



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

**Estudio de la capacidad para la movilidad  
del coche eléctrico en zona urbana en el  
municipio de Aranda de Duero**

**Autor:**

**Vives Vázquez, Sebastián**

**Tutor:**

**Pérez Blanco, Esteban**

**Departamento de CMelM /  
Ingeniería mecánica.**

**Valladolid, julio de 2024.**

## **AGRADECIMIENTOS:**

Quiero empezar agradeciendo la elaboración de este trabajo a Dios, por haberme colmado de tanta abundancia, amor, apoyo, así como de una excelente salud y familia y por haberme permitido conocer gente maravillosa y vivir grandes experiencias a lo largo de estos años de carrera, que sin duda han dejado una huella en mí corazón.

También quiero dedicar la realización de este Trabajo de Fin de Grado, a mi familia, a mis hermanos y especialmente a mis padres por todo el amor, apoyo, y respeto que me han brindado a lo largo de toda mi vida.

Por otra parte, quiero agradecer a mi tutor Esteban la ayuda y el apoyo que he recibido por su parte desde el primer momento en que decidimos realizar este proyecto juntos.

Por último, quiero dedicar este proyecto a mis compañeros de clase, por los buenos momentos y experiencias que hemos compartido juntos durante la carrera.

## **RESUMEN:**

Como bien sabemos, las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero asociadas a la movilidad urbana de los vehículos motorizados, producen grandes daños sobre el medio ambiente y la salud de las personas, comprometiendo el futuro de nuestra generación y el de las generaciones futuras. Por lo tanto, si queremos conseguir un futuro más sostenible en España, es fundamental que, en las áreas urbanas de los municipios españoles, se vean reducidas las emisiones de los turismos. Es por este motivo por lo que en este estudio se plantea un escenario futuro en el municipio de Aranda de Duero, específicamente en el año 2030, en el que los turismos eléctricos enchufables tendrán un mayor peso sobre el parque de turismos del que tienen actualmente.

## **PALABRAS CLAVE:**

Turismo eléctrico enchufable, movilidad urbana, movilidad urbana sostenible, Aranda de Duero.

## **ABSTRACT:**

As we well know, CO<sub>2</sub> emissions and other greenhouse gases associated with urban mobility of motor vehicles cause great damage to the environment and people's health, compromising the future of our generation and that of future generations. Therefore, if we want to achieve a more sustainable future in Spain, it is essential that, in the urban areas of Spanish municipalities, emissions from passenger cars are reduced. For this reason, this study proposes a future scenario in the municipality of Aranda de Duero, specifically in the year 2030, in which plug-in electric passenger cars will have a greater weight in the passenger car fleet than they do currently.

## **KEYWORDS:**

Plug-in electric vehicle, urban mobility, urban mobility sustainable, Aranda de Duero.



# ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Contexto y justificación del estudio .....	14
1.2. Objetivos del estudio .....	14
1.3. Planteamiento.....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Conceptos básicos de movilidad urbana .....	18
2.1.1. Definición de movilidad .....	18
2.1.2. Tipos de movilidad urbana .....	18
2.1.3. Impactos de la movilidad urbana.....	19
2.1.4. Movilidad urbana sostenible .....	24
2.1.5. Planes de movilidad urbana sostenible (PMUS).....	24
2.2. La descarbonización del transporte (Objetivo 55) .....	28
2.3. Conceptos básicos de electricidad.....	30
2.3.1 Tipos de corriente .....	32
2.3.2. Tipos de instalaciones eléctricas .....	35
2.4. Conceptos básicos sobre el coche eléctrico.....	37
2.4.1. Breve historia del coche eléctrico.....	37
2.4.2. Componentes de un coche eléctrico .....	39
2.4.3. Principales tipos de coches eléctricos.....	41
2.4.4. Breve análisis de la situación actual del coche eléctrico en Europa y España .....	42
2.5. Infraestructura de recarga para vehículos eléctricos .....	47
2.5.1. Tipos de cargadores.....	47
2.5.2 Tipos de carga .....	49
2.5.3. Breve análisis de la infraestructura de recarga eléctrica actual en España y Castilla y León .....	53
2.6. Breve descripción del municipio de Aranda de Duero .....	55
2.6.1. Historia.....	55
2.6.2. Otros datos .....	56
3.INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN ARANDA DE DUERO.....	59
3.1. Actuales puntos de recarga eléctrica en Aranda de Duero .....	60

4. PROSPECCIÓN DEL PARQUE DE TURISMOS ELECTRIFICADOS (PHEV+BEV) EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030 .....	67
4.1. Análisis del parque automotor de Aranda de Duero .....	68
4.2. Estimación del parque automotor de Aranda de Duero. Año 2030.....	70
4.3. Características técnicas de los turismos electrificados (BEV+PHEV) de Aranda de Duero. Año 2030.....	78
4.4. Potenciales beneficios y barreras para la implementación del coche eléctrico y su infraestructura de recarga eléctrica en Aranda de Duero.....	85
5. LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE (OBJETIVO 55) EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030 .....	95
5.1. Estimación de las emisiones de CO2 producidas por los turismos en Aranda de Duero. Año 2022.....	97
5.2. Estimación de las emisiones de CO2 producidas por los turismos en Aranda de Duero. Año 2030.....	100
5.3. Comparativa emisiones año 2022 vs año 2030.....	101
6.DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS NECESARIA EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030.....	103
6.1. Requisitos técnicos para la implementación de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos .....	104
6.2. Estimación del consumo eléctrico del parque de turismos electrificados (BEV+PHEV) de Aranda de Duero. Año 2030 .....	107
6.3. Infraestructura de recarga eléctrica Aranda de Duero. Año 2030.....	122
6.3.1. Estimación de recargas eléctricas realizadas por el parque de turismos electrificados. Año 2030.....	122
6.3.2 Estimación de los puntos de recarga eléctrica. Año 2030 .....	128
6.3.3. Distribución de los puntos de recarga eléctrica en Aranda de Duero. Año 2030.....	129
7. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	131
7.1. Costes directos del Proyecto.....	133
7.2. Costes indirectos del Proyecto.....	136
7.3. Coste total del Proyecto.....	137
8.CONCLUSIONES .....	139
8.1 Contribuciones del estudio .....	140
8.1.1. Contribución del estudio al desarrollo de los ODS (Agenda 2030) .....	140

8.1.2. Contribución del estudio al municipio de Aranda de Duero .....	141
8.2. Síntesis de resultados obtenidos y conclusiones.....	142
8.3 Líneas futuras .....	143
9. BIBLIOGRAFÍA.....	145
BIBLIOGRAFÍA .....	146

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Estado de elaboración de los PMUS en los municipios españoles con una población superior a los 15.000 habitantes. Año 2019. Fuente: OTLE. ....	25
Ilustración 2. PMUS Aranda de Duero. Fuente: Ayuntamiento de Aranda de Duero. ....	25
Ilustración 3. Zonificación Interna del municipio de Aranda de Duero. Fuente: PMUS Aranda.....	27
Ilustración 4. Emisiones totales de GEI por sector en España Año 2022. Fuente: Elaboración propia. ....	30
Ilustración 5. Contribución de los diferentes gases a las emisiones brutas totales de GEI en España Año 2022.Fuente: MITECO.....	30
Ilustración 6.Representación de la intensidad y el voltaje de la corriente Alterna. Fuente: SlideShare y Queztal Ingeniería.....	32
Ilustración 7.Tipos de cables de una instalación eléctrica. Fuente: Tecnología .....	33
Ilustración 8.Tipos de corriente trifásica. Fuente: Ingeniería de Máquinas y Sistemas Eléctricos.....	34
Ilustración 9. Comparativa corriente alterna trifásica y monofásica. Fuente: Techno Lapse .....	35
Ilustración 10. Primer coche eléctrico de la historia y su inventor Robert Anderson. Fuente: Ecointeligencia.....	37
Ilustración 11. Tesla Roadster 2008. Fuente: Importar Tesla.....	39
Ilustración 12.Cuota de matriculación de turismos en España Año 2023.Fuente ANFAC. ....	43
Ilustración 13. Cuota de matriculación BEV+PHEV en España 2020-2023.Fuente: ANFAC .....	43
Ilustración 14.Parque de turismos España Año 2023. Fuente: ANFAC.....	44

Ilustración 15. Ranking Europa cuota de matriculación BEV año 2023. Fuente: ANFAC. ....	45
Ilustración 16. Ranking cuota de matriculación PHEV Europa 2023.Fuente: ANFAC. ....	46
Ilustración 17.Venta coches eléctricos en Europa 2016-2023.Fuente: Agencia Internacional de Energía.....	47
Ilustración 18. Imagen de una electrolinera de noche. Fuente: Blogs MAPFRE .....	48
Ilustración 19.Cable de conexión con caja de protección y control. Fuente: Gerais, tienda en línea.....	51
Ilustración 20.BEV cargándose en el hogar con un dispositivo Wallbox. Fuente: Somos eléctricos.....	51
Ilustración 21.Conectores de corriente alterna. Fuente: Evexpert-.....	52
Ilustración 22. Tipos de conectores de corriente continua. Fuente: Laboratorios Blau.....	53
Ilustración 23.Puntos de recarga de acceso público en España 2019-2023. Fuente: ANFAC.....	54
Ilustración 24. Mapa de los puntos de recarga de acceso público en servicio en España. Fuente: ANFAC.....	54
Ilustración 25. Fachada Iglesia Santa María Aranda de Duero. Fuente: Archidiócesis de Burgos.....	55
Ilustración 26. Fachada Iglesia San Juan Aranda de Duero. Fuente: Vuelta Burgos.....	56
Ilustración 27. Mapa puntos de recarga eléctricos Aranda de Duero. Fuente: Electromaps.....	60
Ilustración 28. Punto de recarga Repsol Aranda de Duero. Fuente: Electromaps.....	61
Ilustración 29.Puntos de recarga Mercadona Calle Carrequemada,38. Fuente: Electromaps.....	62
Ilustración 30. Punto de recarga AVIA Aranda de Duero. Fuente: Electromaps. ....	62
Ilustración 31.Puntos de recarga Estación de Servicio Valsarce. Fuente: Electromaps.....	63
Ilustración 32. Puntos de recarga supermercado Lidl Aranda de Duero. Fuente: Electromaps.....	63

Ilustración 33. Estación de carga ultra rápida Zunder Pradosport. Fuente: Zunder.....	64
Ilustración 34. Poste eléctrico Calle Quinta Julia, 31 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps.....	65
Ilustración 35. Poste eléctrico Calle de la Ribera, 10 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps.....	65
Ilustración 36. Postes eléctricos Calle San Francisco, 42 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps.....	66
Ilustración 37. Postes eléctricos Calle de la Hispanidad 0 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps.....	66
Ilustración 38.Parque de turismos Aranda de Duero 2019-2023. Fuente: Elaboración propia. ....	68
Ilustración 39.Parque de turismos por antigüedad Aranda de Duero año 2023.Fuente: Elaboración Propia.....	69
Ilustración 40. Parque de turismos Aranda de Duero según distintivo ambiental año 2022. Fuente: Elaboración propia.....	69
Ilustración 41.Parque de turismos Aranda de Duero 2019-2030. Fuente: Elaboración propia. ....	71
Ilustración 42.Cuota de matriculación PHEV España años 2020-2030. Fuente: Elaboración propia. ....	73
Ilustración 43. Cuota de matriculación BEV España años 2020-2030. Fuente: Elaboración propia. ....	74
Ilustración 44.Parque de turismos Aranda de Duero según categoría de turismo año 2030. Fuente: Elaboración propia.....	78
Ilustración 45.Dacia Spring Electric 65 cargándose. Fuente: Dacia.....	82
Ilustración 46. MG4 Electric Comfort cargándose. Fuente:HighMotor. ....	83
Ilustración 47. Nissan LEAF cargándose. Fuente: Car and Driver.....	83
Ilustración 48.Ford Kuga PHEV cargándose.Fuente:MotorPasion.....	85
Ilustración 49.Factura compraventa Dacia Electric 65. Fuente: Dacia. ....	89
Ilustración 50. Características técnicas dispositivo Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox.....	105
Ilustración 51. Ejemplo de infraestructura eléctrica con cargadores Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox.....	106
Ilustración 52. Ventajas para el usuario Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox. ....	106

