos la caída de tensión mediante la siguiente fórmula:

$$e = 2 * I * p * \frac{L}{S}$$

Siendo:

I = Intensidad máxima de la instalación. (400 A)

S = Sección del conductor en mm²

L = Longitud de los tramos en metros (4 y 6 m)

p = Resistividad del cable (·mm²·m-1). Rho. (Para cobre, 0.0172)

e = Caída de tensión en voltios.

La caída de tensión de la línea desde el equipo de almacenaje y conversión hasta los dispensadores, utilizando una sección de 240 mm² tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV Cu, será de 0,2293 V y 0,4 V, que representa una caída acumulada de 1,0122 V y 1,1829 V inferior al 5%.

Cálculo por criterio térmico: Para el cálculo de la intensidad nos basamos en la norma UNE-HD 60.364-5-52. Según se indica en la Tabla N° C-52-2 bis de la norma citada, la intensidad máxima admisible para una sección de 1x240 mm² Cu, el resultado final es de 402 A, superior a la intensidad nominal del dispensador de 400 A. Se adoptará la sección de 1x2x240 mm² CU tipo RZ1-K AS 0,6/1 KV para los circuitos de alimentación de los dispensadores.

7 INVERSIÓN INICIAL

En este apartado se desglosarán los gastos asociados a la inversión inicial realizada para el desarrollo de la instalación.

Se desglosarán los gastos por: almacenamiento, dispensadores, canalizaciones y baja tensión. Este apartado servirá como referencia para apartados posteriores, ya que permite el cálculo del payback o retorno de la inversión realizada.

7.1 Almacenamiento

El precio unitario de la batería de almacenamiento asciende a 40.000 € siendo este gasto el de mayor peso en toda la instalación.

ALMACENAMIENTO			
N.º de baterías	Capacidad almacenamiento (kWh)	Potencia simultánea (kW)	Coste total
1	140	160	40.000,00 €

Tabla 6: Coste unitario batería

7.2 Dispensadores

El precio unitario de los cargadores (dispensadores) asciende a 10.000 € siendo el gasto total de 20.000 € al contar la instalación con dos unidades.

CARGADORES		
N.º de cargadores	Potencia unitaria cargador (kW)	Coste total
2	160	20.000,00 €

Tabla 7: Costes cargadores

7.3 Canalizaciones

Estas partidas incluyen el coste de operarios y maquinarias necesarias para realizar la zanja y realizar el tendido de tubo de polietileno que alberga el cableado de la instalación. El gasto asciende a 2695,92 euros.

PARTIDA		Unidades	DENOMINACIÓN	Material por unidad	Mano de Obra por unidad	Precio unitario	
	CASO 1						CASO 1
00001	27	m	M. ZANJA EN TIERRA O SEMI-ROCA (0,40X0,80 M.) Descripción: Metro lineal de apertura de zanja normalizada en tierra o semi-roca de dimensiones 0,4x0,8 metros. Incluye la apertura, tapado y compactado de zanja en el tipo de terreno y con las dimensiones indicadas con material de aportación adecuado para conseguir un próctor modificado mínimo del 95%. Incluye el achique de agua cuando sea necesario. Incluye también el transporte de todos los sobrantes a vertedero autorizado y el pago de las correspondientes tasas. Pago por metro lineal de zanja	0,00 €	43,80 €	43,80 €	1.182,71 €
00030	10,8	m2	M2 ROT.Y REPOS.CALZADA: Hormigón. Descripción: Metro cuadrado de rotura y reposición de calzada de hormigón y firme a realizar. Incluye la rotura del pavimento, firme, el acopio, suministro y reposición del nuevo pavimento y el transporte de todos los sobrantes a vertedero, incluyendo el pago de las correspondientes tasas. Pago por m2	55,13 €	23,66 €	78,80 €	850,99 €
00035	2,16	m3	M3 HORMIGON EN MASA RC 200 KG/CM2 Descripción: Metro cúbico de hormigón en masa de RC 200 KG/CM2. Incluye el suministro, vibrado, vertido y extendido del hormigón. Pago por m3	98,73 €	42,31 €	141,04 €	304,65 €
00047	31	m	M. CANALIZACION CON 2 TUBOS P. ROJO HASTA 250 MM. EN TIERRA O ARENA Descripción: Metro lineal de canalización con dos tubos rojos hasta 250mm en tierra o arena. Incluye el suministro, acopio y transporte de materiales, el suministro, vertido y compactación de la arena y la colocación y el ensamblaje del tubo dejando una guía de nylon en su interior. Incluye también la colocación de la cinta de señalización de cables subterráneos. Pago por metro lineal	5,49 €	4,19 €	9,68 €	300,21 €
00057	27		TUBO CURVABLE EN ROLLO DE POLIETILENO DE DOBLE PARED, CURVABLE, DE <90 MM DE DIÁMETRO (Ø). Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de <90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal. Incluye montaje y sellado del mismo en la zanja a la que se asocie por construcción	1,28 €	0,85 €	2,13 €	57,38 €
							CASO 2
							2.695,92 €

Tabla 8: Coste canalizaciones

7.4 Baja tensión

Estas partidas incluyen el coste de operarios y maquinarias necesarias para realizar la obra civil y realizar el tendido de cable de la instalación. El gasto asciende a 10.300,25 euros.

PARTIDA		Unidades	DENOMINACIÓN	Precio unitario	Total por casuística
	CASO 1				CASO 1
00004	1	ud	Elaboración y firma del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión (CIEBT)	127,50 €	127,50 €
			OBRA CIVIL BT		
00010	1	ud	Arqueta de registro de 40 x 40 cm y tapa de fundición. Incluida suministro, excavación, relleno, remates y transporte de tierras sobrantes a vertedero.	212,50 €	212,50 €
00013	1	ud	Bancada de hormigón para punto de recarga/bloque de potencia, con dimensiones 2 m x 1,50 m y altura 40 cm, refuerzo de varilla, con tubo corrugado en el centro de la base, con reposición de pavimento/acera en la que se realice si fuera necesario.	272,00 €	272,00 €
00014	2	ud	Bancada de hormigón para punto de recarga/bloque de potencia, con dimensiones 0,5 m x 0,5 m y altura 100 cm, refuerzo de varilla, con tubo corrugado en el centro de la base, con reposición de pavimento/acera en la que se realice si fuera necesario.	238,00 €	476,00 €
00021	1	ud	Hornacina de ladrillo y raseado totalmente terminado, incluyendo su bancada, para alojamiento de la Caja de Protección y Medida DIRECTA, con puerta metálica frontal y cerradura. Incluido accesorios y tubo corrugado para entrada/salida de cables.	637,50 €	637,50 €
00022	1	ud	Hornacina de ladrillo y raseado totalmente terminado, incluyendo su bancada, para alojamiento del Cuadro General de Mando y Protección de los puntos de recarga, con puerta metálica frontal y cerradura. Incluido accesorios y tubo corrugado para entrada/salida de cables.	510,00 €	510,00 €
00023	1	ud	Pintado de hornacina	127,50 €	127,50 €
00027	8	ud	Bolardo de protección de hierro/acero zincado anclado mecánicamente a terreno, para protección del punto de recarga	140,25 €	1.122,00 €
00029	2	ud	Pintado con pintura antideslizante de toda la plaza de aparcamiento para vehículo eléctrico de 5 m x 2,5 m en verde, incluyendo los bordes exteriores y el logo de vehículo eléctrico	255,00 €	510,00 €
00040					
00041			INSTALACION ELECTRICA		
00044	1	Ud	Caja de protección y medida DIRECTA en Baja Tensión, USO INTEMPERIE y colocada en hornacina, para suministro trifásico 400/230V. Deberá cumplir con lo exigido por la empresa Distribuidora eléctrica de esa zona. Incluye módulo de medida para contador-registrador electrónico multifunción, 3 bases portafusible BUC seccionable en carga, fusibles y base de neutro seccionable. Totalmente terminado.	552,50 €	552,50 €
00053	1	Ud	Cuadro de protecciones de 96 módulos (superficie) con puerta y cerradura, rotulada.	382,50 €	382,50 €
			GAMA DE PROTECCIONES ELECTRICAS: HAGER, ABB, MERLINGERIN(SCHNEIDER),LEGRAND, CIRCUTOR, EATON MOELLER O SIMILAR		
00061	2	Ud	Interruptor general automático magnetotérmico 4P 100A curva C IV* Se incluye suministro, componentes , instalación y conexionado	255,00 €	510,00 €
00084	1	Ud	Diferencial 100A / 300 mA clase A IV selectivo Suministro e instalacion	510,00 €	510,00 €
00103	1	Ud	Protección contra sobretensiones permanentes y transitorias Tipo 2 con dispositivo de disparo sobre IGA del cuadro Suministro e instalacion	297,50 €	297,50 €

Tabla 9: Coste obra civil y protecciones

			CONDUCTORES UNIPOLARES 0,6/1KV TIPO RZ1-K (AS)		
00119	20 m		Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RZ1-K (AS), unipolar, de sección 1 x 240 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas con baja emisión humos, colocado en tubo, canal, bandeja o enterrado	24,65 €	493,00 €
			CONDUCTORES UNIPOLARES O MANGUERAS PARA INSTALACIONES 0,6/1KV TIPO RZ1-K (AS) POR CANALIZACION EXISTENTE		
00134	17 m		Línea alimentación subterránea con cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 70 mm2 (3F+N+T) CU libre de halógenos, por canalización existente	46,75 €	794,75 €
00136	4 m		Línea alimentación subterránea con cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 95 mm2 (3F+N+T) CU libre de halógenos, por canalización existente	59,50 €	238,00 €
			LINEAS DE COMUNICACIONES		
00216	27 m		Línea de comunicaciones mediante cable UTP cat 6 por canalización existente, incluidos terminales RJ45 necesarios	2,00 €	54,00 €
00220			PUESTA A TIERRA INSTALACIONES BAJA TENSION		
00221	1 ud		Red de puesta a tierra independiente que incluye picas, cable de cobre, uniones mediante soldadura aluminotérmica, conexiones y registro de comprobación.	255,00 €	255,00 €
			MONTAJE E INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA		
00224	1 ud		Montaje de batería de almacenamiento. Montaje de punto de recarga o dispensador rápido sobre bancada, así como el conexionado y puesta a tierra del mismo.	170,00 €	170,00 €
00234	1 ud		Alquiler de camión pluma, plataforma elevadora o similar necesarios para descarga y montaje de puntos de recarga rápidos, bloques de potencia y dispensadores de un mismo emplazamiento	170,00 €	170,00 €
00235	1 ud		Asistencia en la puesta en servicio de la instalación (la PES de los puntos de recarga la ejecuta el fabricante)	153,00 €	153,00 €
					CASO 2
					10.300,25 €

Tabla 10: Coste cableado y montaje

8 SIMULACIÓN EN CODESYS

8.1 Contexto

Para cualquier promotor de una obra, construcción o similar es de vital importancia conocer el retorno de la inversión o payback, es decir, en cuánto tiempo se amortizará la inversión y se empezará a tener beneficio de las instalaciones.

Para este caso concreto, ya se ha realizado el estudio del coste de realizar la instalación eléctrica y la obra civil y falta calcular el coste que supondrá operar la instalación y el beneficio mensual que esto conlleva. Para un punto de recarga de coches eléctricos, el coste de operación (y también el beneficio) depende en su mayoría de los kWh que se consuman en total al día, es decir, de los usuarios que carguen su coche eléctrico.

Por un lado, el precio del kWh será adquirido a la compañía distribuidora por un precio y será vendido a los usuarios a un precio mayor, de aquí se obtiene el beneficio de explotar la instalación. Sin embargo, ¿Cómo podemos calcular el total de kWh consumidos al día? Para este propósito hay que tener en cuenta varios factores:

- Número de coches que visiten la electrolinera diariamente: a mayor visita de coches, mayor consumo de kWh totales.
- Potencia del coche: los diferentes modelos de coches se cargan a diferentes potencias (kW), cuánta más potencia tenga el coche, más rápido será su carga y más rápido podrá acceder el siguiente usuario.
- Energía inicial en kWh: cada usuario recarga su coche en un momento diferente de carga, puede llegar a la electrolinera con el depósito totalmente vacío o lleno en un porcentaje. De esto dependerá un consumo mayor o menos de kWh.
- Almacenamiento en kWh: según el modelo de coche eléctrico variará la capacidad máxima de almacenamiento, por ello variará el consumo total de kWh entre usuarios.