Ilustración 53. Características técnicas generales del Ingerev Rapid 50. Fuente: Ingeteam.....	106
Ilustración 54. Temperatura promedio Aranda de Duero por meses. Fuente: Weather Spark.....	108
Ilustración 55. Temperatura media por horas Aranda de Duero año 2023. Fuente: Weather Spark.....	109
Ilustración 56. Temperaturas diurnas y nocturnas medias en España por meses. Fuente: Datos Mundial. ....	110
Ilustración 57. Calculadora autonomía Dacia Spring Electric 65. Fuente: Dacia España. ....	112
Ilustración 58. Distribución puntos de recarga eléctrica Aranda de Duero. Año 2030. Fuente: Elaboración propia. ....	129
Ilustración 59. ODS. Fuente: ONU.....	140

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características técnicas Dacia Spring 65, MG4 Standard y Nissan LEAF. Fuente: Elaboración propia. ....	79
Tabla 2. Tiempos de carga Dacia Spring Electric 65. Fuente: Elaboración propia. ....	80
Tabla 3. Tiempos de carga MG4 Standard. Fuente: Elaboración propia. ....	81
Tabla 4. Tiempos de carga Nissan LEAF. Fuente: Elaboración propia. ....	82
Tabla 5. Características técnicas Ford Kuga PHEV. Fuente: Elaboración propia. ....	84
Tabla 6. Tiempos de carga Ford Kuga PHEV. Fuente: Elaboración propia. ....	85
Tabla 7. Porcentaje del coste subvencionable de las infraestructuras eléctricas, programa MOVES III. Fuente: IDAE. ....	90
Tabla 8. Horas efectivas trabajadas en el proyecto. Fuente: elaboración propia. ....	133
Tabla 9. Costes de personal del proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	134
Tabla 10. Labores desempeñadas en el proyecto por el Ingeniero en Organización Industrial. Fuente: Elaboración propia. ....	134
Tabla 11. Labores desempeñadas en el proyecto por el director del proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	135
Tabla 12. Costes de personal. Fuente: Elaboración propia. ....	135

Tabla 13. Costes del inmovilizado empleado en el proyecto y sus costes de amortización. Fuente: Elaboración Propia .....	136
Tabla 14. Costes directos de materia prima del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.....	136
Tabla 15. Costes directos totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	136
Tabla 16. Costes indirectos totales del proyecto. Fuente: Elaboración Propia. ....	137
Tabla 17. Costes totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	137



# 1.INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contexto y justificación del estudio

El 24 de junio de 2021, el Parlamento Europeo aprobó la Ley del Clima de la Unión Europea. En dicha ley la UE convirtió en legalmente vinculantes los objetivos relacionados con lograr la neutralidad en carbono de la UE de cara al año 2050 y reducir las emisiones de la UE en un 55% para el año 2030 respecto a los niveles registrados en el año 1990 (Parlamento Europeo,2020). Para poder alcanzar este último objetivo, la Comisión Europea dio a conocer un paquete legislativo conocido como “Objetivo 55”.

Años más tarde, en los primeros meses de 2023 el Parlamento Europeo fijó nuevos objetivos dentro del “Objetivo 55” en relación con la aminoración de las emisiones de CO2 de los turismos y furgonetas tales como la reducción en un 55% de las emisiones de CO2 de los turismos y en 50% de las furgonetas de cara al año 2030, respecto a las emisiones del año 2021 (Parlamento Europeo,2023). Otro de los nuevos objetivos fijados fue la reducción en un 100% de las emisiones de CO2 de las furgonetas y turismos nuevos vendidos a partir del año 2035 (Parlamento Europeo,2023).

Por otra parte, el 23 de febrero de 2023, en Aranda de Duero se aprobó el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Aranda, en el cual se dieron a conocer una serie de medidas a través de las que se pretende conseguir que en un futuro el municipio de Aranda de Duero tenga una movilidad urbana sostenible.

La motivación de este estudio es la de plantear un escenario futuro, concretamente en el año 2030, en el que el municipio de Aranda de Duero cuente con una movilidad urbana más sostenible mediante la reducción de las emisiones de los turismos. En dicho escenario los turismos eléctricos enchufables del municipio de Aranda de Duero contarán con una mayor presencia dentro del parque automotor que con la que cuentan hoy en día.

## 1.2. Objetivos del estudio

El principal objetivo de este estudio es estimar cual será la cantidad de puntos de recarga eléctrica necesarios, para satisfacer la demanda de recargas de los turismos eléctricos enchufables, en el municipio de Aranda de Duero de cara al año 2030. Estimar cual será la demanda de recargas eléctricas de los turismos en el año 2030 en el municipio de Aranda de Duero, es otro de los principales objetivos de este proyecto.

Por otro lado, realizar una estimación del futuro parque de turismos de Aranda de Duero en 2030, también se encuentra entre las principales metas de este proyecto.

Entre los objetivos secundarios de este estudio se encuentra estimar en qué medida se verán reducidas las emisiones del parque de turismos de Aranda de Duero de cara al año 2030, con la finalidad de saber en qué medida se cumpliría el objetivo fijado por la Unión Europea en relación con la reducción de las emisiones de los turismos en un 55% de cara al año 2030.

Todas las estimaciones realizadas en este estudio serán hechas en base a unas series de premisas, las cuales han sido determinadas por los responsables de la elaboración de este proyecto. Dichas estimaciones se irán especificando durante el desarrollo de este estudio.

### 1.3. Planteamiento

Este documento formal está compuesto por un total de 9 capítulos, correspondiendo el primero de ellos a la introducción en la cual se da una justificación del porqué de la realización de este estudio, así como cuáles son los objetivos que se pretenden alcanzar en dicho estudio.

En el segundo capítulo se realizará un estudio teórico acerca de la movilidad urbana, del coche eléctrico y su infraestructura de recarga y de los conceptos básicos de electricidad. Además, en este capítulo se realizará una breve descripción del municipio de Aranda de Duero. A continuación, se expondrá el tercer capítulo, en el que se realizará un análisis de la actual infraestructura de recarga de vehículos eléctricos con la que cuenta Aranda de Duero.

El capítulo cuatro se corresponderá al estudio del parque de turismos de Aranda de Duero y la estimación del parque de turismos que habrá en el año 2030. Además, en este capítulo analizaremos que barreras de entrada y facilidades puede haber en la implantación del turismo eléctrico y su infraestructura de recarga en Aranda de Duero.

En el quinto capítulo, analizaremos en qué medida se reducirán las emisiones de CO<sub>2</sub> del parque de turismos estimado en 2030 respecto a las emisiones del año 2022, en línea con el objetivo fijado por la UE relacionado con la reducción en un 55% de las emisiones de los turismos de cara al año 2030. Posteriormente, en el capítulo seis, estimaremos la demanda de recargas eléctricas de los turismos eléctricos enchufables de Aranda de Duero en el

año 2030 así como la infraestructura de recarga eléctrica necesaria para satisfacer dicha demanda y los requisitos de implementación de dicha infraestructura.

El capítulo siete se corresponderá con el estudio económico del proyecto realizado. A continuación, en el octavo capítulo se expondrán los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas del trabajo, así como las contribuciones de dicho estudio. Por último, en el noveno capítulo se expondrá la bibliografía empleada para la elaboración de este estudio.

## 2. MARCO TEÓRICO

## 2.1. Conceptos básicos de movilidad urbana

### 2.1.1. Definición de movilidad

Lo primero que debemos saber es que la movilidad urbana es un derecho esencial que debe estar garantizado, de manera igualitaria, a todas las personas, sin establecer diferencias de ningún tipo (edad, sexo, recursos económicos, condición psíquica o física, etc.) (Obra Social Caja Madrid, 2010).

La movilidad urbana en la actualidad es concebida como un derecho, por lo que su finalidad no es únicamente la regulación y el aprovisionamiento de los servicios de transporte público, sino que también tiene el objetivo de satisfacer en condiciones de seguridad y bajo el principio de sostenibilidad, las necesidades de desplazamientos de las personas y mercancías dentro de las ciudades (OTLE, 2020).

No debemos confundir términos como transporte, tráfico o tránsito con movilidad urbana. Por una parte, tráfico hace referencia a la circulación por parte de los vehículos motorizados. Por otra parte, el término transporte hace referencia a los medios de transporte mecánicos (autobús, coche, moto, etc.) empleados en la movilidad urbana. Tránsito hace referencia a la circulación tanto de los peatones como de los vehículos motorizados y no motorizados.

### 2.1.2. Tipos de movilidad urbana

Las diferentes formas de movilidad que existen son las que veremos a continuación:

- Movilidad peatonal: este tipo de movilidad se emplea mayoritariamente para realizar desplazamientos de corta distancia en aquellos casos en los que el uso de un vehículo motorizado supone un mayor gasto de tiempo, energía y dinero para el usuario. En las últimas décadas, en las ciudades, este tipo de movilidad ha ido disminuyendo debido a la priorización del uso del suelo urbano para la construcción de edificios e infraestructuras de circulación diseñadas para los vehículos con motor (Ferrovial, 2024).
- Vehículo privado: esta forma de movilidad permite al usuario realizar desplazamientos de un punto a otro del área urbana mediante el uso

de su vehículo privado (moto, coche, ...). Este tipo de movilidad ha ido aumentando a través de los años ya que como hemos mencionado previamente, actualmente las ciudades cuentan con infraestructuras de circulación de vehículos motorizados cada vez de mayor capacidad.

- Transporte colectivo: puede ser público o privado y está caracterizado por el traslado de un colectivo de personas de un espacio a otro ya sea a través de autobús, metro, ferrocarril u otros medios. A pesar de que el autobús cuenta con una menor capacidad para albergar pasajeros y es más lento que el metro y el ferrocarril, es el medio más empleado de los tres, ya que cuenta con la ventaja de compartir infraestructura de circulación con los automóviles privados ya sean motorizados o no motorizados.
- Transporte en bicicleta: esta forma de desplazamiento junto con la movilidad peatonal genera cero emisiones a la atmósfera. Por el contrario, este tipo de movilidad es de las más inseguras ya que a pesar de que en las áreas urbanas ha incrementado la creación de carriles bici, en algunas ocasiones los usuarios que usan la bicicleta para desplazarse se ven obligados a circular en los mismos carriles que los vehículos motorizados.

### 2.1.3. Impactos de la movilidad urbana

Por otra parte, debemos comprender que la movilidad urbana, genera una serie de impactos en su entorno. Uno de los impactos está relacionado con el consumo de recursos y el otro está ligado a los impactos medioambientales.

#### **Consumo de recursos**

El consumo de recursos es algo inherente a la movilidad urbana. Los recursos consumidos como consecuencia de la movilidad urbana son el tiempo, el espacio vial, la energía, los recursos financieros y el suelo.

#### Tiempo

En relación con el tiempo, sabemos que el objetivo principal de los individuos al desplazarse en un área urbana es el de consumir la menor cantidad de tiempo posible.

El tiempo invertido en los desplazamientos realizados en vehículos motorizados, viene determinado por una serie de factores como son el

kilometraje recorrido o la velocidad media de circulación, la cual depende de la frecuencia de interrupciones en el trayecto (semáforos, accidentes u otros factores).

Otro factor que incrementa el tiempo total invertido en los desplazamientos es el tiempo realizado a pie para llegar hasta el vehículo (privado o público) con el que nos vamos a desplazar, Este tiempo vendrá determinado por una serie de factores, como por ejemplo la cercanía de las paradas de autobús al puesto de trabajo o al domicilio de los usuarios.

### Suelo

Por otra parte, el suelo es un recurso que es consumido a causa de la movilidad en áreas urbanas, ya que tanto para erigir como para usar una infraestructura de circulación se requiere del uso del suelo.

De manera común se define el firme de cualquier infraestructura de circulación (carreteras, vías urbanas, caminos,...) como un conjunto de capas superpuestas de forma horizontal, las cuales están compuestas de distintos materiales sueltos o materiales tratados con una sustancia aglomerante, cuyo objetivo es transmitir de manera correcta las cargas producidas por el tráfico, de manera que las capas situadas más abajo, no se vean deformadas de forma inaceptable durante al menos un cierto periodo de tiempo e independientemente de las condiciones meteorológicas externas (Bañón y Beviá,2000).

Las funciones del firme son las que presentamos a continuación:

- Resistir las cargas del tráfico.
- Proveer una superficie de rodadura que garantice la comodidad y seguridad de sus usuarios, cubiendo la posibilidad de que se produzcan daños y deformaciones aceptables en dicha superficie que serán solventadas a través de las labores de conservación y mantenimiento.
- Proteger a la explanada de manera especial del agua y las posibles precipitaciones.