8.2 Propósito de la simulación

Una vez realizado el análisis de los factores que afectan al consumo diario de kWh, el siguiente paso es modelar la llegada de coches a la electrolinera teniendo en cuenta todos los factores: número de coches, potencia, energía inicial y almacenamiento. Además, a la hora de automatizar el proceso hay que tener en cuenta las características eléctricas especificadas en apartados anteriores y los factores de simultaneidad.

La instalación cuenta con un punto de recarga con dos dispensadores de 160 kW y una batería de almacenamiento de 140 kWh, este sistema se alimenta a 50 kW. A continuación se explica las diferentes circunstancias que se pueden dar a lo largo del día y que han sido simuladas:

- Dispensadores sin usuarios y batería de almacenamiento llena: en este caso no ocurre nada, la batería ya está llena y no hay ningún coche para cargar.
- Dispensadores sin usuarios y batería de almacenamiento a mitad de carga/vacía: en este caso la batería se llena a potencia de red (50 kW) hasta que esté llena o hasta que llegue un usuario a cargar su vehículo.
- Un dispensador en uso y la batería vacía: en este caso el vehículo eléctrico se alimentará a tensión de red y la batería no comenzará a llenarse hasta que no se termine de cargar el vehículo.
- Un dispensador en uso y batería llena o parcialmente llena: la potencia de carga es determinada por la potencia del dispensador o la potencia que admite el vehículo, si la potencia del coche es menor que la del dispensador, el coche se cargará a la potencia del coche. Sin embargo, si la potencia del coche es mayor que la potencia del dispensador, la carga se realizará a la potencia del dispensador. Esto variará si a mitad de la carga, la batería se vacía. Para dicho caso el vehículo continuará su carga a potencia de red.

- Dos dispensadores en uso simultáneo y batería vacía: en este caso los dos vehículos se alimentarán a mitad de potencia de red y la batería no comenzará su carga hasta que ambos vehículos no hayan abandonado la estación de recarga.
- Dos dispensadores en uso y batería llena o parcialmente llena: la potencia de carga es determinada por la potencia del dispensador o la potencia que admite cada vehículo, si la potencia del coche es menor que la del dispensador, el coche se cargará a la potencia del coche. Sin embargo, si la potencia del coche es mayor que la potencia del dispensador, la carga se realizará a la potencia del dispensador. Cada coche, según sus características se carga a una potencia independiente del otro coche. Si a mitad de la carga, la batería se vacía los vehículos continuarán su carga mitad de potencia de red.

Además, se pueden dar otro tipo de circunstancias como, por ejemplo, que un coche esté cargándose y a mitad de su carga llegue un vehículo al dispensador contiguo entonces se pasará de uno de los escenarios descritos anteriormente a otro. La simulación pretende representar las diferentes circunstancias definidas anteriormente con el fin de calcular los kWh consumidos en una jornada.

8.3 Autómata

8.3.1 Suposiciones

Para realizar la simulación se han realizado una serie de suposiciones en base a las circunstancias que afectan a una electrolinera:

- Horario: la electrolinera funciona de seis de la mañana a 10 de la noche, es decir, 16 horas al día.
- El último coche que se carga diariamente en ambos dispensadores se termina de cargar, aunque haya terminado el horario de la electrolinera.
- La batería se carga de noche una vez que la electrolinera ha cerrado para estar cargada al 100% la mañana siguiente
- Carga simultánea de red y batería cuando la batería no esté vacía. Por ejemplo, si un vehículo se alimenta a 100 kW y la batería no está vacía, 50kW serán abastecidos de red y 50kW de la batería. Esto provoca que la batería tarde más tiempo en descargarse.
- Tipo de coche que llegan a la electrolinera: se ha realizado una selección de 10 tipos diferentes de coches con diferentes potencias y almacenamientos. Se tratan de vehículos diversos para abarcar el mayor rango de clientes posibles:

Modelo	nº	Potencia (kW)	Almacenamiento (kWh)
Kia Soul	1	82	30
Renault Zoe	2	80	41
Hyundai Ionic	3	88	28
Volkswagen e-Golf	4	100	36
Nissan Leaf	5	110	40
BMW i3	6	125	33
Open Ampera-e	7	150	60
Jaguar I-Place	8	295	90
Tesla Model S	9	319	100
Tesla Model x	10	319	100

Tabla 11: Modelos vehículos seleccionados

- Los coches han sido clasificados según su potencia de carga en tres tipos de vehículos, esto nos permitirá generar diferentes tarifas de consumo una vez realizada la simulación:

TIPO 1	
TIPO 2	
TIPO 3	

Ilustración 19: Distribución por tarifas

8.3.2 Lenguajes de programación Codesys

El autómata cuenta, en total, con 14 programas para los cuales se ha utilizado tres lenguajes de programación diferentes. Tipos de lenguaje de programación:

- Lenguaje SFC: El diagrama funcional secuencial o SFC es un lenguaje orientado gráficamente que describe el orden cronológico de acciones concretas en un programa.
- Lenguaje ST: el texto estructurado o ST es un lenguaje de programación de alto nivel textual, parecido a PASCAL o C. El código de programa consta de expresiones e instrucciones, puede usar varias construcciones para programar bucles, lo que permite desarrollar algoritmos complejos.
- Lenguaje LD: El diagrama de contactos o LD es un lenguaje de programación orientado a gráficos que se asemeja a la estructura de un circuito eléctrico.

8.3.3 Programas principales

El autómata cuenta, en total, con 14 programas reflejados en la siguiente imagen:

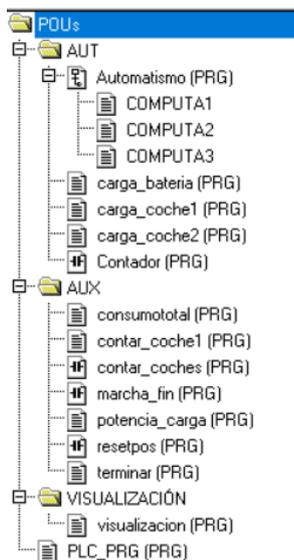


Ilustración 20: Programas codesys

A continuación, se describen los principales programas utilizados para realizar la simulación, indicando el objetivo del programa y el tipo de lenguaje utilizado. Además, algunos programas incluyen indicaciones propias explicando los pasos seguidos:

- El programa *automatismo*, programado en SFC, engloba todo el proceso y sirve para activar el programa *contador* y llamar a los programas *computa1*, *computa2*, y *computa3*. El programa *contador* es utilizado para contar los minutos y gestionar el paso del tiempo y los programas *computa1*, *computa2* y *computa3* activan los programas *carga_bateria*, *carga_coche1* y *carga_coche2*.

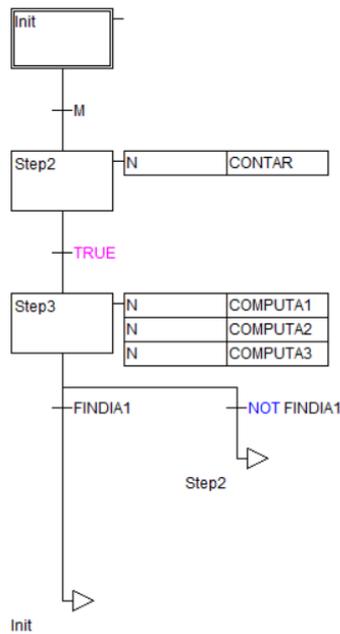


Ilustración 21: Programa automatismo

- Programa *carga_bateria* ha sido programado en ST y controla la carga de la batería principal teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en el apartado anterior.

```

0001 (*si la batería no está llena del todo o está vacía se va cargando, además no hay coches cerca*)
0002
0003 w:=y/z;
0004 IF bateria<bateriamax AND CARGACOCHE11=FALSE AND CARGACOCHE22=FALSE THEN
0005 bateria:=bateria+w;
0006 CARGARLABATERIA:=TRUE;
0007 ELSE
0008 CARGARLABATERIA:=FALSE;
0009 END_IF
0010
0011 (*si se está cargando el depósito del coche1 la batería se descarga*)
0012 IF carga_coche1.CARGABATERIA11=TRUE AND bateria>bateriamin THEN
0013 bateria:=bateria-(carga_coche1.i*porcentaje1);
0014
0015 END_IF
0016
0017
0018 (*si se está cargando el depósito del coche2 la batería se descarga*)
0019 IF carga_coche2.CARGABATERIA22=TRUE AND bateria>bateriamin THEN
0020 bateria:=bateria-(carga_coche2.k*porcentaje2);
0021
0022 END_IF
0023

```

Ilustración 22: Programa carga batería

- Programa *carga_coche1* ha sido programado en ST y controla la carga del coche que se encuentra en el dispensador 1.

```

0001 (*dependiendo del estado de la batería, llena o vacía, el coche se carga de la red o del depósito y red*)
0002 IF CARGACOCH1=TRUE THEN
0003   j:=deposito1[q];
0004 END_IF
0005
0006
0007 IF carga_bateria.bateria<=bateriamin THEN
0008   depositoactual1:=j;
0009   CARGABATERIA1:=FALSE;
0010   CARGARED1:=TRUE;
0011 ELSE
0012   depositoactual1:=0;
0013   CARGABATERIA1:=TRUE;
0014   CARGARED1:=FALSE;
0015 END_IF
0016
0017 (*kWh en los que aumenta la carga del coche cada minuto*)
0018
0019 i:=(depositomax1[q]-depositoactual1)/(((depositomax1[q]-depositoactual1)/potenciacarga1)*60);
0020
0021
0022 IF cocheaparcado1=FALSE THEN
0023   CARGACOCH1:=FALSE;
0024   CARGACOCH11:=FALSE;
0025 END_IF
0026
0027
0028 IF cocheaparcado1=TRUE THEN
0029   IF deposito1[q]>=depositomax1[q] THEN
0030     CARGACOCH1:=FALSE;
0031     CARGACOCH11:=FALSE;
0032   END_IF
0033
0034
0035   IF deposito1[q]<depositomax1[q] THEN
0036     CARGACOCH1:=TRUE;
0037     CARGACOCH11:=TRUE;
0038     deposito1[q]:=deposito1[q]+i;
0039     consumokwh1:=consumokwh1+i;
0040   END_IF
0041 END_IF

```

Ilustración 23: Programa carga coche 1

```

0043 (*activador del programa carga_bateria*)
0044 IF CARGABATERIA1=TRUE AND CARGACOCH1=TRUE THEN
0045   CARGABATERIA11:=TRUE;
0046 ELSE
0047   CARGABATERIA11:=FALSE;
0048 END_IF
0049
0050 (*según la potencia de carga, clasificación del tipo de coche*)
0051 IF CARGACOCH11=TRUE AND CARGACOCH11A=FALSE THEN
0052   IF potencia_carga.potenciacoche1[q]=82 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=80 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=88 THEN
0053     TIPO11:=TIPO11+1;
0054   END_IF
0055
0056   IF potencia_carga.potenciacoche1[q]=100 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=110 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=125 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=150 THEN
0057     TIPO21:=TIPO21+1;
0058   END_IF
0059
0060   IF potencia_carga.potenciacoche1[q]=295 OR potencia_carga.potenciacoche1[q]=319 THEN
0061     TIPO31:=TIPO31+1;
0062   END_IF
0063 END_IF
0064 CARGACOCH11A:=CARGACOCH11;
0065

```

Ilustración 24: Programa carga coche 1

- Programa *carga_coche2* ha sido programado en ST y controla la carga del coche que se encuentra en el dispensador 2. Es igual que el programa 1 pero controlado por diferentes sensores y actuadores.
- Programa *contador*, ha sido programado en LD y sirve para contar los minutos y horas.



Ilustración 25: Programa contador

- Programa *consumototal*, ha sido programado en ST y sirve para calcular los kWh consumidos y el coste asociado a dicho consumo.

```

0001 (*suma lo que queda por cargar el coche cuando ha terminado el día, y el consumo diario de ambos dispensadores*)
0002 consumokwh:=carga_coche1.consumokwh+carga_coche2.consumokwh+terminar.EXTRAKWH1+terminar.EXTRAKWH2;
0003
0004 (*cálculo del coste asociado según los kWh consumidos*)
0005 coste:=consumokwh*0.31177575;
0006

```

Ilustración 26: Programa consumo total

- *Contar_coche1* (ST) y *contar_coches* (SFC) sirve para contar los coches que han sido cargados diariamente en ambos dispensadores, clasificándolos según su tarifa.

```

0001
0002 (*CONTAR LOS COCHES FUNCIONA CON UN FLANCO DE BAJADA DE CARGAR COCHE1*)
0003 cuenta:=cuenta1+cuenta2;
0004 (*suma*)
0005 TIPO1:=TIPO11+TIPO12;
0006 TIPO2:=TIPO21+TIPO22;
0007 TIPO3:=TIPO31+TIPO32;
0008

```

Ilustración 27: Programa contar coche 1

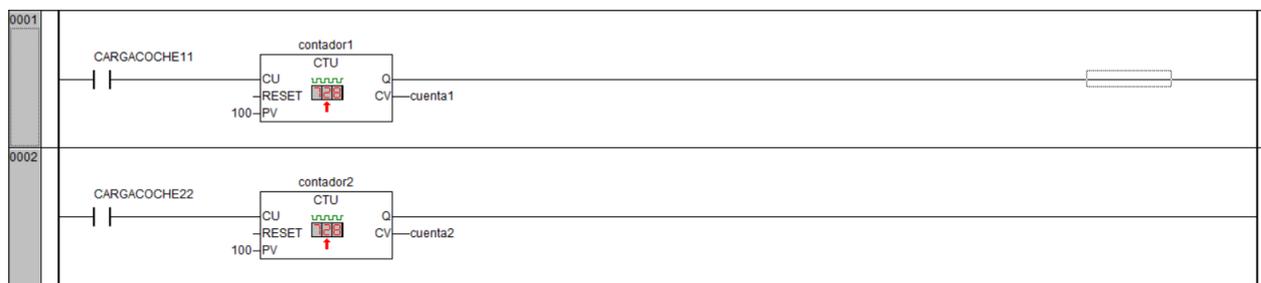


Ilustración 28: Programa contar coches

- Programa *marcha_fin*, programado en SFC, controla el inicio y el fin del día. El programa comienza a funcionar presionando el botón M.

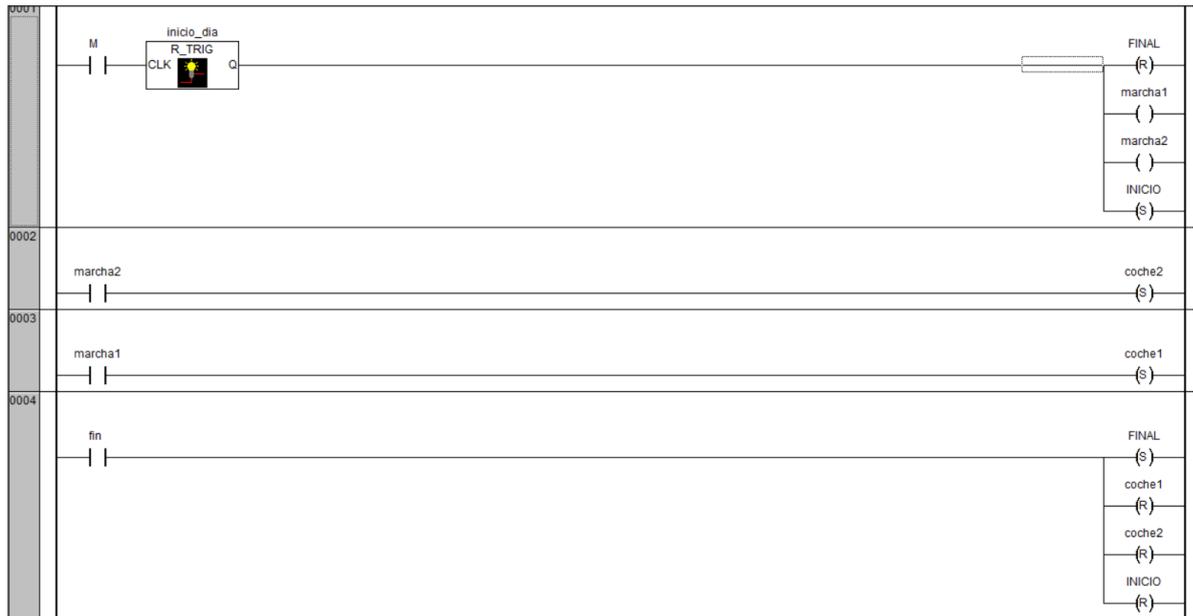


Ilustración 29: Programa marcha-fin

- *Potencia_carga* (ST), este programa controla la potencia a la que se cargan los coches, diferenciando si se cargan de la red o del depósito.

```

0001 (*vamos asignado diferentes potencias, depositos y deposito max a los coches*)
0002 IF sensor11=FALSE AND sensor11A=TRUE THEN
0003 q:=q+1;
0004 potenciacoche1[q]:=potenciacoche1[q];
0005 deposito1[q]:=deposito1[q];
0006 depositomax1[q]:=depositomax1[q];
0007 END_IF
0008 sensor11A:=sensor11;
0009 IF sensor22=FALSE AND sensor22A=TRUE THEN
0010 potenciacoche2[w]:=potenciacoche2[w];
0011 deposito2[w]:=deposito2[w];
0012 depositomax2[w]:=depositomax2[w];
0013 w:=w+1;
0014 END_IF
0015 sensor22A:=sensor22;
0016
0017 (*DEFINIR LA POTENCIA A LA QUE SE VA CARGAR EL COCHE potenciacarga es igual a potencia 1 si se carga de la batería y es igual a potencia red si se carga de la red*)
0018 IF potenciacargador>potenciacoche1[q] THEN
0019 potencia1:=potenciacoche1[q];
0020 ELSE
0021 potencia1:=potenciacargador;
0022 END_IF
0023 IF potenciacargador>potenciacoche2[w] THEN
0024 potencia2:=potenciacoche2[w];
0025 ELSE
0026 potencia2:=potenciacargador;
0027 END_IF
0028 IF carga_bateria.bateria>bateriamin THEN
0029 potenciacarga1:=potencia1;
0030 potenciacarga2:=potencia2;
0031 END_IF
0032 IF carga_bateria.bateria=bateriamin OR carga_bateria.bateria<bateriamin AND sensor1=TRUE AND sensor2=TRUE THEN
0033 potenciacarga1:=potenciared;
0034 potenciacarga2:=potenciared;
0035 END_IF
0036 IF carga_bateria.bateria=bateriamin OR carga_bateria.bateria<bateriamin AND sensor1=TRUE AND sensor2=FALSE THEN
0037 potenciacarga1:=50;
0038 END_IF
0039 IF carga_bateria.bateria=bateriamin OR carga_bateria.bateria<bateriamin AND sensor1=FALSE AND sensor2=TRUE THEN
0040 potenciacarga2:=50;
0041 END_IF

```

Ilustración 30: Programa potencia carga

- Programa *reset_pos* (LD), resetea la posición de los coches en la visualización si ya ha finalizado la carga o si ha finalizado el día.



Ilustración 31: Programa reset pos

- *Terminar* (ST), los coches se terminan de cargar una vez que ha terminado el día y la electrolinera ha cerrado.

```

0001 qfinal:=q;
0002 wfinal:=w;
0003
0004 IF FINDIA1=TRUE THEN
0005 EXTRAKWH1:=depositomax1[qfinal]-deposito1[qfinal];
0006 EXTRAKWH2:=depositomax2[wfinal]-deposito2[wfinal];
0007 fin:=TRUE;
0008 END_IF
    
```

Ilustración 32: Programa terminar

- Programa *visualización* (ST) controla la posición de los vehículos, su avance y su reseteo de posición. Además, activa los diferentes sensores que indican al resto de programas en qué ubicación se encuentra el coche.

```

0001 (*sensor inicio*)
0002 IF posycoche1=0 AND coche1=TRUE THEN
0003   sensor11:=TRUE;
0004 ELSE
0005   sensor11:=FALSE;
0006 END_IF
0007
0008 IF posycoche2=0 AND coche2=TRUE THEN
0009   sensor22:=TRUE;
0010 ELSE
0011   sensor22:=FALSE;
0012 END_IF
0013
0014 (* AVANCE COCHES: si el coche esta posicionado en el inicio, es decir coche1=true y esta en posicion inicial, comienza a andar automaticamente*)
0015
0016 IF posycoche1<=0 AND INICIO=TRUE THEN
0017   IF (coche1=TRUE AND sensor1=FALSE) THEN
0018     posycoche1:=posycoche1-20;
0019   END_IF
0020 END_IF
0021
0022 IF posycoche2<=0 AND INICIO=TRUE THEN
0023   IF (coche2=TRUE AND sensor2=FALSE) THEN
0024     posycoche2:=posycoche2-20;
0025   END_IF
0026 END_IF
    
```

Ilustración 33: Programa visualización

```

0028 (* SENSORES Y COCHE APARCADO*)
0029 IF posycoche1<-179 THEN
0030   sensor1:=TRUE;
0031 ELSE
0032   sensor1:=FALSE;
0033 END_IF
0034
0035
0036 IF posycoche1=-180 AND coche1=TRUE THEN
0037   cocheaparcado1:=TRUE;
0038 ELSE
0039   cocheaparcado1:=FALSE;
0040 END_IF
0041
0042
0043 IF posycoche2<-179 THEN
0044   sensor2:=TRUE;
0045 ELSE
0046   sensor2:=FALSE;
0047 END_IF
0048
0049
0050 IF posycoche2=-180 AND coche2=TRUE THEN
0051   cocheaparcado2:=TRUE;
0052 ELSE
0053   cocheaparcado2:=FALSE;
0054 END_IF
0055
0056
0057 (* Solo en primer ciclo*)
0058 IF (PrimerCiclo) THEN
0059   PrimerCiclo:=FALSE;
0060   posycoche1:=posInicial;
0061 END_IF
0062
0063
0064 IF (PrimerCiclo) THEN
0065   PrimerCiclo:=FALSE;
0066   posycoche2:=posInicial;
0067 END_IF
0068

```

Ilustración 34: Programa visualización

```

0069 (*reseteo posición coche*)
0070 IF (reset1) THEN
0071   posycoche1:=posInicial;
0072 END_IF
0073
0074 IF (reset2) THEN
0075   posycoche2:=posInicial;
0076 END_IF
0077
0078 IF sensor1=TRUE AND depositomax1[q]=0 THEN
0079   posycoche1:=posInicial;
0080 END_IF
0081
0082 IF sensor2=TRUE AND depositomax2[w]=0 THEN
0083   posycoche2:=posInicial;
0084 END_IF

```

Ilustración 35: Programa visualización

Además de los programas descritos existe el programa *Global_variables* y en el cual se definen las variables según su tipo de dato y permite la comunicación entre programas.