No nos debemos olvidar del consumo de suelo de las infraestructuras que sirven como apoyo a las infraestructuras de circulación como pueden ser las estaciones de autobuses, las gasolineras, los puntos de recarga de los vehículos eléctricos etc. (Alcântara de Vasconcellos,2010).

### Espacio vial

En este apartado veremos el consumo del suelo destinado a la circulación y al estacionamiento de los vehículos, conocido como espacio vial.

En relación con el espacio vial consumido por parte de los vehículos, el vehículo motorizado privado (coche o moto) es el que más área consume (Alcântara de Vasconcellos, 2010).

Como hemos visto con antelación, no solo debemos tener en cuenta el área vial consumida por los vehículos a la hora de circular si no también el espacio empleado para que dichos vehículos puedan aparcar. Debemos saber que los vehículos motorizados se encuentran estacionados la mayor parte del tiempo, ya que al día pasan unas 20-22 horas inmóviles, haciendo un uso de manera casi constante del área vial, la cual es bastante escasa, como hemos mencionado antes. Cuando un vehículo se encuentra aparcado en una propiedad privada el coste del área ocupada recae sobre el propietario. Sin embargo, si el coche se encuentra aparcado en la vía pública recae sobre la sociedad, pudiendo causar la molestia de aquellas personas que no disponen de vehículo motorizado o de aquellas que usan de forma recurrente la vía pública para estacionar.

El área vial consumida por un individuo está relacionada con el tipo de vehículo utilizado para desplazarse, así como por el número de individuos que se encuentran en dicho vehículo. Es por ello por lo que examinar el área vial consumida en función del modo de transporte es esencial para elaborar políticas públicas de la manera más razonable y equitativa posible, ya que el espacio vial es reducido y tiene un alto coste.

### Energía

Respecto al consumo de la energía, debemos saber que todos los vehículos con motor requieren de energía para poder funcionar. Esta energía se divide en dos tipos: energía directa que es la energía requerida para realizar los desplazamientos del vehículo y energía indirecta, que es la energía requerida para producir la energía necesaria para que el vehículo pueda existir y estar preparado para circular.

La energía consumida por cada individuo viene definida en función del vehículo empleado para realizar el desplazamiento, así como el número de personas que hay en dichos vehículos una vez, este está circulando. El consumo de combustible de los vehículos es inversamente proporcional a la velocidad de circulación, por lo que, cuanto menor es la velocidad mayor es el consumo de combustible de los vehículos (Alcântara de Vasconcellos, 2010).

Es fundamental analizar el consumo energético en función del modo de transporte elegido, para aplicar políticas públicas que reduzcan al máximo el consumo energético siempre ofreciendo un transporte accesible y de garantías para todos.

## Recursos financieros

El último de los recursos, son los recursos de carácter financiero, que atañen tanto al gobierno, debido al coste que supone crear y mantener en condiciones óptimas una infraestructura de circulación, y a los individuos ya que estos deben hacerse cargo de los costes asociados al uso del vehículo personal como son el pago de ciertos impuestos, como puede ser el impuesto de circulación aquí en España o el pago de los mantenimientos del vehículo entre otros.

## **Impactos medioambientales**

La movilidad urbana genera una serie de impactos medioambientales como puede ser el desecho de todo tipo de materiales, como por ejemplo el caucho de los neumáticos o la carrocería de aquellos automóviles considerados inservibles, ya sea por causa de un accidente o de su longevidad (Alcântara de Vasconcellos,2010).

Otro de los impactos tiene que ver con el consumo de recursos extraños o escasos, como pueden ser el plástico, los minerales, las piedras y el asfalto empleados para construir las vías de tránsito o el consumo de metales como por ejemplo el hierro.

En la movilidad el “efecto barrera o de intrusión” se produce cuando el tráfico imposibilita el uso de medios de transporte no motorizados y la interacción social. El aumento del tráfico motorizado favorece la aparición de dicho efecto.

El empleo de los vehículos motorizados como medios de transporte en los entornos urbanos produce contaminación atmosférica y sonora. Dichos impactos son conocidos como “externalidades”, debido a que estos son impactos ocasionados por los propios individuos a otros individuos.

La contaminación acústica puede suponer un problema en la concentración y productividad de los ciudadanos, así como producir tensiones nocivas para la salud de las personas (Alcântara de Vasconcellos, 2010). Esto se puede traducir en problemas de audición, insomnio o estrés.

Antes de conocer cuáles son los diferentes tipos de contaminación atmosférica ocasionadas por la movilidad urbana de los vehículos motorizados, expondremos primero cuales son las principales sustancias contaminantes emitidas dichos vehículos.

Dichas sustancias son las siguientes: NOX (N y NO2)), gas carbónico (CO2), dióxido de carbono (CO2), micropartículas (MP) sólidas o líquidas (pueden

producir cáncer y penetran en las fosas nasales), hidrocarburos (CH<sub>4</sub>), plomo (Pb), Ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO).

A continuación, podemos apreciar los diferentes tipos de contaminación del aire asociada al uso de vehículos motorizados:

- Contaminación que perjudica la salud: este tipo de contaminación está relacionada con la emisión de sustancias nocivas a la salud, como son los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el CO (incompleta oxidación del carbono), los hidrocarburos, el SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) o el Ozono (O<sub>3</sub>).
- Contaminación sensible: es aquella que los individuos perciben mediante el olfato y la vista. Dicha contaminación provoca una sensación de malestar y molestia en las personas. Un ejemplo de este tipo de contaminación puede ser cuándo una persona percibe el fuerte olor a combustible quemado de un vehículo motorizado.
- Lluvias ácidas: este tipo de lluvias genera daños en los bosques. Los principales culpables de dicho fenómeno son los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y el SO<sub>2</sub>.
- Efecto invernadero: producido debido a la gran concentración de GEI (Gases de Efecto Invernadero). El principal responsable de este efecto es el CO<sub>2</sub>, debido a las emisiones de los vehículos motorizados.
- Efecto de la capa de ozono en los polos del planeta: la emisión de gases tales como los clorofluorcarbonos (CFC) a la atmósfera, debido al uso de aerosoles y refrigerantes, ha producido la descomposición de las moléculas de O<sub>3</sub> generando hueco en la capa de ozono situada sobre el polo sur. La capa de ozono es una capa situada en lo alto de la atmósfera que se encarga de protegernos de la radiación ultravioleta (UV) proveniente del sol. (NASA, s.f.). Esto ha ocasionado el aumento de las temperaturas en los polos.
- Smog fotoquímico: dicha contaminación está relacionada con la formación de nuevas sustancias contaminantes generadas a partir de las sustancias contaminantes emitidas a la atmósfera por parte de los vehículos con motor, como son el Ozono (O<sub>3</sub>) o el peróxidoacetil-nitrato (PAN).

#### 2.1.4. Movilidad urbana sostenible

Como hemos visto la movilidad urbana genera grandes impactos medioambientales que producen daños severos en el planeta y en la salud de las personas, es por ello por lo que es fundamental que el término sostenibilidad y movilidad urbana vayan de la mano para así conseguir una movilidad limpia, accesible a todos los ciudadanos y sostenible a largo plazo.

Antes de hablar de movilidad sostenible es oportuno que previamente conozcamos conceptos como el de desarrollo sostenible, el cual fue utilizado por primera vez en un informe elaborado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU conocido como “Informe Brundtland”. En dicho informe el término desarrollo sostenible es definido como “el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Obra Social Caja Madrid, 2010).

En el año 1992 en la “Cumbre de la tierra” celebrada en Brasil, al término de desarrollo sostenible se le añadió la teoría de que dicho desarrollo debía estar sustentando en tres pilares fundamentales: la justicia social, la conservación del medio ambiente y el progreso económico.

Según el MITECO (s.f.) “La movilidad sostenible implica garantizar que nuestros sistemas de transporte respondan a las necesidades económicas, sociales y ambientales, reduciendo al mínimo sus repercusiones negativas”.

#### 2.1.5. Planes de movilidad urbana sostenible (PMUS)

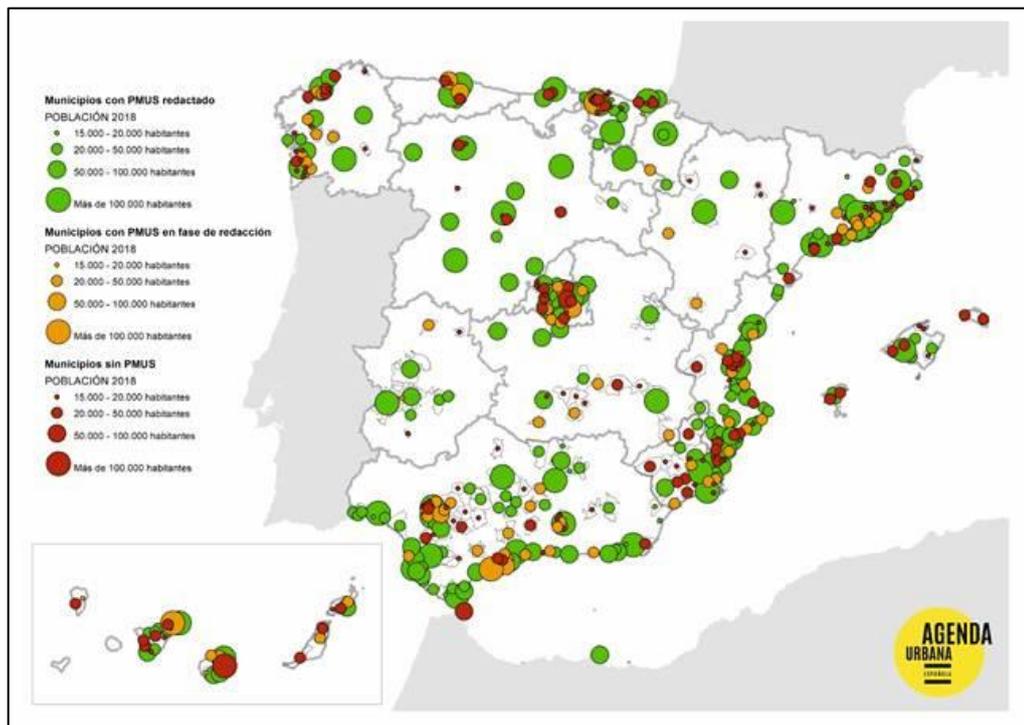
Según el OTLE (Observatorio del Transporte y la Logística en España) los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)

Son un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles en el espacio urbano, con una reducción en el consumo energético y las emisiones contaminantes, y logrando al mismo tiempo garantizar la calidad de vida de la ciudadanía. Buscan fomentar el transporte que haga compatible el crecimiento económico con la cohesión social, la seguridad vial y la protección del medio ambiente, garantizando así una mejor calidad de vida para los ciudadanos. (OTLE,2020, p.50)

Los PMUS probablemente tengan su origen en los planes de desplazamiento urbano impulsados por el Ministerio de Transportes de Francia en el año

1982 bajo la LOTI (Ley de Orientación del Transporte Interior por sus siglas en francés). Dichos planes en el año 1996 pasaron a ser de carácter obligatorio en las ciudades con más de 100.000 habitantes (OTLE,2020),

En la imagen de abajo podemos ver el estado de elaboración de los PMUS en los municipios españoles con una población superior a los 15.000 habitantes en el año 2019.



*Ilustración 1. Estado de elaboración de los PMUS en los municipios españoles con una población superior a los 15.000 habitantes. Año 2019. Fuente: OMLE.*

### PMUS Aranda de Duero

Como ya hemos citado anteriormente, el 23 de febrero de 2023, se aprobó el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Aranda de Duero (Boletín Oficial de la Provincia,2023).



*Ilustración 2. PMUS Aranda de Duero. Fuente: Ayuntamiento de Aranda de Duero.*

En el “Tomo II. Plan de acción” del PMUS se dan a conocer una serie de medidas propuestas por el Ayuntamiento de Aranda con la finalidad de conseguir una movilidad urbana sostenible y sin carbono en el municipio de Aranda de Duero. A continuación, expondremos a modo de narración algunas de las medidas planteadas para reducir las emisiones del transporte urbano.

Una de las medidas propuestas en el PMUS es la “Medida 5.3. Sostenibilidad y gestión eficiente de las áreas urbanas”. En dicha medida se propone la implantación y puesta en marcha de una Zona de Bajas Emisiones (ZBE).