Nombre	Tipo	Límite superior	Límite inferior	bits
BOOL	Binario	TRUE	FALSE	1
WORD	Binario	0	65535	16
INT	Número	-32768	32767	16
REAL	Número	-3,40E+44	3,40E+44	32
TIME	Tiempo	0,00E+00	4,29E+09	32
DATE	FECHA	0 (01.01.1970)	4294967295 (2106-02-07)	32
ARRAY	Vector	-	-	-

Tabla 12: Tipo de datos codesys

```

0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (* Entradas: coches y batería externa*)
0004 marcha1:BOOL;
0005 marcha2:BOOL;
0006 coche1:BOOL;
0007 coche2:BOOL;
0008 M:BOOL;
0009 (*nivel de batería*)
0010 batería:REAL;
0011 bateriamax:REAL:=140;
0012 bateriamin:REAL:=0.9;
0013
0014 deposito1: ARRAY [1..100] OF REAL:=0,20,0,0,0,0,0,0,0,20,5,13,11,13,16,14,16,14,14,18,18,18,5,14,18,18,11,14,11,0,0,0,0,13,8,9,18,13,8,11,9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,18,14,13,11,9,0,0,0,0,0,0,20,9,0,0,0,0,0,0,0,8,8,
0015 depositomax1: ARRAY [1..100] OF INT:=0,100,0,0,0,0,0,0,0,100,30,33,40,33,90,60,90,60,60,100,100,100,30,60,100,100,40,60,40,0,0,0,0,33,28,36,100,33,28,40,36,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,100,60,33,40,36,0,0,0,0,0,0,
0016 q:INT:=1; (*INDICIE VECTOR COCHE 1*)
0017
0018 deposito2: ARRAY [1..100] OF REAL:=0,7,7,0,0,0,0,0,0,9,8,11,11,13,9,11,7,18,11,14,18,13,14,16,16,20,5,9,0,0,0,0,16,20,7,13,13,14,11,0,0,0,0,0,0,9,14,16,5,7,18,8,0,0,0,0,0,0,0,0,18,18,20,18,20,0,0,0,0,0,11,21
0019 depositomax2: ARRAY [1..100] OF INT:=0,41,41,0,0,0,0,0,0,36,28,40,40,33,36,40,41,100,40,60,100,33,60,90,90,100,30,36,0,0,0,0,90,100,41,33,33,60,40,0,0,0,0,0,0,36,60,90,30,41,100,28,0,0,0,0,0,0,0,0,100
0020 w: INT:=1; (*INDICIE VECTOR COCHE 2*)
0021
0022 (*Salidas: sensores y baterías cargando *)
0023 sensor1:BOOL; (*se activa al entrar el coche 1 en el aparcamiento*)
0024 sensor2:BOOL; (*se activa al entrar el coche 2 en el aparcamiento*)
0025 sensor11:BOOL; (*se activa al entrar el coche 1*)
0026 sensor22:BOOL; (*se activa al entrar el coche 2*)
0027 cocheaparcado1:BOOL; (*se activa cuando el coche1 llega al final del aparcamiento y se para*)
0028 cocheaparcado2:BOOL; (*se activa cuando el coche 2 llega al final del aparcamiento y se para*)
0029 reset1: BOOL; (*cuando se hace click en coche1 vuelve a su posición original*)
0030 reset2: BOOL;
0031 CARGABATERIA1:BOOL; (*el coche1 se está cargando con la batería externa*)
0032 CARGABATERIA2:BOOL;
0033 CARGABATERIA:BOOL;
0034 CARGARED1:BOOL; (*el coche1 se esta cargando con la red porque la batería se ha agotado*)
0035 CARGARED2:BOOL;
0036 CARGARED:BOOL;
0037 CARGABATERIA11: BOOL;
0038 CARGABATERIA22: BOOL;
0039 potenciaccargador:REAL;
0040 potencia1:REAL;
0041 potenciacarga1:REAL;
0042 potencia2:REAL;
0043 potenciaccarga2:REAL;

```

Ilustración 36: Programa global variables

```

0038 CARGABATERIA2: BOOL;
0039 potenciacargador: REAL;
0040 potencia1: REAL;
0041 potenciacarga1: REAL;
0042 potencia2: REAL;
0043 potenciacarga2: REAL;
0044 potenciared: REAL;
0045
0046 (*cargar la bateria*)
0047
0048 CARGARLABATERIA: BOOL;
0049 (*CONTADOR*)
0050 CARGACOCHER1: BOOL;
0051 CARGACOCHER11: BOOL;
0052 CARGACOCHER2: BOOL;
0053 CARGACOCHER22: BOOL;
0054 cuenta1: INT;
0055 cuenta2: INT;
0056 cuenta: INT;
0057 TIPO11: INT:=0;
0058 TIPO21: INT:=0;
0059 TIPO31: INT:=0;
0060 TIPO12: INT:=0;
0061 TIPO22: INT:=0;
0062 TIPO32: INT:=0;
0063 CONTAR: BOOL;
0064 COMPUTA1: BOOL;
0065 COMPUTA2: BOOL;
0066 COMPUTA3: BOOL;
0067 COMPUTA11: BOOL;
0068 COMPUTA22: BOOL;
0069 COMPUTA33: BOOL;
0070 FINDIA1: BOOL;
0071 FINAL: BOOL;
0072 fin: BOOL;
0073 INICIO: BOOL;
0074 MINUTOS: INT:=0;
0075 (*porcentaje carga*)
0076 porcentaje1: REAL;
0077 porcentaje2: REAL;
0078 (*HORA*)
0079 HORAS: REAL;
0080 END_VAR

```

Ilustración 37: Programa global variables

8.3.4 Visualización

A continuación, se va a explicar cómo se muestran por pantalla los programas y cómo se reflejan los resultados que queremos extraer de la simulación. Es importante entender que esto es solo una forma visual de entender el programa y que los datos podrían haber sido extraídos a partir de las variables almacenadas en cada programa.

En primer lugar, la pestaña de visualización, creada para ver cómo funciona el autómata, cuenta con seis secciones: electrolinera, control de carga, tiempo, consumo, coste y clientes. A continuación, se explica cada sección de manera individual:

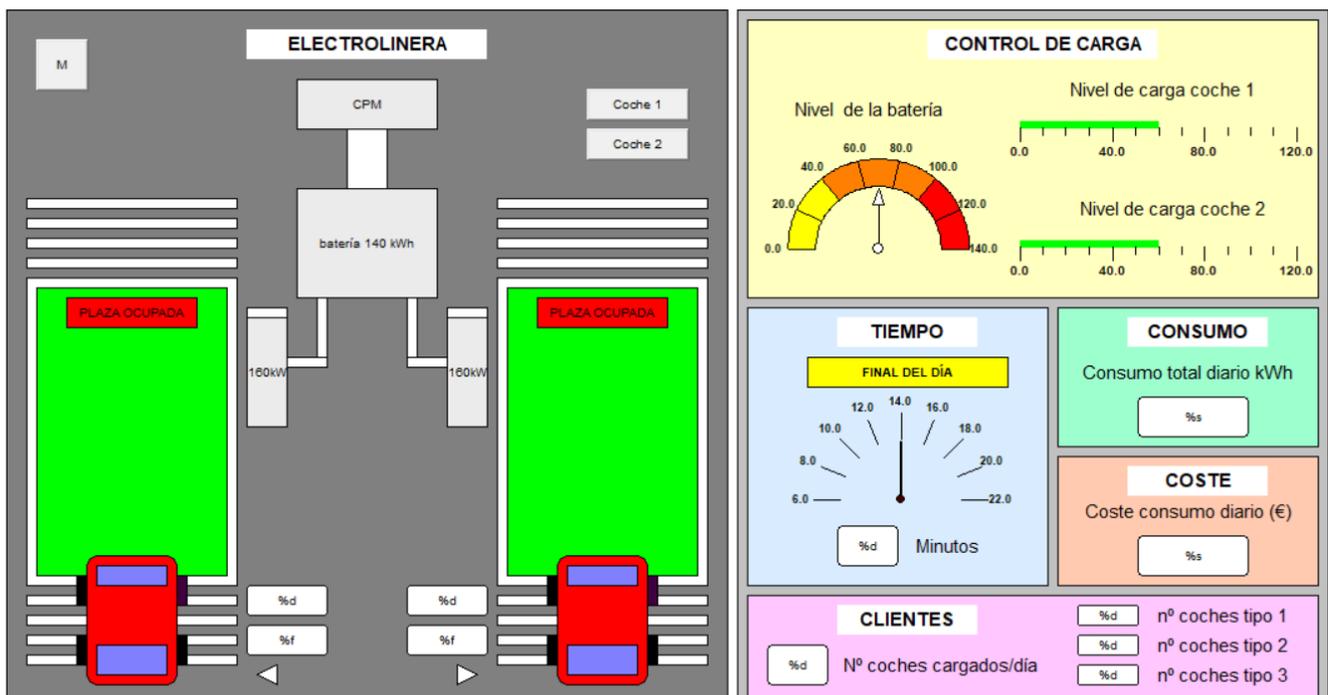


Ilustración 38: Visualización general codesys

- Electrolinería: simula la llegada de los coches y cuenta con diferentes botones, sensores y actuadores que se explicarán a continuación:
 - Botón M, activa el día, al ser pulsado los coches comienzan a llegar a la electrolinería tanto en el surtidor 1 como en el surtidor 2.
 - Botón coche 1 y botón coche 2, activa la llegada de coches a uno de los dos surtidores, respectivamente al surtidor uno y al surtidor dos. No aplica a nuestro cometido, ya que interesa estudiar la llegada de coches a ambos surtidores, pero es una opción para simulaciones futuras o para bloquear un surtidor durante algunas horas del día.
 - Sensor 1 y sensor 2, se activan (iluminan) cuando llega un coche y sirve para activar algunos programas.
 - Sensor 3 y Sensor 4, se iluminan cuando el coche se está cargando y sirven para activar algunos programas.
 - Carteles plaza libre y plaza ocupada, indica si un coche se encuentra ubicado en el aparcamiento del surtidor esté cargando o no.
 - Conductores CPM, batería y dispensadores se activan y se iluminan en función de si se están cargando uno o dos vehículos.
 - Elementos de visualización para ambos vehículos, muestran la potencia y la energía almacenada de los vehículos que llegan a la electrolinería, esto nos puede dar una idea del tiempo de carga de cada vehículo.

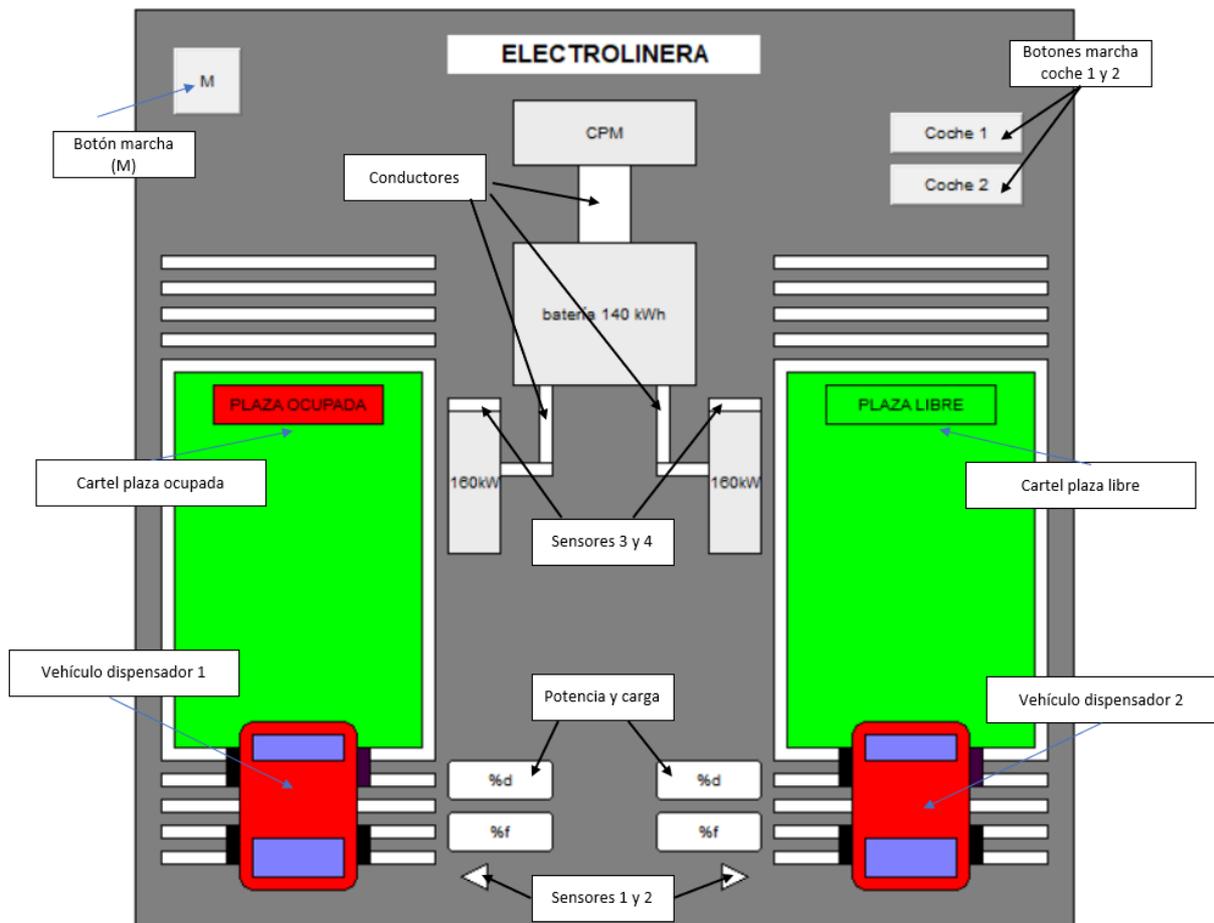


Ilustración 39: Visualización electrolinería

Ejemplo de dos coches cargando de manera simultánea, sensores 3 y 4 activados y plazas ocupadas. Los coches tienen una potencia de 295 kW y 100 kW y actualmente su nivel de carga es de 61 kWh y 34,8 kWh.

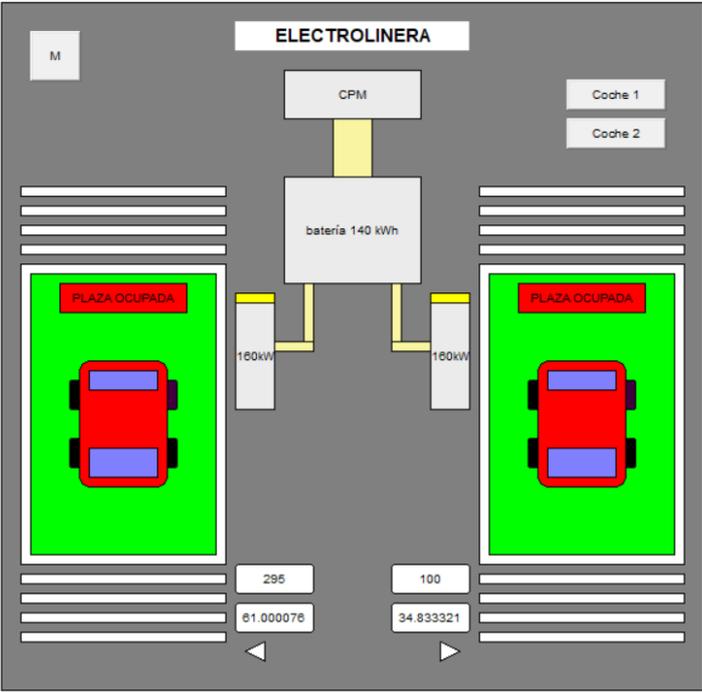


Ilustración 40: Ejemplo 1 electrostation

Ejemplo de un coche llegando a la electrostation (coche1) y un coche cargando. Se puede apreciar que la plaza 1 está libre ya que el coche aún no se ha posicionado y su surtidor no se ha encendido ya que no ha comenzado la carga.

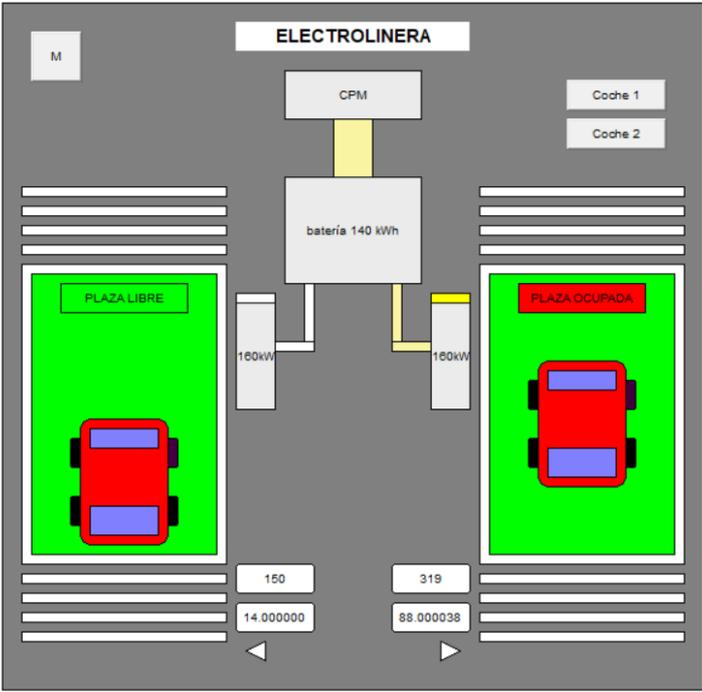


Ilustración 41: Ejemplo 2 electrostation

- Control de carga: controla el nivel de carga del coche 1 (es decir, el nivel de carga del coche que está repostando en el surtidor 1), el nivel de carga del coche 2 (es decir, el nivel de carga del coche que está repostando en el surtidor 2) y el nivel de la batería.

El rango de la batería oscila entre 0 y 140 kWh, siendo éstos sus niveles máximos y mínimos de carga. La aguja no sobrepasa nunca los 140 kWh ya que es el máximo de carga de la batería y, nunca bajará por debajo de los 0 kWh ya que es su mínimo.

El nivel de carga de los coches oscila entre 0 y 120 kWh, sin embargo, el máximo de carga no siempre será 120 kWh ya que depende del almacenamiento máximo de cada coche que llegue a la electrolinera. La aguja oscilará entre el nivel de carga con el que el coche llegue al surtidor y su almacenamiento máximo.

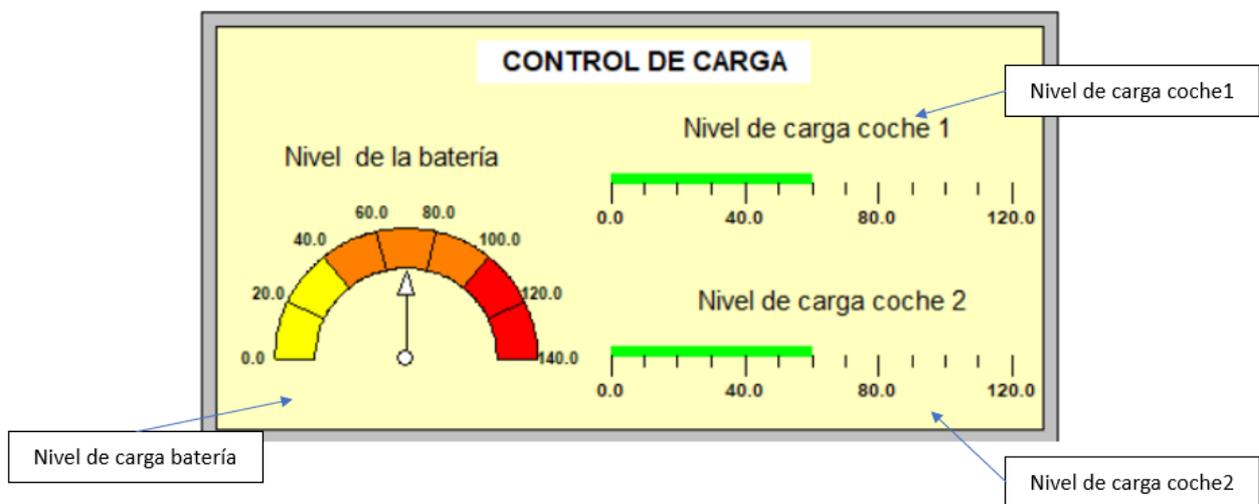


Ilustración 42: Control de carga

La siguiente imagen muestra un ejemplo de batería con un nivel de carga de 120 kWh. Los niveles de carga indican que ambas baterías están vacías, esto puede indicar que no hay ningún coche cargando o que acaban de llegar dos coches con la batería al 0%.

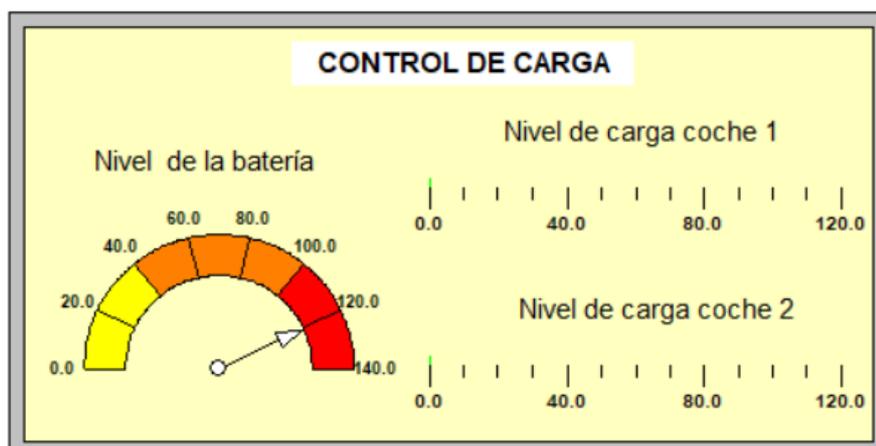


Ilustración 43: Ejemplo 1 control de carga

La siguiente imagen muestra un ejemplo de batería vacía y con dos coches cargándose:

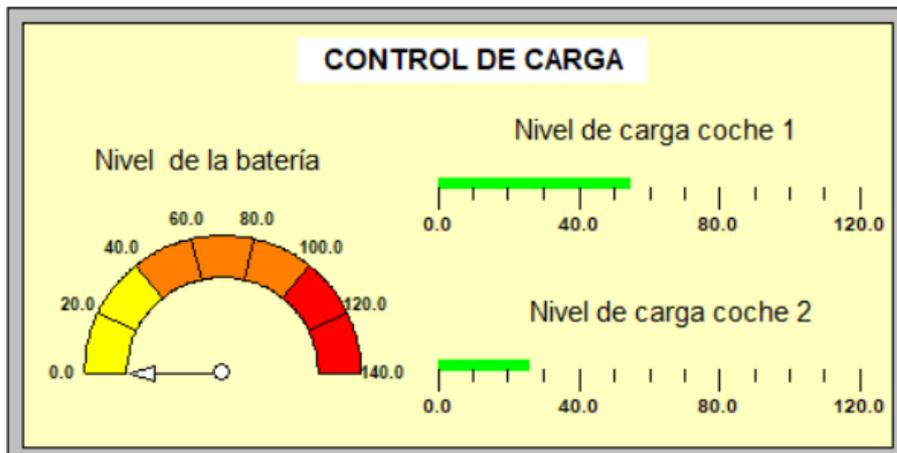


Ilustración 44: Ejemplo 2 control de carga

- Tiempo: refleja en qué momento del día se encuentra el autómata, cuenta con un cartel que indica si el día está en proceso o ha finalizado, con un reloj de horas (de seis de la mañana a 10 de la noche) y con un contador de minutos (de 0 minutos a 960 minutos)

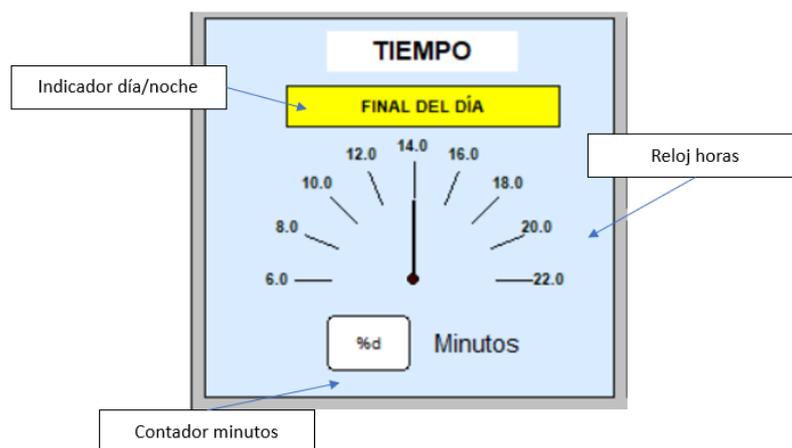


Ilustración 45: Visualización tiempo

En este caso el día está en curso, han pasado 410 minutos y son las 12 de la mañana. Cuando el día termina, el reloj se resetea y vuelve a las 6 de la mañana:



Ilustración 46: Ejemplo visualización tiempo

- Consumo y coste: muestra por pantalla los kWh que se han consumido durante el día y el coste de compra a la empresa comercializadora asociado a dicho consumo.