Se entiende por zona de baja emisión el ámbito delimitado por una Administración pública, en ejercicio de sus competencias, dentro de su territorio, de carácter continuo, y en el que se aplican restricciones de acceso, circulación y estacionamiento de vehículos para mejorar la calidad del aire y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (PMUS Aranda,2022).

El Ayuntamiento de Aranda ha propuesto la realización de una ZBE que incluya el Casco Histórico del municipio, así como parte del barrio de Las Tenerías. Los requisitos para poder acceder a dicha zona serían los siguientes:

- Los vehículos de los residentes podrán acceder libremente a la ZBE.
- Las personas residentes o con movilidad reducida y los servicios de emergencia o de seguridad (policía municipal o nacional) podrán aparcar en la ZBE sin restricción alguna.
- Los no residentes que tengan vehículos con etiqueta Cero o Eco se les permitirá acceder libremente a esta zona, aunque solo podrán estacionar en los parkings o lugares permitidos, restringiendo el estacionamiento en una gran porción de la vía pública que estará destinada a las personas residentes.
- Las personas no residentes que sean propietarios ya sea de un establecimiento o de una vivienda y demuestren su titularidad podrán circular y aparcar sin restricción alguna.

En la imagen de abajo vemos un mapa de Aranda de Duero, en la que se refleja la zona comprendida por la ZBE:

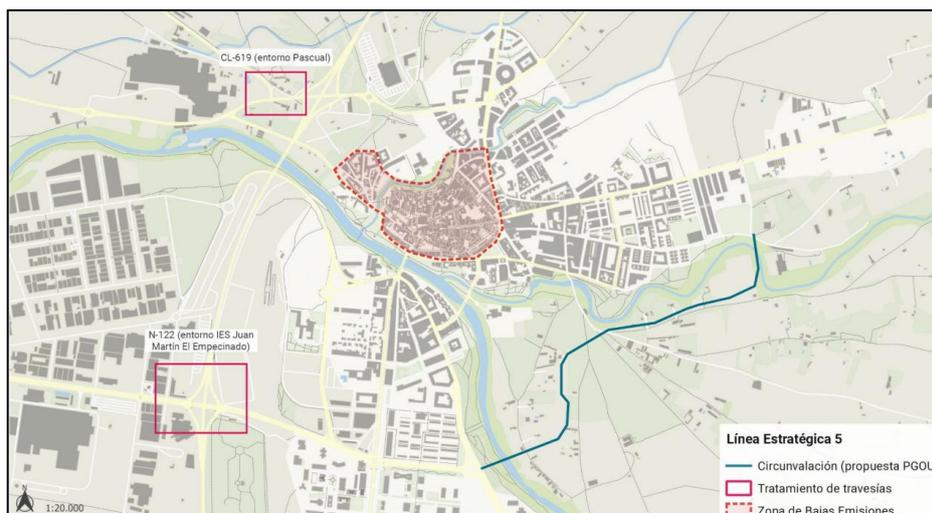


Ilustración 3. Zonificación Interna del municipio de Aranda de Duero. Fuente: PMUS Aranda.

Por otra parte, una de las líneas estratégicas que aparece en el “Tomo II: Plan de acción” del PMUS Aranda es la “Línea estratégica 6. Tecnologías orientadas a la descarbonización de la movilidad”.

Dentro de dicha línea estratégica se encuentra la “Medida 6.1. Impulso de infraestructura pública para la recarga del vehículo eléctrico” en la que se propone la implantación de 5 nuevos puntos de recarga eléctrica de acceso público.

En este tomo, se establece como zonas preferentes para la instalación de puntos de recarga eléctrica de acceso público, aquellas zonas que sean de larga estancia y atractivas como pueden ser los aparcamientos públicos o de centros comerciales o edificios públicos de cualquier tipo.

Otro de las medias propuestas es la “Medida 6.2. Electrificación de la flota municipal”. Para conseguir renovar y electrificar el parque automotor de vehículos de Aranda de Duero, el Ayuntamiento deberá:

- Priorizar la contratación de empresas y servicios que cumplan unos ciertos estándares ambientales fijados por el Ayuntamiento o por las instituciones correspondientes. Un ejemplo de esto puede ser que a la hora de contratar empresas que necesiten hacer uso de los vehículos para desarrollar su actividad se les dé prioridad a aquellas compañías que cuenten con una mayor flota de vehículos eléctricos.
- Cambiar de forma progresiva los vehículos de las instituciones públicas municipales por vehículos eléctricos, como puede ser los coches de policía municipal, los camiones de la basura, etc.

Otra de las medidas propuestas por el Ayuntamiento de Aranda de Duero en el Tomo II del PMUS es la “Medida 6.3. Estímulo de medios de transporte de bajas emisiones” dentro de la que se plantean una serie de medidas de discriminación positiva para favorecer la sustitución de la flota de vehículos actuales de las empresas privadas por vehículos eléctricos enchufables. Las medidas son las siguientes:

- Los vehículos eléctricos podrán acceder a las ZBE (Zonas de Bajas Emisiones).
- Priorizar el uso del vehículo eléctrico para las labores de distribución de mercancías a través de la reducción de las restricciones, así como de las tasas relacionadas con la tarjeta de autorización del uso de las zonas de carga y descarga.
- Reservar en los estacionamientos públicos las plazas con mejor accesibilidad a los vehículos eléctricos.
- Crear un departamento dentro del Ayuntamiento de Aranda que facilite el acceso a los empresarios de las ayudas aportadas por el Programa MOVES III.
- Disminuir la cuantía de las licencias de los taxistas que utilicen vehículos eléctricos.

Debemos mencionar que en la elaboración de dicho Plan se ha tenido en cuenta la opinión de los ciudadanos arandinos a través de consultas online en la web del PMUS Aranda. Esto es algo beneficioso, ya que fomenta la participación ciudadana en proyectos relacionados con la descarbonización del transporte y la sostenibilidad del medio ambiente, lo que hace que los ciudadanos adquieran conciencia acerca de la importancia de la movilidad urbana sostenible.

## 2.2. La descarbonización del transporte (Objetivo 55)

A finales del año 2019 el Parlamento Europeo proclamó la emergencia climática solicitando a la Comisión Europea que diseñara un conjunto de propuestas para reducir notoriamente las emisiones de GEI y limitar el calentamiento global a 1,5 ° C. Es por esto por lo que la Comisión Europea elaboró un documento conocido como el Pacto Verde Europeo con la intención de que este sirviera de guía para cumplir el objetivo fijado por la UE relacionado con la consecución de que en el año 2050 Europa sea continente completamente neutro en carbono (Parlamento Europeo,2020).

Para conseguir la neutralidad de carbono se debe emitir a la atmósfera la misma cantidad de dióxido de carbono de la que se retira mediante diversas formas (Parlamento Europeo,2019). El objetivo fijado en el Pacto Verde Europeo se convirtió oficialmente en ley a través de la Ley del Clima de la Unión Europea aprobada por el Parlamento Europeo en 2021. En dicha ley además se estableció el objetivo de disminuir en un 55% las emisiones de la UE para el año 2030 tomando como referencia las emisiones del año 1990 (Parlamento Europeo,2020).

Para poder conseguir la aminoración de las emisiones en un 55% mencionada anteriormente, a finales de julio de 2021 la Comisión Europea dio a conocer un conjunto de medidas enmarcadas en lo que se conoce como “Objetivo 55”. Dentro de este paquete legislativo, se encuentran la revisión exhaustiva de 13 leyes ya existentes y 6 nuevas propuestas legislativas en concordancia con la energía y el clima.

En febrero de 2023 el Parlamento aprobó nuevas medidas de dentro del conocido “Objetivo 55” como son la aminoración de las emisiones en un 55% para los turismos y en un 50% para los vehículos ligeros o furgonetas de las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas en el año 2021 de cara al año 2030. Otra de las medidas que dicho documento recoge es que las furgonetas y los turismos nuevos que sean vendidos a partir del año 2035 no podrán generar emisiones directas de CO<sub>2</sub> (Parlamento Europeo,2022).

Como hemos visto, la Unión Europea pretende disminuir considerablemente las emisiones de los turismos y furgonetas de cara al 2030. Es por ello por lo que es conveniente que conozcamos cuáles son las emisiones de estos vehículos en Europa. En el año 2022, los turismos y furgonetas produjeron 3,52 Gt de CO<sub>2</sub>, 0,4 Gt más que en el año 2021 (3,48 Gt) (Agencia Internacional de Energía, s.f.).

En España, en el año 2022 el transporte representaba el 30,7% de las emisiones totales de GEI (Gases de Efecto Invernadero) (MITECO,2024). Dentro de ese 30,7%, el 28,5% correspondía al transporte por carretera. Es decir, aproximadamente el 92,83 % de las emisiones del transporte correspondían al transporte por carretera.

Si comparamos las emisiones absolutas del transporte por carretera de España en el año 2022 con las emisiones del año 2021, observamos que respecto a 2021 (80.152 kt de CO<sub>2</sub>-equivalente), las emisiones en 2022 aumentaron en 3.339 kt de CO<sub>2</sub>-eq, alcanzando una cifra de emisiones de 83.491 kt (MITECO,2024).

A continuación, en la imagen de abajo podemos observar las emisiones de GEI por sector en España en el año 2022.

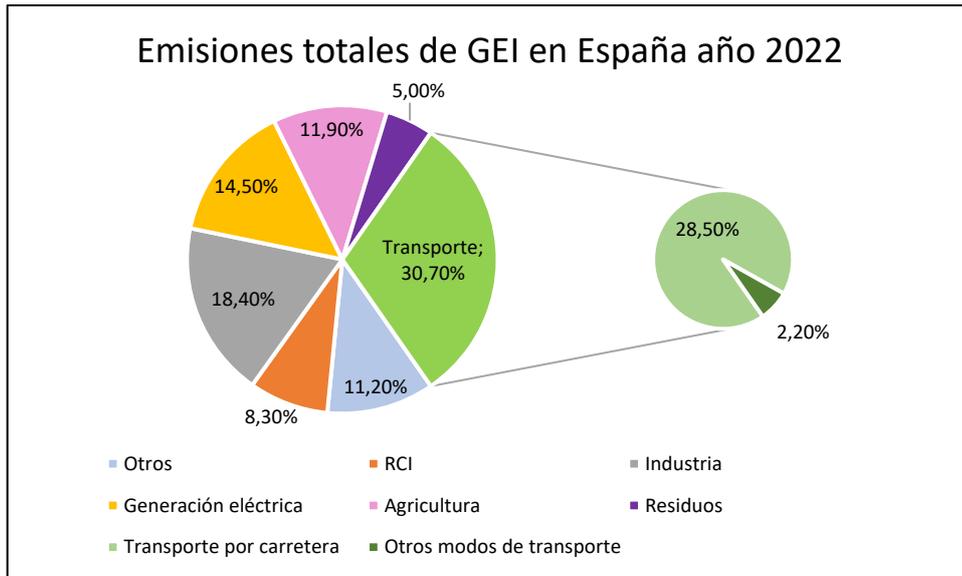


Ilustración 4. Emisiones totales de GEI por sector en España Año 2022. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la imagen en la imagen de abajo podemos observar la contribución de los distintos gases a las emisiones brutas totales de GEI producidas en España en el año 2022 (MITECO,2024). Como vemos el CO<sub>2</sub> fue el principal responsable de las emisiones de GEI con un 79,76%.

GEI	% de gas en masa respecto al total del Inventario	% de CO <sub>2</sub> -eq respecto al total del Inventario
CO <sub>2</sub>	99,34%	79,76%
CH <sub>4</sub>	0,64%	14,43%
N <sub>2</sub> O	0,02%	3,95%
HFC y PFC	0,001452%	1,78%
SF <sub>6</sub>	0,000004%	0,08%

Ilustración 5. Contribución de los diferentes gases a las emisiones brutas totales de GEI en España Año 2022. Fuente: MITECO.

Para poder lograr el objetivo fijado por la Unión Europea de cara al 2030 en relación con la reducción en un 55% de las emisiones turismos, es fundamental y necesario que se siga realizando una transición hacia el uso de vehículos más sostenibles, como es el caso del coche eléctrico.

### 2.3. Conceptos básicos de electricidad

La corriente eléctrica se define como un fenómeno físico en el cual se produce un desplazamiento o flujo de una carga eléctrica (flujo de electrones)

a través de un material conductor (Ferrovia,2022). Para que exista corriente eléctrica, los electrones más remotos del núcleo del átomo de un material conductor deben separarse y fluir libremente. Un material conductor es aquel en el que sus átomos tienen una gran cantidad de electrones ubicados en la última órbita del núcleo, es decir, sus átomos tienen una gran cantidad de electrones libres.

El flujo o desplazamiento de carga eléctrica se produce cuando a uno de los extremos del material conductor se le somete a una tensión externa produciéndose así un campo eléctrico sobre los electrones, que, al ser partículas de carga negativa, se ven atraídas hacia el polo positivo de la tensión externa.

En relación con la corriente eléctrica es fundamental que conozcamos la Ley de Ohm, que es la siguiente:

$$\text{Voltaje (V)} = \text{Intensidad (A)} * \text{Resistencia (\Omega)}$$

El voltaje nos indica la diferencia de potencial existente entre un punto y otro del conductor. Es la fuerza necesaria para trasladar los electrones desde el polo positivo hasta el polo negativo. Su unidad en el Sistema internacional es el Voltio (V).

La intensidad es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa un conductor por unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema internacional es el Amperio (A).

La resistencia es la oposición a la que se enfrentan los electrones al circular a través del material conductor. Su unidad dentro del Sistema Internacional es el Ohmio ( $\Omega$ ).

Por otra parte, también es esencial que conozcamos, la definición de potencia eléctrica. La potencia eléctrica se puede definir como la energía que consume un máquina o dispositivo eléctrico por segundo (Medrano,2019). Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Potencia (W)} = \text{Voltaje(V)} * \text{Intensidad(A)}$$

La unidad de potencia en el sistema internacional es el vatio (W = J/s)

Otra fórmula que debemos conocer es la fórmula que relaciona la energía, la potencia y el tiempo (Cátala,2019). Dicha fórmula es la siguiente:

$$\text{Energía (kWh)} = \text{Potencia (kW)} * \text{Tiempo (h)}$$

Por lo tanto, cuando un vehículo acude a un punto de recarga, el cargador le suministra una determinada potencia (kW) durante un determinado tiempo (h) cargando de esta manera la batería (kWh).

### 2.3.1 Tipos de corriente

Algo que debemos saber es que cuando los electrones libres, se mueven de un punto a otro produciendo un flujo de carga eléctrica, no siempre lo hacen en la misma dirección. Es por ello por lo que podemos clasificar la corriente eléctrica en dos tipos (Zuluaga,1992).

- Corriente continua (CC): En este tipo de corriente el flujo de carga eléctrica no cambia de sentido con el transcurso del tiempo. Las fuentes de corriente continua más utilizadas son las pilas fotovoltaicas o secas, las baterías o acumuladores y los generadores de corriente continua o dinamos.
- Corriente alterna (CA): Se produce cuando el flujo de carga eléctrica sí cambia de sentido con el transcurso del tiempo de manera periódica. Es por esto último por lo que no se le puede asignar un polo positivo y un polo negativo a la fuente externa que ejerce una tensión sobre el material conductor. Es decir, la polaridad va cambiando con el transcurso del tiempo. Debemos saber que en la corriente alterna tanto el voltaje como la intensidad tienen forma de onda senoidal y varían con el tiempo. Esto se debe a que como ya hemos visto, en la corriente alterna el flujo de carga eléctrica cambia de sentido de manera periódica, por lo que tanto el voltaje como la intensidad de corriente van tomando valores negativos y positivos con el transcurso del tiempo, tal y como observar en la imagen de abajo.

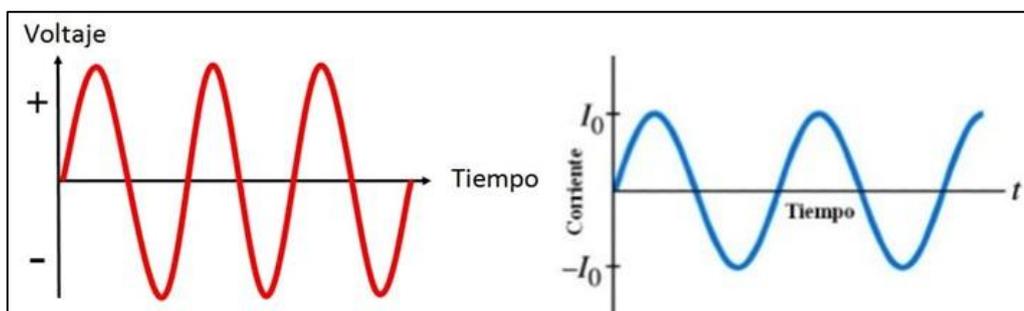


Ilustración 6. Representación de la intensidad y el voltaje de la corriente Alterna. Fuente: SlideShare y Quezta Ingeniería

La fuente más empleada para producir corriente alterna es el alternador o generador de corriente alterna (Zuluaga,1992).

### Tipos de cables

- **Fase:** este cable se encarga de transportar la corriente eléctrica de una instalación, por lo general desde la red eléctrica hasta un enchufe o interruptor. En España, este cable es de color marrón
- **Neutro:** la función de este cable es la de crear una diferencia de potencial lo suficientemente elevada como para permitir que circule corriente eléctrica a través del cable fase. Para lograr esto último, la diferencia de potencial del cable neutro debe ser siempre igual a cero.

La diferencia de potencial eléctrico existente entre el cable fase y el cable neutro, nos ayuda a determinar el voltaje de una instalación eléctrica. Es decir, la función del cable neutro en una instalación eléctrica es la de permitir que la corriente eléctrica que circula por los circuitos monofásicos regrese. Por lo tanto, el cable neutro se utiliza como un conductor de retorno. Este cable se distingue de los demás por ser de color azul.

- **Cable de tierra o toma de tierra:** el cable de tierra conocido comúnmente como toma de tierra es un cable cuya función es la de proteger a la instalación eléctrica y a las personas que hacen uso de esta. Este cable se diferencia de los dos anteriores, ya que en la toma de tierra solo circula corriente eléctrica en aquellas ocasiones en las que se produzca alguna derivación o fallo en la instalación eléctrica.



Ilustración 7. Tipos de cables de una instalación eléctrica. Fuente: Tecnología

Una de las principales características de la corriente alterna es la frecuencia, que mide el número de veces por segundo que dicha corriente cambia de dirección o lo que es lo mismo representa la cantidad de ciclos completos por segundo de una señal alterna senoidal. La frecuencia se mide ya sea en Hertz (Hz) o en ciclos por segundo (C/s).

## Tipos de corriente según su fase

Los tipos de corriente según su fase son las siguientes:

- Corriente alterna trifásica: La corriente eléctrica circula por tres cables o fases diferentes. Por lo tanto, la corriente trifásica está compuesta por tres corrientes alternas, es decir por tres ondas sinusoidales que se encuentran desfasadas entre sí.

Esto permite que se origine una onda más suave y regular con el tiempo, lo que reduce los altibajos en la tensión y posibilita el funcionamiento de maquinaria pesada y motores, con un alto rendimiento y eficiencia. Es por esto por lo que dicho tipo de corriente se utiliza para alimentar a motores industriales eléctricos de elevada potencia, sistemas de climatización industriales, transporte eléctrico, maquinaria de industria y plantas de energía (Audax,2023).

La corriente que circula por la red eléctrica es corriente trifásica. También debemos mencionar que existen dos tipos de corriente trifásica que son las siguientes.

La corriente trifásica equilibrada es aquella en la que las tres fases están desfasadas entre sí 120 grados y la trifásica desequilibrada es aquella en la que al menos hay un ángulo diferente de 120 grados entre las fases. Por lo general, la corriente eléctrica que circula por las líneas de transporte (red eléctrica) es trifásica equilibrada. Puede darse el caso de que debido a un fallo técnico la corriente pasa a ser trifásica desequilibrada.

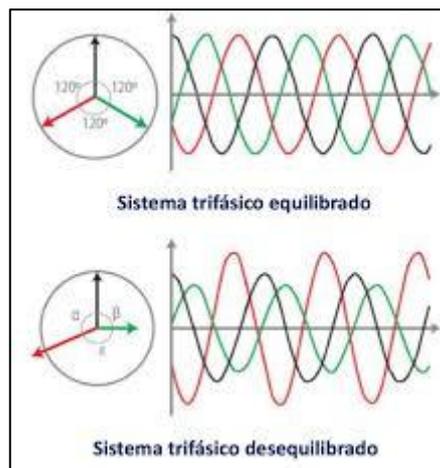


Ilustración 8. Tipos de corriente trifásica. Fuente: Ingeniería de Máquinas y Sistemas Eléctricos.

- Corriente alterna monofásica:

En este tipo de corriente la corriente circula por un solo cable o fase. Es decir, esta corriente está compuesta por una sola corriente alterna en la que como hemos visto antes, el voltaje y la intensidad de la corriente varían de forma periódica con el paso del tiempo. Este tipo de corriente tiene la ventaja de que su suministra energía eléctrica de forma constante, por lo que es ideal para aquellos aparatos eléctricos que necesiten un flujo de energía eléctrica que sea constante como pueden ser los electrodomésticos, radiadores, aparatos de iluminación o aparatos informáticos que podemos encontrar en un hogar o establecimiento (Audax,2023).

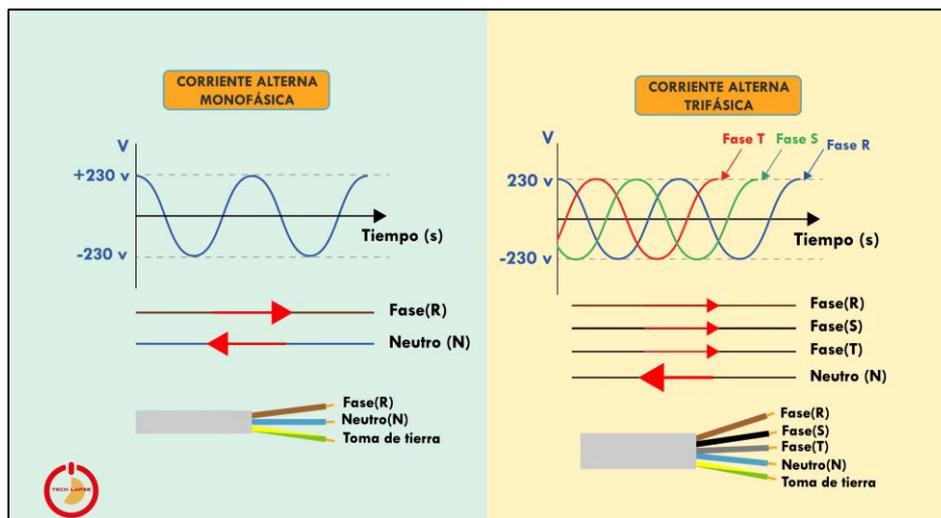


Ilustración 9. Comparativa corriente alterna trifásica y monofásica. Fuente: Techno Lapse

### 2.3.2. Tipos de instalaciones eléctricas

#### Instalación monofásica

Estas instalaciones eléctricas funcionan con corriente alterna monofásica. En este tipo de instalaciones eléctricas se utilizan dos cables eléctricos para conducir la electricidad, el cable fase y el cable neutro.

Este tipo de instalaciones es habitual encontrarlas dentro de los hogares y de los pequeños establecimientos, debido a su “fácil” instalación y mantenimiento (Audax,2023).

Este tipo de instalaciones se emplean cuando la potencia eléctrica de la instalación es inferior a 15 kW. El voltaje de tipo de instalaciones oscila entre los 220 y 230 voltios. Si tenemos una tensión de 220 voltios la potencia de la instalación eléctrica será de 13,86 kW y si tenemos una tensión de 230

voltios la potencia eléctrica de la instalación será de 14,49 kW (Endesa,2023).

Para calcular la potencia activa (P) de una instalación eléctrica monofásica utilizamos la siguiente fórmula:

$$P (W) = Voltaje (V) * Intensidad (A) * \cos(\varphi)$$

Dicha potencia adquiere un valor positivo si la potencia va desde el generador hacia la carga que consume dicha potencia. La potencia toma un valor negativo en caso contrario.

### **Instalación trifásica**

Este tipo de instalaciones como su nombre bien indica funcionan con corriente alterna trifásica. En las instalaciones eléctricas trifásicas se emplean cuatro cables eléctricos para conducir la corriente eléctrica, tres cables de fase y un cable neutro.