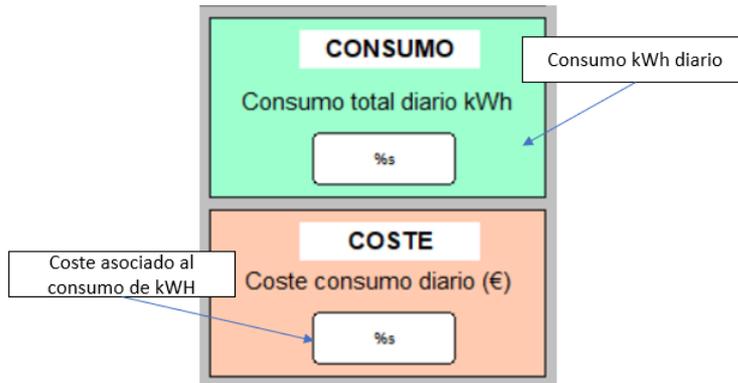


Ilustración 47: Visualización coste y consumo

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de consumo y coste de un día,

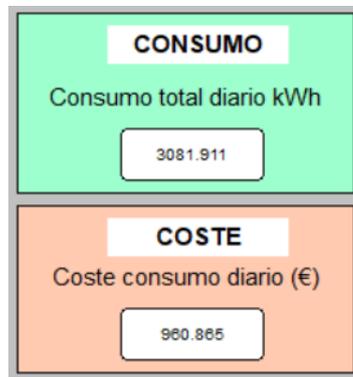


Ilustración 48: Ejemplo visualización coste y consumo

- Cientes: muestra por pantalla los usuarios totales que han repostado su coche en la electrolinera, indicando el número de coches totales que se han cargado tanto en el dispensador 1 como en el dispensador 2. Además, de diferencian según el tipo de tarifa que le aplica a cada vehículo.

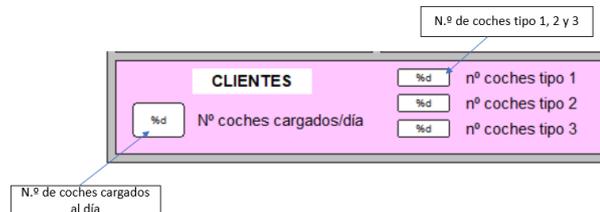


Ilustración 49: Visualización clientes

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de coches cargados en un día,

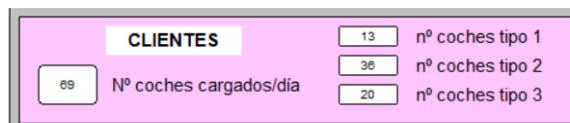


Ilustración 50: Ejemplo visualización clientes

8.4 Datos

Para simular la llegada de los coches hay que tener en cuenta diferentes factores:

- Número de coches que visiten la electrolinera, según la franja horaria puede haber coches o no cargando en un determinado momento
- Potencia del coche, ya que hemos definido los 10 tipos de coches anteriormente hay 10 posibles potencias
- Carga inicial en kWh, es variable para cada coche que llega
- Almacenamiento en kWh, ya que hemos definido los 10 tipos de coches anteriormente hay 10 posibles almacenamientos

Para simular la llegada de coches teniendo en cuenta estos factores, se han creado en codesys tres vectores que almacenan los datos de potencia, carga inicial y almacenamiento de cada coche que llega a la electrolinera en un día. De manera que, cada vez que un coche llega a la electrolinera, el programa lee la información almacenada en el vector de manera consecutiva (primero posición1, después posición2, etc.) esta información corresponde a un tipo de coche (del 1 al 10).

Los vectores son los siguientes:

- Vectores de potencia coches 1 y 2, almacenan la potencia del coche que llega a la electrolinera

potenciacoche1: ARRAY [1...100] OF INT (Vector de números enteros en Codesys)

potenciacoche2: ARRAY [1...100] OF INT

- Vectores de carga inicial, almacenan la carga con la que llegan los coches 1 y 2 a la electrolinera

deposito1: ARRAY [1...100] OF REAL (Vector de números enteros en Codesys)

deposito2: ARRAY [1...100] OF REAL

- Vectores de carga máxima, almacenan el almacenamiento máximo que tiene cada coche

depositomax1: ARRAY [1...100] OF REAL (Vector de números enteros en Codesys)

depositomax2: ARRAY [1...100] OF REAL

Si el contenido de una posición del es 0 implica que, aunque llega un coche, este coche no se carga y representa un espacio en el que la electrolinera se encuentra vacía.

Los vectores funcionan de manera independiente para controlar la llegada de coches al dispensador 1 y 2. Los vectores almacenan el orden de llegada de los coches, el tipo de coche que llega y la información referente a dicho coche.

Por ejemplo:

potenciacoche1: [319,0,0,0,0,0,0,82,319]

deposito1: [20,0,0,0,0,0,0,5,5]

depositomax2: [100,0,0,0,0,0,0,30,100]

Estos vectores nos indican que, el primer coche en llegar al dispensador 1 es un coche tipo 3 (Tesla Model S) ya que tiene una potencia de 319 kW y un almacenamiento máximo de 100 kWh, además este coche llega con una carga inicial de 20 kWh por lo que se cargará 80 kWh hasta alcanzar su carga máxima.

El segundo coche en llegar al dispensador 1 es un coche tipo 1 (Kia Soul) ya que su potencia es de 82 kW y su almacenamiento máximo de es 30 kWh. Sabemos que entre la llegada del coche 1 y el coche 2 hay un tiempo en el que el dispensador 1 de la electrolinera no recibe ningún coche ya que los vectores tienen almacenado un 0.

Así, el codeys realiza una lectura de cada posición del vector y simula la llegada para distintos tipos de coches. Sin embargo, cada vector simula la llegada de coches durante un día lo cual no es realista para realizar una estimación de consumo. Por ello, se han generado 30 vectores para cada casuística simulando 30 días diferentes

con llegada de coches aleatorias para conseguir una estimación de consumo más próxima a la realidad.

Recordatorio de tipos de coches que se han tenido en cuenta para la simulación:

Modelo	nº	Potencia (kW)	Almacenamiento (kWh)
Kia Soul	1	82	30
Renault Zoe	2	80	41
Hyundai Ionic	3	88	28
Volkswagen e-Golf	4	100	36
Nissan Leaf	5	110	40
BMW i3	6	125	33
Open Ampera-e	7	150	60
Jaguar I-Place	8	295	90
Tesla Model S	9	319	100
Tesla Model x	10	319	100

Ilustración 51: Tipo de vehículos seleccionados

La generación de vectores se ha realizado en Excel de la siguiente manera:

- Matriz de orden de llegada y tipo de vehículo: para cada día, durante 30 días, y para cada dispensador, se ha generado de manera aleatoria (función Excel =ALEATORIA.ENTRE (0;10)) números del 0 al 10 que representan el tipo de coche que llega a cada dispensador. La disposición en el vector representa el orden de llegada.

TIPO DE VEHÍCULO Y ORDEN DE LLEGADA										
día 1	Puesto 1	5	3	5	10	0	0	0	0	0
	Puesto 2	10	1	3	2	0	0	0	0	0
día 2	Puesto 1	2	5	6	0	0	0	0	0	0
	Puesto 2	4	3	4	0	0	0	0	0	0
día 3	Puesto 1	6	4	9	8	0	0	0	0	0
	Puesto 2	7	5	10	8	0	0	0	0	0

Tabla 13: Matriz orden de llegada

- Matriz de carga inicial: teniendo en cuenta la matriz anterior y los huecos en los que no existe la llegada de vehículo, se ha generado de manera aleatoria (función Excel ALEATORIO.ENTRE (5;20)), el nivel de carga inicial de los vehículos. Se ha supuesto que los coches llegan como mínimo con un nivel de batería de 5kWh y como máximo de 20kWh.

CARGA MÍNIMA (kWh)										
día 1	Puesto 1	11	8	11	20	0	0	0	0	0
	Puesto 2	20	5	8	7	0	0	0	0	0
día 2	Puesto 1	7	11	13	0	0	0	0	0	0
	Puesto 2	9	8	9	0	0	0	0	0	0
día 3	Puesto 1	13	9	18	16	0	0	0	0	0
	Puesto 2	14	11	20	16	0	0	0	0	0

Tabla 14: Matriz carga mínima

- Matriz de carga máxima: teniendo en cuenta el tipo de vehículo y orden de llegada resultantes de la matriz tipo de vehículo, se ha generado la matriz de cargas máximas asociadas a cada tipo de coche.

CARGA MÁXIMA (kWh)										
día 1	Puesto 1	40	28	40	100	0	0	0	0	0
	Puesto 2	100	30	28	41	0	0	0	0	0
día 2	Puesto 1	41	40	33	0	0	0	0	0	0
	Puesto 2	36	28	36	0	0	0	0	0	0
día 3	Puesto 1	33	36	100	90	0	0	0	0	0
	Puesto 2	60	40	100	90	0	0	0	0	0

Tabla 15: Matriz carga máxima

- Matriz de potencia: teniendo en cuenta el tipo de vehículo y orden de llegada resultantes de la matriz tipo de vehículo, se ha generado la matriz de potencias asociadas a cada tipo de coche.

POTENCIA (kW)										
día 1	Puesto 1	110	88	110	319	0	0	0	0	0
	Puesto 2	319	82	88	80	0	0	0	0	0
día 2	Puesto 1	80	110	125	0	0	0	0	0	0
	Puesto 2	100	88	100	0	0	0	0	0	0
día 3	Puesto 1	125	100	319	295	0	0	0	0	0
	Puesto 2	150	110	319	295	0	0	0	0	0

Tabla 16: Matriz potencia

Después de generar dichas matrices, se han creado los vectores uniendo el contenido de cada celda (función Excel =CONCATENAR ()) y se han introducido manualmente en el programa Codesys, haciendo una simulación para cada día.

En el anexo se representan los datos totales generados e introducidos en Codesys.

10 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este apartado se van a desarrollar y explicar los datos resultantes de la simulación realizada en el software Codesys.

8.5 Resultados simulación

Se han realizado 30 simulaciones para estimar los coches que se cargan en un mes en la electrolinera, y el consumo de kWh asociados a dichas cargas, se obtienen los siguientes resultados:

Muestra diaria	N.º de coches cargados/ día	N.º coches TIPO 1	N.º coches TIPO 2	N.º coches TIPO 3	% coches TIPO 1	% coches TIPO 2	% coches TIPO 3
día 1	76	22	37	17	29%	49%	22%
día 2	74	17	44	13	23%	59%	18%
día 3	74	26	28	20	35%	38%	27%
día 4	73	22	30	21	30%	41%	29%
día 5	71	22	26	23	31%	37%	32%
día 6	81	29	37	15	36%	46%	19%
día 7	76	20	37	19	26%	49%	25%
día 8	71	20	32	19	28%	45%	27%
día 9	76	25	31	20	33%	41%	26%
día 10	70	24	22	21	34%	31%	30%
día 11	70	21	29	20	30%	41%	29%
día 12	67	15	30	22	22%	45%	33%
día 13	81	23	40	18	28%	49%	22%
día 14	69	19	27	23	28%	39%	33%
día 15	74	20	35	19	27%	47%	26%
día 16	79	14	48	17	18%	61%	22%
día 17	65	17	22	26	26%	34%	40%
día 18	71	26	23	22	37%	32%	31%
día 19	63	14	26	23	22%	41%	37%
día 20	60	11	20	29	18%	33%	48%
día 21	74	21	35	18	28%	47%	24%
día 22	70	25	22	23	36%	31%	33%
día 23	73	25	26	22	34%	36%	30%
día 24	73	20	30	23	27%	41%	32%
día 25	73	26	22	25	36%	30%	34%
día 26	72	21	29	22	29%	40%	31%
día 27	79	20	41	18	25%	52%	23%
día 28	72	22	27	23	31%	38%	32%
día 29	70	24	22	24	34%	31%	34%
día 30	69	13	36	20	19%	52%	29%

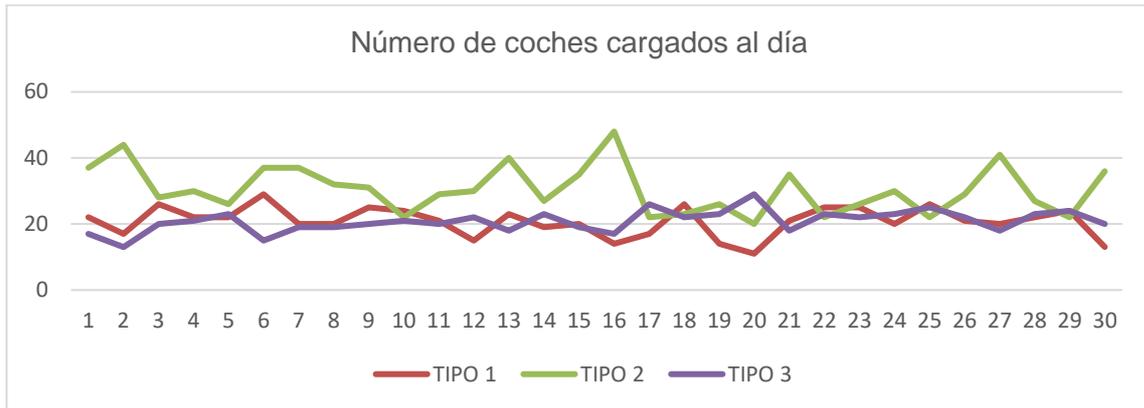
Tabla 17: Número de coches cargados al día

De media se cargan diariamente 72,2 vehículos, siendo el 29% de tipo 1, el 42% de tipo 2 y el 29% de tipo 3.