Estas instalaciones se emplean sobre todo en la industria y en edificios de viviendas o edificios comerciales. La tensión de este tipo de instalaciones se encuentra entre un intervalo de 380-400 voltios. La potencia eléctrica de este tipo de instalaciones es superior a los 15 kW (Endesa, 2023).

Como se puede ver una instalación trifásica tiene más potencia que una monofásica. La potencia de una instalación trifásica la podemos calcular con la tensión de línea e intensidad de línea a través de la siguiente fórmula:

$$Potencia (P) = \sqrt{3} * VL * IL * \cos(\varphi)$$

Voltaje de línea (VL): tensión existente entre dos fases.

Intensidad de línea (IL): intensidad de corriente que circula por cada uno de los conductores que unen el generador con la carga.

También la podemos calcular con la intensidad y voltaje de fase:

$$Potencia (P) = 3 * V * I * \cos(\varphi)$$

Voltaje de fase (V): tensión existente entre el cable fase y neutro y entre el cable fase y la toma de tierra.

Intensidad de fase (I): intensidad de corriente que suministra cada generador o que consume cada una de las tres cargas.

La principal ventaja de una instalación trifásica frente a una instalación monofásica es que la trifásica permite transmitir una mayor cantidad de potencia eléctrica con menores pérdidas. Para producir corriente alterna se utilizan alternadores, tal y como ya hemos citado con anterioridad. Estos alternadores son trifásicos, ya que la generación de corriente trifásica es más sencilla.

## 2.4. Conceptos básicos sobre el coche eléctrico

### 2.4.1. Breve historia del coche eléctrico

Antes de conocer quién y cuando se inventó el primer coche eléctrico del mundo, es conveniente que previamente sepamos quién fue el responsable de la creación del primer motor eléctrico de la historia

El primer motor eléctrico de la historia fue creado por Ányos Jedlik, ingeniero nativo de Hungría, en el año 1828. El ingeniero implantó dicho motor en un pequeño prototipo de coche tiempo más tarde. Años más tarde, en el 1834, Thomas Davenport, también creó un prototipo de coche eléctrico el cuál circulaba en una pista circular la cual estaba electrificada (Iberdrola, s.f.).

A pesar de los prototipos creados por Thomas y Ányos, la invención del primer coche eléctrico de la historia se le atribuye a Robert Anderson, químico y hombre de negocios escocés. Dicho coche fue creado en el siglo XIX, entre los años 1832 y 1839 y consistía en un carruaje el cual se alimentaba de celdas eléctricas para funcionar. Este coche no era capaz de superar los 6 Km/h y las baterías no se podían recargar (Cátala,2019).



*Ilustración 10. Primer coche eléctrico de la historia y su inventor Robert Anderson. Fuente: Ecointeligencia*

Todo cambió, cuándo en el año 1859, Gastón Planté, científico originario de Francia, creó las primeras baterías recargables de ácido y plomo (Iberdrola, s.f.). Esto supuso un enorme avance ya que los nuevos coches eléctricos, no tenían por qué estar conectados a la red eléctrica para poder funcionar. Además, en el año 1881, Camille Faure, consiguió incrementar la capacidad de carga de las baterías inventadas por Gastón. Ese mismo año, Gastón expuso un vehículo de tres ruedas accionado por baterías recargables en la Exposición Internacional de Electricidad que tuvo lugar en la ciudad francesa de París.

Todo esto hizo que, en las postrimerías del siglo XIX, las empresas Baker Motor Vehicle o Elwell- Parker Electric fabricarán en Estados Unidos los primeros coches eléctricos verdaderamente prácticos, llegando algunos modelos a alcanzar los 23 Km/h y una autonomía de aproximadamente 80 Km (Cátala, 2019). Los primeros en adquirir y utilizar estos coches fueron los taxistas de la ciudad estadounidense de Nueva York (Iberdrola, s.f).

Uno de los modelos más destacados era el Detroit Electric Car, el cual llegó a alcanzar una autonomía de 130 Km y una velocidad máxima de 32 Km/h (Cátala,2019). La producción de coches eléctricos alcanzó su máxima cifra en el año 1912.

Los coches eléctricos presentaban características muy buenas como la baja o nula emisión de ruidos, gases y olores a la circular. Además, estos vehículos eran capaces de satisfacer las necesidades de desplazamiento de sus usuarios y la electricidad empezaba a llegar a casi todo el planeta. Una de las principales desventajas del coche eléctrico era su alto precio.

Todo esto cambió cuando sucedieron una serie de acontecimientos que favorecieron el uso del vehículo de combustión. El principal suceso que propició la caída de los coches eléctricos se dio en el año 1908, con la fabricación en cadena del Ford T, lo que abarató los costes de fabricación traduciéndose esto en que los vehículos de combustión eran más baratos y asequibles que los eléctricos. A este suceso se le sumaron otros acontecimientos de importancia como la introducción del arranque automático en los vehículos de combustión, los cuales antes requerían el giro de una manivela para la activación del motor, y el descubrimiento de grandes reservas de petróleo hizo que el vehículo de combustión se situará por delante del eléctrico.

Muchos de los Ford T fabricados se utilizaron como carros de combate en la primera Guerra Mundial (1914-1918) por lo que acabaron desapareciendo.

Entre los años 1973-1979 se produce una crisis mundial de petróleo lo que produce el encarecimiento de este combustible, motivo por el que se intenta de reavivar el uso y fabricación del coche eléctrico sin lograr un éxito

significativo. Un ejemplo de esto es que el modelo de coche eléctrico EV-1 presentado por General Motors en 1996, el cual contaba con baterías recargables y una autonomía de 160 km pudiendo alcanzar los 225 Km de autonomía, se dejó de fabricar en 1999, tan sólo tres años después de su presentación. Esto supuso la eliminación de los 1.117 EV-1 fabricados hasta el momento.

En el año 2008, Tesla, lanzó al mercado el modelo Roadster, el cuál incluía baterías recargables de ion-litio, logrando alcanzar una autonomía de 300 Km, la más alta hasta la fecha. El lanzamiento de este coche eléctrico fue la chispa que produjo la posterior producción de vehículos eléctricos en el siglo XXI, en parte gracias a la introducción de las nuevas baterías de ion litio (Iberdrola,s.f.).



*Ilustración 11. Tesla Roadster 2008. Fuente: Importar Tesla*

## **2.4.2. Componentes de un coche eléctrico**

### **Batería**

La batería es el corazón del coche eléctrico, ya que sin ella el coche no podría almacenar la energía que necesita para poder moverse. La batería de tracción está compuesta por un conjunto de celdas eléctricas individuales que se acoplan en paralelo o en serie dando lugar a los distintos módulos de la batería. Las baterías presentan este formato ya que incrementa la eficiencia de la refrigeración, permitiendo que el fluido refrigerante (aire o líquido) que circula entre las celdas lo haga de forma óptima y eficiente (Cátala,2019).

Algo que debemos mencionar es que las baterías eléctricas tienen un peso considerable, siendo este tipo de vehículos por norma general más pesados que los que no cuentan con dichas baterías. Es por ello por lo que en este tipo de vehículos el desgaste de los neumáticos es más rápido.

Los coches eléctricos presentan un sistema de gestión conocido como BMS (Battery Management System) el cual se comunica con el cargador externo mediante el cable de conexión y cuyas funciones son:

- Mantener el valor de la temperatura de la batería dentro de un rango seguro (dicho rango lo determina cada fabricante). El BMS consigue esto a través de la regulación de la velocidad de carga.
- Conseguir una carga equitativa entre las diferentes celdas eléctricas de la batería. Para ello, el BMS puede desconectar o conectar celdas, en función de si estas se encuentran por encima o por debajo de los valores de carga del resto de las celdas.
- La estructura química de las baterías de ion litio, comúnmente usadas en los coches eléctricos, hace que la carga se efectúe a la velocidad más alta posible en un intervalo que va desde que comienza la carga hasta que se alcanza el 80% de la capacidad de la batería. Una vez sobrepasado dicho porcentaje de carga, la velocidad de carga disminuye considerablemente. Esta labor la desempeña el BMS con la finalidad de no sobrecalentar y no llevar al límite la capacidad de carga de la batería.

Por norma general, la vida útil de la batería eléctrica de los coches eléctricos, gira en torno a los 3000 ciclos de carga. Lo que se traduce en que, si cargamos la batería de nuestro coche eléctrico al 100% de su capacidad cada dos días, la vida útil de nuestro coche superaría los 16 años.

### **Conjunto inversor-motor**

En los párrafos anteriores hemos hablado de la batería, la cual almacena la energía eléctrica que necesita el coche eléctrico para funcionar. Ahora veremos como dicha energía es trasladada hasta el motor.

La energía eléctrica de la batería se encuentra en forma de corriente continua. Sin embargo, para poder operar, el motor necesita energía en forma de corriente alterna

El inversor es el componente que nos permite transformar la corriente continua de la batería en corriente alterna, para que el motor pueda funcionar. Dicho inversor obedece los mandatos recibidos del pedal de aceleración, de manera que, la corriente alterna que se dirige al motor permita al eje del motor girar a la velocidad solicitada por el conductor (Cátala,2019).

Ya en el motor, la corriente alterna es transformada en energía mecánica. Dicha energía hace girar el eje del motor y gracias a la transmisión, el coche empezará a desplazarse.

### **Freno Regenerativo**

Lo primero que debemos saber es que este componente no se encuentra en los vehículos con motores de combustión. En algunos modelos de coches eléctricos no existe la posibilidad de activar y desactivar el freno regenerativo ya que dicho freno viene activado de serie (Catála,2019).

Cuando activamos el freno regenerativo, al dejar de pisar el acelerador, el coche frena de manera activa y la energía se traslada desde el motor hacia la batería. Esto se traduce en una mayor autonomía eléctrica a la hora de circular cuando tenemos activado dicho freno. La activación de este freno se suele realizar en entornos urbanos, ya que, al haber numerosos pasos de cebras y semáforos a la hora de circular, se suele frenar y acelerar de manera recurrente, lo que aumenta la carga de la batería y por ende su autonomía.

### **2.4.3. Principales tipos de coches eléctricos**

#### **Vehículo eléctrico híbrido enchufable/ PHEV (siglas en inglés):**

Son coches que cuentan con un motor de combustión ya sea diésel o gasolina, uno o más motores eléctricos y un freno regenerativo. El coche puede desplazarse, bien sea haciendo uso exclusivo del motor eléctrico o del motor de combustión o través del uso de ambos tipos de motores (eléctrico y combustión). Este tipo de vehículo como su nombre bien indica es enchufable, por lo que su batería eléctrica se recarga través de un cable que se enchufa a la red eléctrica. Una pequeña parte de la batería se recarga gracias al freno regenerativo (Ruiz,2023).

Este tipo de vehículos recibe el distintivo ambiental de “CERO” de la DGT siempre y cuando sean capaces de desplazarse al menos 40 Km haciendo uso exclusivamente del motor eléctrico.

#### **Vehículo eléctrico de batería / BEV (siglas en inglés):**

Este tipo de vehículo engloba a aquellos que se desplazan gracias al uso exclusivo de uno o más motores eléctricos. Estos coches también poseen freno regenerativo. Una de las ventajas de este tipo de vehículos es que durante la circulación no generan emisiones, por lo que cuentan con el distintivo ambiental de “CERO emisiones” de la DGT.

Además, este tipo de vehículo no emite ruidos ni olores y brindan una excepcional calidad de conducción, debido a que se desplazan con gran suavidad y sin vibraciones.

La velocidad de carga depende de la potencia de carga del cargador, la potencia admitida por el vehículo, la potencia de carga que permitida por el cable de carga y la capacidad de almacenamiento de la batería.

#### Vehículo eléctrico híbrido / HEV (siglas en inglés):

Cuenta con uno o más motores eléctricos y un motor de combustión. La gran diferencia de los motores eléctricos de este tipo de vehículo respecto a los dos tipos previamente mencionados es que la batería se recarga exclusivamente a través de la energía captada por el freno regenerativo. Es decir, que este tipo de vehículo no es enchufable.

La batería de estos vehículos es de menor tamaño y peso en relación con los anteriores vehículos, ya que tiene una menor capacidad de almacenamiento. Este tipo de vehículo cuenta con el distintivo ambiental “ECO” de la DGT.

#### 2.4.4. Breve análisis de la situación actual del coche eléctrico en Europa y España

##### España

En el año 2023 en España se vendieron un total de 113.784 turismos electrificados (PHEV+BEV), alcanzando un 12% de la cuota de matriculación de ese año, un 2,4% más que respecto al año 2022 (ANFAC,2024), tal y como vemos en la imagen de abajo.

	Unidades	Cuota (%)	Dif. (p.p.)
Gasolina	387.748	40,8%	-1,1 p.p.
Diésel	118.646	12,5%	-4,7 p.p.
Gas	26.335	2,8%	0,9 p.p.
HEV	302.846	31,9%	2,4 p.p.
<b>Electrificados</b>	<b>113.784</b>	<b>12,0%</b>	<b>2,4 p.p.</b>
PHEV	62.164	6,5%	0,7 p.p.
BEV	51.612	5,4%	1,7 p.p.
FCEV	8	0,0%	0,0 p.p.
<b>Total</b>	<b>949.359</b>		<b>▲ 16,7%</b>

Ilustración 12. Cuota de matriculación de turismos en España Año 2023. Fuente ANFAC.

En la imagen de arriba observamos que, en el año 2023, la cuota de matriculación de los PHEV era del 6,5% y que la de los coches eléctricos puros era del 5,4%. Una vez conocemos la cuota de matriculación de los turismos electrificados en 2023, es conveniente analizar la cuota que tenían estos turismos años atrás. Es por ello por lo que en la siguiente imagen podemos ver la cuota de matriculación de este tipo de turismos desde el año 2020 hasta el año 2023.

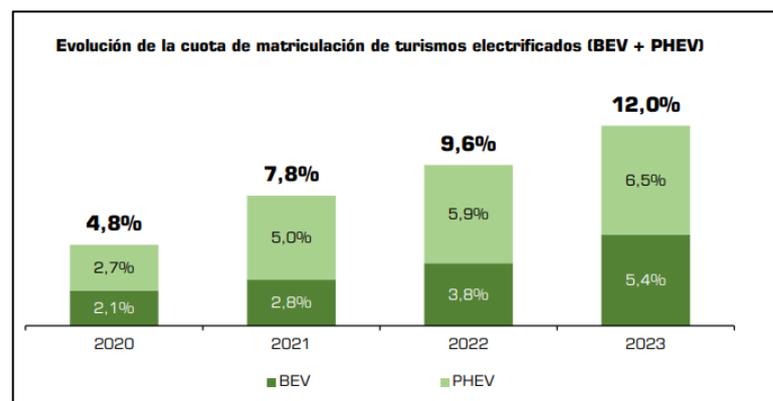


Ilustración 13. Cuota de matriculación BEV+PHEV en España 2020-2023. Fuente: ANFAC

Si analizamos la evolución de la cuota de matriculación de los turismos híbridos enchufables vemos que en 2023 la cuota incrementó un 0,6% respecto al año 2022 y un 4,1% respecto al año 2020.

Por otra parte, si analizamos la cuota de los coches 100% eléctricos, nos daremos cuenta de que en 2023 la cuota de mercado es más del doble de la que había en el 2020, pasando de un 2,1% en 2020 a un del 5,40% en 2023. Si analizamos los datos de 2023 respecto al año 2022 vemos que la cuota de coches 100% eléctricos ha aumentado en un 1,6%.

Una vez hemos visto la cuota de matriculación de los turismos electrificados, es oportuno conocer que porcentaje representan dentro del parque de turismos. En la imagen de abajo vemos que en el año 2023 los turismos electrificados apenas representaban el 1,3% del parque total.

	Unidades	Cuota (%)	Dif. (p.p.)
Gasolina	10.246.934	39,4%	-0,1 p.p.
Diésel	14.092.093	54,2%	-1,5 p.p.
Gas	119.709	0,5%	0,1 p.p.
HEV	1.222.643	4,7%	1,1 p.p.
<b>Electrificados</b>	<b>339.125</b>	<b>1,3%</b>	<b>0,4 p.p.</b>
PHEV	195.451	0,8%	0,2 p.p.
BEV	143.640	0,6%	0,2 p.p.
FCEV	34	0,0%	0,0 p.p.
<b>Total</b>	<b>26.020.504</b>		<b>▲ 1,5%</b>

Ilustración 14. Parque de turismos España Año 2023. Fuente: ANFAC.

Si comparamos la cuota de matriculación de los turismos BEV de España en el año 2023 con la cuota de los demás países de Europa, vemos que España con una cuota del 5,4% se encuentra bastante por debajo de la cuota de matriculación media de Europa que es del 14,6%. Podemos observar en la imagen de abajo que España ocupa la posición 22 muy alejada de los primeros países dónde la cuota de matriculación supera el 30%.

Pais	Cuota 2023
1ª Noruega	82,4%
2ª Islandia	50,1%
3ª Suecia	38,7%
4ª Dinamarca	36,3%
5ª Finlandia	33,8%
6ª P. Bajos	30,8%
7ª Luxemburgo	22,5%
8ª Suiza	20,9%
9ª Austria	19,9%
10ª Bélgica	19,6%
11ª Irlanda	19,7%
12ª Alemania	18,4%
13ª Portugal	18,2%
14ª Francia	16,8%
15ª R. Unido	16,5%
UE-14	15,3%
16ª Malta	15,3%
UE-27	14,6%
17ª Rumania	10,6%
18ª Letonia	9,3%
19ª Eslovenia	8,8%
20ª Lituania	7,5%
21ª Estonia	6,3%
22ª España	5,4%
23ª Hungría	5,3%
24ª Chipre	5,3%
25ª Grecia	4,7%
26ª Bulgaria	4,4%
27ª Italia	4,2%
28ª Polonia	3,6%
29ª Rep. Checa	3,0%
30ª Croacia	2,9%
31ª Eslovaquia	2,7%

Ilustración 15. Ranking Europa cuota de matriculación BEV año 2023. Fuente: ANFAC.

Por otro lado, si analizamos la cuota de matriculación de los coches PHEV en el año 2023 de España respecto al resto de países europeos, vemos que España con una cuota del 6,5% se sitúa por debajo de la media europea que es del 7,7%. En la imagen que aparece a continuación vemos que España ocupa la posición 17 distanciada de los primeros países (Suecia, Bélgica, Finlandia) donde la cuota supera el 20,5%.

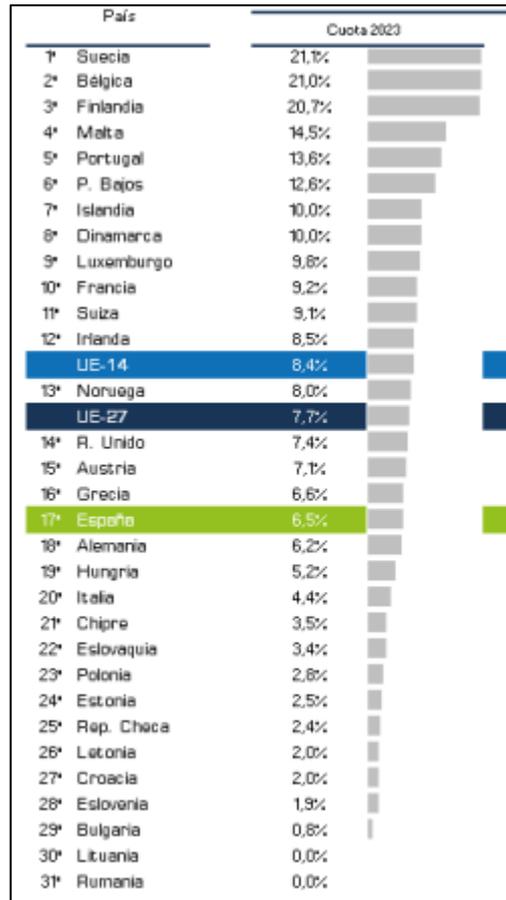


Ilustración 16. Ranking cuota de matriculación PHEV Europa 2023. Fuente: ANFAC.

## Europa

Según la Agencia Internacional de Energía en el año 2023 en Europa se vendieron 3,4 millones de coches eléctricos, es decir 700.000 más respecto a los 2,7 millones vendidos en 2022 (Agencia Internacional de la Energía, s.f.).

En la imagen de abajo podemos observar la evolución del número de coches eléctricos vendidos desde el año 2016 hasta el año 2023 en Europa. Si comparamos los datos de 2016 respecto a los de 2023, vemos que en 2016 tan sólo se vendieron 200.000 coches eléctricos mientras que en 2023 se alcanzó una cifra de 3,4 millones de ventas. Esto se traduce en que en 7 años en Europa la venta de este tipo de coches ha incrementado en más de 3 millones, gracias a las políticas implantadas por la Unión Europea con la finalidad de reducir las emisiones de CO2 buscando alternativas más sostenibles a largo plazo.

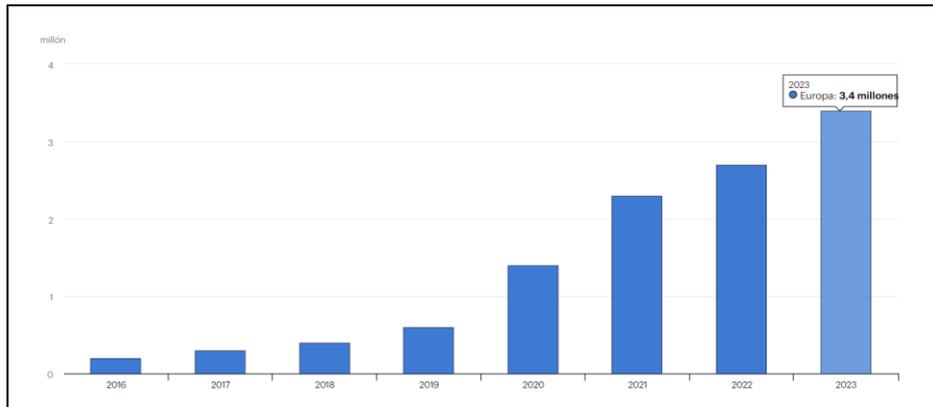


Ilustración 17. Venta coches eléctricos en Europa 2016-2023. Fuente: Agencia Internacional de Energía.

## 2.5. Infraestructura de recarga para vehículos eléctricos

### 2.5.1. Tipos de cargadores

A continuación, en este subapartado veremos que tipos de cargadores de vehículos eléctricos existen. Los cargadores, los podemos clasificar en tres tipos: electrolineras, postes eléctricos individuales y cargadores eléctricos domésticos.

#### Electrolineras

Una electrolinera es por así decirlo la “gasolinera de los vehículos eléctricos”. Este tipo de infraestructuras se localizan habitualmente a lo largo de las carreteras y están formadas por varios postes eléctricos individuales.

Los postes eléctricos cuentan con una potencia de carga alta, en torno a los 50 kW aproximadamente (Cátala, 2019) y por lo general cuentan con varios tipos de conectores diferentes, pudiendo así recargar a distintos modelos de coches eléctricos sin ningún problema.

Además de los postes eléctricos, la electrolinera está compuesta por más elementos como son la caja de conexiones (caja en la que se encuentran todas las conexiones existentes entre la estación central y los postes eléctricos) y la estación central de potencia (se encarga de transformar la corriente alterna, procedente de la red eléctrica, en corriente continua, ya que las baterías almacenan corriente continua).

Otra de las labores de dicha estación, es la de adecuarse a la carga requerida por cada coche eléctrico, ya que cada coche acude a la electrolinera con un nivel de carga específico. Por último, dicha estación debe adecuarse a la red eléctrica a través de la adaptación de su sistema.

La instalación de una electrolinera supone un gasto considerable, ya que requiere la instalación de varios postes eléctricos de alta potencia entre otros componentes, por lo que está debe estar situada en un sitio estratégico, donde el volumen de llegada de vehículos sea alto para que el propietario de la electrolinera obtenga beneficios. En la imagen de abajo, podemos ver una electrolinera de noche.



*Ilustración 18. Imagen de una electrolinera de noche. Fuente: Blogs MAPFRE*

### **Postes eléctricos individuales**

Los postes eléctricos individuales se encuentran localizados ya sea en la vía urbana o en algunas gasolineras y los cuales no necesitan de un volumen de llegada alto para ser rentables. Este tipo de postes ofrece un servicio de características iguales o prácticamente iguales al de las electrolineras, con la pequeña diferencia de que en algunos casos en dichos postes la carga se puede realizar en modo 3 siendo el modo 4 el más habitual.