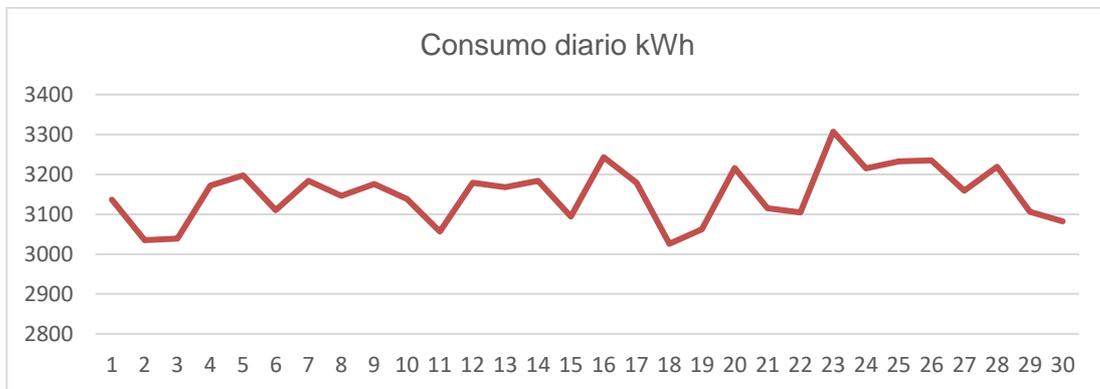
Muestra diaria	N.º de coches cargados al día	kWh consumidos
día 1	76	3136,591
día 2	74	3034,981
día 3	74	3038,561
día 4	73	3171,408
día 5	71	3197,628
día 6	81	3109,785
día 7	76	3183,51
día 8	71	3146,203
día 9	76	3175,402
día 10	70	3138,454
día 11	70	3056,271
día 12	67	3179,244
día 13	81	3167,928
día 14	69	3183,71
día 15	74	3094,427
día 16	79	3242,75
día 17	65	3178,921
día 18	71	3025,797
día 19	63	3062,089
día 20	60	3215,805
día 21	74	3114,687
día 22	70	3104,624
día 23	73	3306,928
día 24	73	3215,313
día 25	73	3232,399
día 26	72	3235,328
día 27	79	3159,107
día 28	72	3219,294
día 29	70	3106,12
día 30	69	3081,911

Tabla 18: Consumo diario (kWh)

A nivel de consumo, la media se encuentra en 3150,51 kWh/día. Para poder calcular el beneficio extraído de la venta de energía es necesario explicar cómo se han calculado los precios de compra y venta el kWh.



Gráfica 5: Coches cargados al día por tipología



Gráfica 6: Variación consumo diario en un mes

8.6 Precio del kWh

En primer lugar, se van a explicar las decisiones y suposiciones tomadas para fijar los precios de compra y venta del kWh. En la siguiente gráfica se representan los precios del kWh por franja horaria y ubicación para el mes de junio.

Hora	Península, Baleares y Canarias	Ceuta y Melilla
00h	0,3608 €/kWh	0,3608 €/kWh
01h	0,36396 €/kWh	0,36396 €/kWh
02h	0,3637 €/kWh	0,3637 €/kWh
03h	0,36889 €/kWh	0,36889 €/kWh
04h	0,37886 €/kWh	0,37886 €/kWh
05h	0,38714 €/kWh	0,38714 €/kWh
06h	0,37509 €/kWh	0,37509 €/kWh
07h	0,38815 €/kWh	0,39471 €/kWh
08h	0,39471 €/kWh	0,39471 €/kWh
09h	0,35206 €/kWh	0,35206 €/kWh
10h	0,38627 €/kWh	0,33785 €/kWh
11h	0,37532 €/kWh	0,37532 €/kWh
12h	0,37035 €/kWh	0,37035 €/kWh

13h	0,36674 €/kWh	0,36674 €/kWh
14h	0,30881 €/kWh	0,35689 €/kWh
15h	0,29974 €/kWh	0,29974 €/kWh
16h	0,30053 €/kWh	0,30053 €/kWh
17h	0,30446 €/kWh	0,30446 €/kWh
18h	0,36021 €/kWh	0,31213 €/kWh
19h	0,39013 €/kWh	0,39013 €/kWh
20h	0,43427 €/kWh	0,43427 €/kWh
21h	0,46188 €/kWh	0,46188 €/kWh
22h	0,42263 €/kWh	0,47135 €/kWh
23h	0,42117 €/kWh	0,42117 €/kWh

Tabla 19: Precio del kWh por franja horaria

Para el cálculo del coste de compra por parte del promotor del kWh se ha calculado el precio medio durante las horas de uso de los dispensadores (de seis de la mañana a 10 de la noche) y se le ha aplicado un descuento del 15% al tratarse de un contrato con la comercializadora con beneficios bilaterales:

$$c. u. kWh = \left(\frac{\sum c. u. kWh \text{ por hora}}{16} \right) * (1 - 0,15) = 0,312 \text{ €/kWh}$$

Así se define el precio de compra del kWh del promotor a la compañía comercializadora.

Por otro lado, para definir el precio de venta del kWh a los usuarios, se han definido tres tarifas en función de la potencia de los vehículos. Los vehículos se han clasificado según su potencia en tres tipologías:

- Tipo 1: potencia entre 82 y 99 kW
- Tipo 2: potencia entre 100 y 294 kW
- Tipo 3: potencia entre 295 y 320 kW

Los precios de venta según el tipo de vehículo se han fijado incrementando en un porcentaje de 15%, 30% y 43% el precio de compra respectivamente para cada tarifa, los precios de venta resultantes son:

TARIFA VENTA		
TIPO	c.u. kWh (€)	Beneficio unitario (€)
1	0,35854211	0,04676636
2	0,40530848	0,09353273
3	0,44583932	0,13406357

Tabla 20: Tarifa por tipo de vehículo

Las tarifas de kWh en electrolinera en España suelen rondar entre los 0,20 y los 0,55 €/kWh, por lo tanto, las tarifas de la electrolinera que se ha diseñado se encuentran en la media nacional.

8.7 Precio del kWh

Aplicando las tarifas explicadas anteriormente, se obtiene un beneficio mensual de 8.323,27 €

Muestra	kWh consumidos	Gastos venta (€)	Ingresos venta (€)	Beneficio diario (€)
día 1	3136,591	977,91 €	1.257,26 €	279,35 €
día 2	3034,981	946,23 €	1.219,11 €	272,87 €
día 3	3038,561	947,35 €	1.214,91 €	267,56 €
día 4	3171,408	988,77 €	1.277,68 €	288,91 €
día 5	3197,628	996,94 €	1.291,67 €	294,73 €
día 6	3109,785	969,56 €	1.231,69 €	262,14 €
día 7	3183,51	992,54 €	1.283,38 €	290,84 €
día 8	3146,203	980,91 €	1.267,86 €	286,95 €
día 9	3175,402	990,01 €	1.272,04 €	282,02 €
día 10	3138,454	978,49 €	1.205,36 €	226,87 €
día 11	3056,271	952,87 €	1.231,25 €	278,37 €
día 12	3179,244	991,21 €	1.297,60 €	306,39 €
día 13	3167,928	987,68 €	956,59 €	- 31,09 €
día 14	3183,71	992,60 €	1.292,40 €	299,80 €
día 15	3094,427	964,77 €	1.247,29 €	282,52 €
día 16	3242,75	1.011,01 €	1.315,72 €	304,71 €
día 17	3178,921	991,11 €	1.301,10 €	309,99 €
día 18	3025,797	943,37 €	1.212,56 €	269,19 €
día 19	3062,089	954,69 €	1.254,58 €	299,89 €
día 20	3215,805	1.002,61 €	1.338,82 €	336,21 €
día 21	3114,687	971,08 €	1.251,78 €	280,70 €
día 22	3104,624	967,95 €	1.247,82 €	279,87 €
día 23	3306,928	1.031,02 €	1.327,76 €	296,74 €
día 24	3215,313	1.002,46 €	1.303,06 €	300,60 €
día 25	3232,399	1.007,78 €	1.301,15 €	293,36 €
día 26	3235,328	1.008,70 €	1.307,24 €	298,55 €
día 27	3159,107	984,93 €	1.272,18 €	287,25 €
día 28	3219,294	1.003,70 €	1.300,49 €	296,79 €
día 29	3106,12	968,41 €	1.252,30 €	283,88 €
día 30	3081,911	960,87 €	1.258,18 €	297,31 €

Tabla 21: Beneficio diario por la venta del kWh

8.8 Resumen inversión inicial

Para poder calcular el retorno de la inversión, se han recopilado de manera resumida los gastos asociados a diseño e implantación de la instalación.

Tal como se calcula en el apartado de inversión inicial el gasto total asciende a 72.996,17 euros. A continuación, se resumen las principales partidas que contribuyen a dicho gasto.

ALMACENAMIENTO			
Nº de baterías	Capacidad almacenamiento (kWh)	Potencia simultánea (kW)	Coste total
1	140	160	40.000,00 €

Tabla 22: Coste almacenamiento

CARGADORES		
Nº de cargadores	Potencia unitaria cargador (kW)	Coste total
2	160	20.000,00 €

Tabla 23: Costes cargadores

OBRA CIVIL				
M zanja	m2 reposición calzada: hormigón	m3 hormigón en masa	m tubo	Coste total
27	10,8	2,16	27	2.695,92 €

Tabla 24: Coste obra civil

BAJA TENSIÓN			
nº plazas	m. 70 mm2 (3F+N+T) CU	m 95 mm2 (3F+N+T) CU	Coste total
2	17	4	10.300,25 €

Tabla 25: Coste baja tensión

8.9 Plazo de recuperación

El *payback* o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

Para calcular en cuánto tiempo se recuperará la inversión inicial calculada en el apartado anterior, se cuantificará el beneficio mensual real teniendo en cuenta los gastos de operación y mantenimiento.

Para asegurar que los puntos de recarga estén actualizados y sean funcionales, se ha calculado un gasto de mantenimiento anual de 180 euros, lo que supone un gasto mensual de 15 euros al mes. Por otro lado, los costes de operación se calculan como el coste que supone tener en marcha los puntos de recarga, es decir, los gastos asociados a la venta de energía calculados en el apartado anterior.

De esta manera se calcula el beneficio mensual acumulado:

Mes 0	Mes 1			Mes 2		Mes 3		Mes 4	
Coste instalación	Coste operación + mantenimiento	ingresos	Beneficio	Beneficio	Beneficio acumulado	Beneficio	Beneficio acumulado	Beneficio	Beneficio acumulado
72.996,17 €	29.482,54 €	37.790,81 €	8.308,27 €	8.308,27 €	16.616,55 €	8.308,27 €	24.924,82 €	8.308,27 €	33.233,10 €

Mes 5		Mes 6		Mes 7		Mes 8		Mes 9	
Beneficio	Beneficio acumulado								
8.308,27 €	41.541,37 €	8.308,27 €	49.849,64 €	8.308,27 €	58.157,92 €	8.308,27 €	66.466,19 €	8.308,27 €	74.774,47 €

Tabla 26: Ingresos y gastos mensuales

Como se puede apreciar, al finalizar el noveno mes el beneficio acumulado supera la inversión inicial realizada por lo que el plazo de recuperación es de nueve meses. Debido a que se recupera la inversión en menos de un año no es necesario actualizar los costes ya que no afecta la inflación anual.

8.10 Conclusiones

Los coches eléctricos se presentan como una alternativa sostenible que cada vez va recortando terreno a los automóviles tradicionales, este aumento de vehículos eléctricos va ligado a un aumento del diseño y construcción de puntos de recarga.

Este proyecto demuestra que, para aquel usuario que desee invertir en este tipo de instalación, se trata de una inversión rentable ya el retorno de la inversión es temprano (menor a un año). Este estudio demuestra que, para un autónomo que desee instalar un punto de recarga en su negocio, es más rentable la instalación de un punto de recarga autogestionado que llegar a un acuerdo bilateral con un operador de recarga.

Es necesario mencionar que para realizar este estudio se han considerado unos supuestos y condiciones de partida que han influido de manera directa en los resultados. Para obtener resultados precisos es recomendable realizar un estudio de mercado y dimensionar la llegada y el tipo de coches de manera realista respecto a las circunstancias socio-económicas en las que se realice la instalación.

El desarrollo del simulador en Codesys puede utilizarse para planteamientos futuros y resolver nuevas cuestiones realizando cambios mínimos en la programación del autómatas ¿Cómo cambia el retorno de la inversión si se decide no incluir la batería de almacenamiento? ¿Y si la instalación se alimenta a mayor potencia? ¿Y si deseo instalar más cargadores?

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Europea (2018). Una economía baja en carbono para 2050. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_es 49
2. Contexto energético europeo obtenido de Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 | (mitma.es) y Agencia Europea de Medio Ambiente — Agencia Europea de Medio Ambiente (europa.eu)
3. Estudio contaminación y cambio climático. Obtenido de <https://scripps.ucsd.edu/research>
4. Emisiones de GEI en el transporte. Obtenido de Indicators (europa.eu)
5. Infraestructura vehículos eléctricos. Obtenido de Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico (ecodes.org)
6. Coste mantenimiento y materiales <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>
7. Cálculos eléctricos. Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias.
8. Cálculos eléctricos. ITC-BT-52. Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.
9. Cálculos eléctricos: Norma UNE 48103, UNE-HD 60.364-5-52
10. Manual de usuario CODESYS obtenido de <https://help.codesys.com/>
11. Hoja de datos HPC-Booster y HPC-dispenser

ANEXO

Se adjuntan como anexo:

- Hoja de datos HPC-Booster y HPC-dispenser
- Matriz completa orden de llegada de vehículos
- Matriz completa potencia vehículos
- Matriz completa almacenamiento máximo
- Matriz completa carga inicial vehículos

High Power Charging

Capacidad de carga de 320 kW en la red de distribución de energía limitada



StoraXe® Tecnología de carga en una nueva dimensión HPC-Booster y HPC-Dispenser

Implementación con una potencia de carga de hasta 320 kW para vehículos eléctricos, sin ampliación de la limitada red de distribución: esto es lo que ofrece el nuevo Booster y dispensador HPC como sistema de carga rápida basado en el almacenamiento. Puerto de una o dos estaciones de carga con una potencia de 160 o 320 kW.



HPC-Dispenser

HPC-Booster

HIGHLIGHTS

- ≥ Hasta 320 kW de potencia de carga de CC en un dispensador o dividida por la mitad entre dos dispensadores
- ≥ Instalación exterior directamente en la red de distribución de energía limitada
- ≥ El diseño más compacto como sistema completo
- ≥ Fácil transporte, rápida integración de TI
- ≥ Sistema distribuido para una fácil instalación in situ
- ≥ Comprobado para su uso según la última norma de carga IEC 61851-1:2017
- ≥ Seguridad certificada por TÜV para su instalación en áreas públicas

StoraXe® HPC-Booster Almacenamiento y conversión de energía

- Diseñado para todos los niveles de voltaje de las redes de tracción a bordo: ambos compatibles con los vehículos eléctricos existentes desde 150 V, así como a futuro para los próximos vehículos hasta 920 V
- Electrónica de potencia integrada, aire acondicionado, unidad de gestión de la energía, seguridad/cortafuegos y unidad de comunicación mediante comunicaciones móviles o Ethernet
- Conexión directa de CA a la red de distribución a nivel de 400 V
- OCPP (Open Charge Point Protocol)

Big-LinX® Energy La solución ADS-TEC en la nube para la vigilancia/control desde cualquier lugar

- Plataforma de servicio de IO Big-LinX para el acceso mundial a todos los sistemas de almacenamiento de energía
- Administración y gestión (supervisión, control y vigilancia de las baterías)
- Seguridad "State of the art" con certificación Soft- und Hardwarez (Smartcard)

StoraXe® HPC-Dispenser Estación de carga rápida para vehículos eléctricos

- Hasta 320 kW de potencia de carga por dispensador
- Carga con reducción de ruido: óptima también para zonas residenciales
- Las posiciones de los enchufes de carga son perfectamente accesibles debido al alto punto de suspensión del cable
- Cable de carga enfriado por líquido
- Por defecto con el enchufe tipo CCS2
- Pantalla táctil HD de 10 pulgadas integrada como interfaz de usuario
- Opcional: Medición de la energía mediante un medidor de CC calibrado

StoraXe® Sistemas de almacenamiento de energía

"Tecnología para profesionales" Hecha en Alemania

- Células seleccionadas de fabricantes de renombre con efectos mínimos de envejecimiento
- Herramienta patentada para la monitorización de células durante todo el ciclo de vida
- Cumplimiento de las normas y certificaciones vigentes



High Power Charging Capacidad de carga de 320 kW en la red de distribución de energía limitada



StoraXe® Tecnología de carga en una nueva dimensión HPC-Booster y HPC-Dispenser

Implementación con una potencia de carga de hasta 320 kW para vehículos eléctricos, sin ampliación de la limitada red de distribución: esto es lo que ofrece el nuevo Booster y dispensador HPC como sistema de carga rápida basado en el almacenamiento. Puerto de una o dos estaciones de carga con una potencia de 160 o 320 kW.



HPC-Dispenser

HPC-Booster

HIGH LIGHTS

- ≥ Hasta 320 kW de potencia de carga de CC en un dispensador o dividida por la mitad entre dos dispensadores
- ≥ Instalación exterior directamente en la red de distribución de energía limitada
- ≥ El diseño más compacto como sistema completo
- ≥ Fácil transporte, rápida integración de TI
- ≥ Sistema distribuido para una fácil instalación in situ
- ≥ Comprobado para su uso según la última norma de carga IEC 61851-1:2017
- ≥ Seguridad certificada por TÜV para su instalación en áreas públicas

StoraXe® HPC-Booster Almacenamiento y conversión de energía

- Diseñado para todos los niveles de voltaje de las redes de tracción a bordo: ambos compatibles con los vehículos eléctricos existentes desde 150 V, así como a futuro para los próximos vehículos hasta 920 V
- Electrónica de potencia integrada, aire acondicionado, unidad de gestión de la energía, seguridad/cortafuegos y unidad de comunicación mediante comunicaciones móviles o Ethernet
- Conexión directa de CA a la red de distribución a nivel de 400 V
- OCPP (Open Charge Point Protocol)

Big-LinX® Energy La solución ADS-TEC en la nube para la vigilancia/control desde cualquier lugar

- Plataforma de servicio de IO Big-LinX para el acceso mundial a todos los sistemas de almacenamiento de energía
- Administración y gestión (supervisión, control y vigilancia de las baterías)
- Seguridad "State of the art" con certificación Soft- und Hardwarez (Smartcard)

StoraXe® HPC-Dispenser Estación de carga rápida para vehículos eléctricos

- Hasta 320 kW de potencia de carga por dispensador
- Carga con reducción de ruido: óptima también para zonas residenciales
- Las posiciones de los enchufes de carga son perfectamente accesibles debido al alto punto de suspensión del cable
- Cable de carga enfriado por líquido
- Por defecto con el enchufe tipo CCS2
- Pantalla táctil HD de 10 pulgadas integrada como interfaz de usuario
- Opcional: Medición de la energía mediante un medidor de CC calibrado

StoraXe® Sistemas de almacenamiento de energía

"Tecnología para profesionales" Hecha en Alemania

- Células seleccionadas de fabricantes de renombre con efectos mínimos de envejecimiento
- Herramienta patentada para la monitorización de células durante todo el ciclo de vida
- Cumplimiento de las normas y certificaciones vigentes

adstec

Energy

HPC-Booster y HPC-Dispenser

Datos técnicos

HPC-Booster (amplificador de potencia)

Red	Forma de la red	Trifásica
	Frecuencia de la red	50 Hz
	Potencia de entrada de la red	50 o 110 kVA
	Voltaje de entrada de la red	346 - 415 V (+/- 10%)
	Corriente de entrada	Máx. 186 A
Sistema de baterías	Batería Performance Warranty	Hasta 10 años*
	Química celular	Iones de litio
	Capacidad de la batería	140 kWh
	Refrigeración	Refrigerado por aire y líquido
HPC-Booster	Capacidad de carga del vehículo	2x 160 kW / 1x 320 kW
	Rendimiento	95% en potencia nominal de salida
	Mercados de destino	UE**
	Emisiones de ruido	Carga con reducción de ruido, también para la instalación en zonas residenciales
	L x An x Al	1,3 x 1,3 x 1,4 m más cimientos y cableado subterráneo
	Peso (total)	2,8 t (incluido el medio de refrigeración y las baterías)
	Opción de instalación	Máx. 100 m al dispensador
Interfaces de comunicación	Conexión de fondo	Cable fibroóptico, 4G, Ethernet
	Protocolo	OCPP1.6
Condiciones ambientales	Rango de temperatura	-30 °C a 50 °C
	Opción de instalación	Área exterior***
Normas/Seguridad	Seguridad	Seguridad de la batería según IEC 62619 Seguridad del inversor según EN 62477-1
	Conformidad	CE, UL
	EMV	EN 61000-6-2; EN 61000-6-4
	Transporte	Prueba UN 38.3 para baterías de litio

HPC-Dispenser (estación de carga rápida)

Dimensiones	L x An x Al	Área de la base 0,4 x 0,4 m, altura 2,7 m
	Peso	170 kg
Sistema	Pantalla	Pantalla táctil HD de 10 pulgadas optimizada para la luz solar
	Autenticación	RFID
	Medición de energía	Opcionalmente por el medidor de energía DC calibrado
	Clase de vandalismo	IK09
	Emisiones de ruido	Sin ruido, sin fugas de aire de refrigeración
Cable de carga	refrigeración	refrigerado por líquido
	Tipo de enchufe	CCS2**
	Funcionalidad	Cable flexible para acceder cómodamente a las tomas de carga del vehículo
	Longitud del cable	3,8 m, sin contacto con el suelo en condiciones de acoplamiento

El contenido de este folleto ha sido preparado con el mayor cuidado posible. Sin embargo, no se garantiza la exactitud, integridad y actualidad de la información e ilustraciones. Está sujeto a cambios sin previo aviso y las ilustraciones pueden diferir. Todos los nombres de los productos son marcas comerciales y marcas registradas de sus respectivos propietarios.

ads-tec Energy GmbH
Heinrich-Hertz-Strasse 1
D-72622 Nuertingen
Teléfono +49 7022 2522-201
Telefax +49 7022 2522-406



* Garantía de fábrica basada en el contrato de servicio
** También disponible en EE. UU. y Canadá con CCS1
*** Sujeto a la aprobación de las autoridades locales

DE-HAND-93222-2/B HPC hoja de datos 501-2020