### **Cargadores eléctricos domésticos**

Los cargadores eléctricos domésticos o comerciales, los podemos encontrar en los supermercados, centros de ocio, domicilios o en los estacionamientos del trabajo. Dichos cargadores suelen realizar una carga lenta pudiendo en algunos casos realizar cargas semi rápidas.

## 2.5.2 Tipos de carga

Una vez tenemos ya una serie de conceptos básicos, es oportuno comentar los tipos de carga que existen.

Dentro de los tipos de carga, encontramos la carga pública y la carga privada. La carga privada, como bien indica su nombre, es aquella carga que realizamos para nuestros propios vehículos. Sin embargo, la carga pública es aquella carga que se hace a vehículos ajenos a cambio de una contraprestación de dinero, como por ejemplo la carga que se hace a los vehículos que acuden a una electrolinería.

Según la fórmula mencionada con antelación ( $\text{energía} = \text{potencia} \cdot \text{tiempo}$ ), vemos que para suministrar una determinada cantidad de energía (KWh), cuanto mayor es la potencia de carga menor es el tiempo requerido. Es por esto por lo que conforme aumenta la potencia de carga admitida por el vehículo más rápida es la carga de un coche eléctrico. Debemos saber que el tiempo de carga depende de la capacidad de la batería (kWh), de la potencia de carga del cargador (kW), la potencia de carga admitida por el vehículo y la potencia de carga permitida por el cable de carga.

En función de la potencia de carga suministrada podemos clasificar la carga en cuatro tipos diferentes:

- Superlenta: En la carga superlenta, la potencia de carga se sitúa alrededor de los 2,3 kW. Para este tipo de carga se utilizan cargadores domésticos, los cuales suministran corriente monofásica. En este tipo de cargadores por lo general la intensidad de corriente puede alcanzar valores de 10 A (Cátala,2019).
- Lenta: la potencia de carga habitual es de unos 3,6 kW. Esta carga se puede realizar a una intensidad de corriente máxima de 16 A. Dentro de la carga lenta, aunque no es lo común, la carga se puede realizar con una potencia de 7,3 kW y una intensidad máxima de corriente de 32 A.

Para realizar este tipo de carga se emplea corriente alterna monofásica al igual que en la carga superlenta. Por lo tanto, para este tipo de carga también se utilizan cargadores domésticos.

- Semi rápida: en relación con la potencia de la carga semi rápida, esta se encuentra en torno a las 22kW. La carga semi rápida se realiza con corriente trifásica, es por ello por lo que dicha carga se hace en electrolinerías, estacionamientos, supermercados, etc.

- Rápida: la carga rápida se realiza con una potencia de unos 50 kW. Los cargadores necesarios para este tipo de carga los podremos encontrar en electrolineras o en postes eléctricos individuales. En este tipo de carga se suministra corriente continua.
- Ultra rápida: la potencia se sitúa por encima de los 50kW. Al igual que en la carga rápida, en la carga super rápida utiliza corriente continua.

Por otra parte, podemos clasificar la carga en dos tipos, en función de si existe o no comunicación entre el cargador externo y el coche eléctrico.

Por una parte, tenemos la carga de tipo inteligente, que es aquella carga en la que existe una comunicación entre el vehículo eléctrico y el cargador, mediante el cable de conexión. Esto permite que sistemas como el BMS, que se encuentran instalados en los coches eléctricos, puedan realizar sus labores tales como la regulación de la temperatura de la batería para mantener la temperatura en un intervalo de seguridad. Este tipo de carga se emplea para cargar la mayoría de los coches eléctricos.

Por el contrario, la carga básica es aquella en la que no existe un diálogo entre la batería y el cargador. Este tipo de carga se emplea para vehículos de baja potencia tales como los patinetes o bicis eléctricas.

Por otro lado, en función de la cantidad de datos compartidos, (los datos son transferidos mediante el cable de conexión) entre el coche eléctrico y el cargador externo, podemos clasificar la carga en cuatro modos que son los que se presentan a continuación:

- Modo 1: La carga se realiza con corriente alterna monofásica, sin ningún tipo de diálogo entre el coche eléctrico y cargador. Este modo de carga se realiza a través de cargadores domésticos y la potencia máxima de carga es de 3,7 kW. Dicho modo se emplea principalmente para cargar patinetes, motos o bicis eléctricas, pero no coches eléctricos ya que el cable doméstico de carga no cuenta con ningún sistema de seguridad o protección por lo que puede dañar el coche (Campos,2020).
- Modo 2: Este modo es idéntico al modo 1 con la diferencia de que el cable de conexión cuenta con un sistema de protección y un interruptor del diferencial que permite el diálogo entre el coche y el cargador externo haciendo que en caso de que hubiera alguna dificultad con la recarga, se cierre el paso de la corriente y la recarga

se pare de inmediato. Este modo se suele emplear para recargas PHEV, motos eléctricas o BEV con poca capacidad de batería.



Ilustración 19. Cable de conexión con caja de protección y control. Fuente: Gerais, tienda en línea.

- **Modo 3:** La recarga se realiza con corriente alterna monofásica o trifásica. Cuando se emplea corriente monofásica la potencia máxima de carga es de 7,4 kW y si se emplea corriente trifásica se pueden alcanzar potencias de carga de hasta 43 kW. Para este tipo de recarga se emplea un dispositivo Wallbox, el cual es un cargador que va pegado en la pared que permite la carga de los BEV y de los PHEV.

Este modo de carga cuenta con más funciones que las desempeñadas en el modo 2, ya que los cargadores incorporan varios sistemas de protección tanto del coche como de la instalación eléctrica y tienen la capacidad de hacer consultas remotas, entre otras funciones.

Este modo de carga se emplea en el trabajo, en los centros comerciales o en el hogar como vemos en la imagen de abajo.



Ilustración 20. BEV cargándose en el hogar con un dispositivo Wallbox. Fuente: Somos eléctricos.

**Modo 4:** Este modo de carga se realiza con corriente continua gracias al transformador de corriente alterna en continua y es el que vemos en las electrolineras o en los postes eléctricos individuales de elevada

potencia. Este modo realiza recargas de mínimo 50 kW, por lo que este modo permite realizar cargas rápidas y ultra rápidas.

El cable de conexión en el modo 4, se encuentra integrado junto con el cargador externo. La integración del cable de conexión hace que la cantidad de datos compartidos entre el coche eléctrico y el cargador sea máxima, lo que permite que sistemas como el BMS reciban los máximos datos posibles para desempeñar sus labores con garantías.

Por otra parte, debemos saber que existen diferentes tipos de conectores en función de si la corriente es alterna o continua.

Debemos saber que existen dos tipos de conectores de corriente alterna:

- Conector tipo 2 o Mennekes: Estos tipos de enchufes son trifásicos y son los enchufes estándar empleados en Europa y Asia desde el año 2018. La potencia máxima de carga suele ser de unos 22 kW pudiendo alcanzar valores de 43 kW (Wallbox,s.f.).
- Conector tipo 1: Enchufe estándar de los vehículos de Asia y América. Este enchufe es monofásico y tiene una potencia máxima de carga de 7,4 kW.

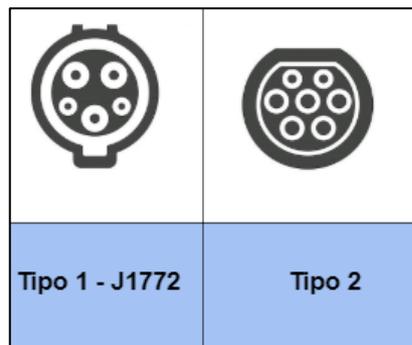


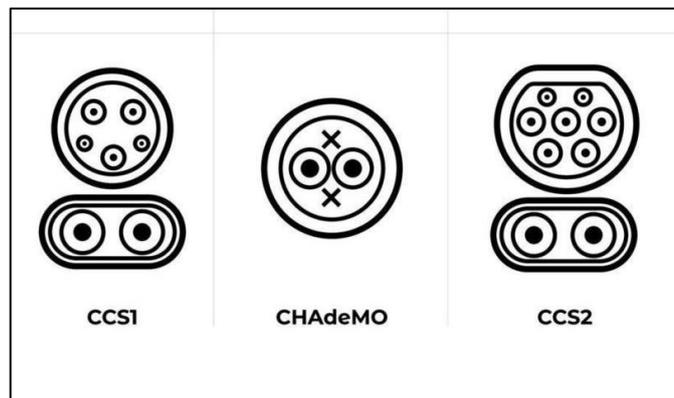
Ilustración 21. Conectores de corriente alterna. Fuente: Evexpert-

En relación con los conectores de corriente continua, encontramos los siguientes:

- CCS1: Este tipo de enchufe es una versión mejorada del enchufe Tipo 1, ya que cuenta con dos contactos de alimentación más, lo que permite realizar la carga tanto en corriente alterna como en corriente continua.
- CCS2: Este enchufe es una mejor versión del Tipo 2 debido a que tiene dos contactos de alimentación más que el Tipo 2, lo que posibilita que este enchufe puede realizar la carga en corriente alterna o continua,

pudiendo realizar recargas con una potencia de hasta 350 kW (Wallbox,s.f.).

- CHAdEMO: este sistema de carga ultra rápida desarrollado en Japón permite realizar recargas eléctricas con una potencia de hasta 100 kW. También permite la recarga bidireccional.



*Ilustración 22. Tipos de conectores de corriente continua. Fuente: Laboratorios Blau*

Haciendo un resumen general, sabemos que existen cuatro tipos de carga en función de la comunicación entre cargador y coche. Los tres primeros, cargan en corriente alterna y la cuarta en corriente continua. El modo 1 de carga es la más lenta y el modo 4 es la más rápida.

### 2.5.3. Breve análisis de la infraestructura de recarga eléctrica actual en España y Castilla y León

En el año 2023 en España se registraron 29.301 puntos de recarga eléctrica de acceso público. Dentro de esos 29.301 puntos de recarga, 23.611 cuentan con una potencia mayor a los 50kW y los 5.690 puntos restantes con una potencia inferior a los 50 kW (ANFAC,2024).

A continuación, en la gráfica de abajo podemos ver la evolución del número de puntos de recarga de acceso público que ha experimentado España desde el año 2019 hasta el año 2023. En dicha gráfica se han tomado en cuenta todos los puntos de recarga existentes, se encuentren o no operativos.

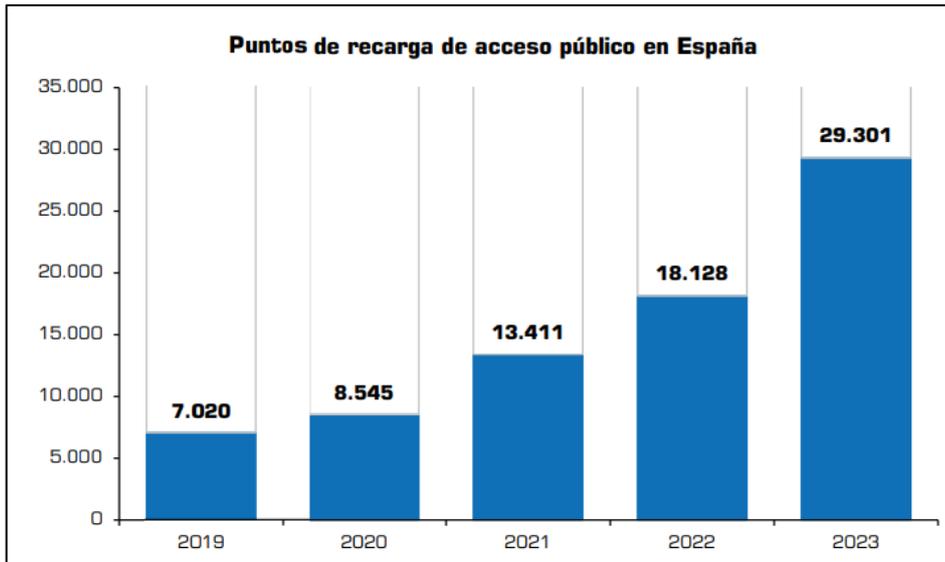


Ilustración 23. Puntos de recarga de acceso público en España 2019-2023. Fuente: ANFAC.

Una vez hemos conocido los puntos de recarga que había en España en el año 2023, es interesante saber cómo se distribuyen dichos puntos en el territorio nacional. En el mapa de abajo podemos observar cómo están distribuidos los puntos de recargas por Comunidades Autónomas. En dicho mapa solo se han tenido en cuenta los puntos de recarga eléctrica que en 2023 se encontraban operativos.

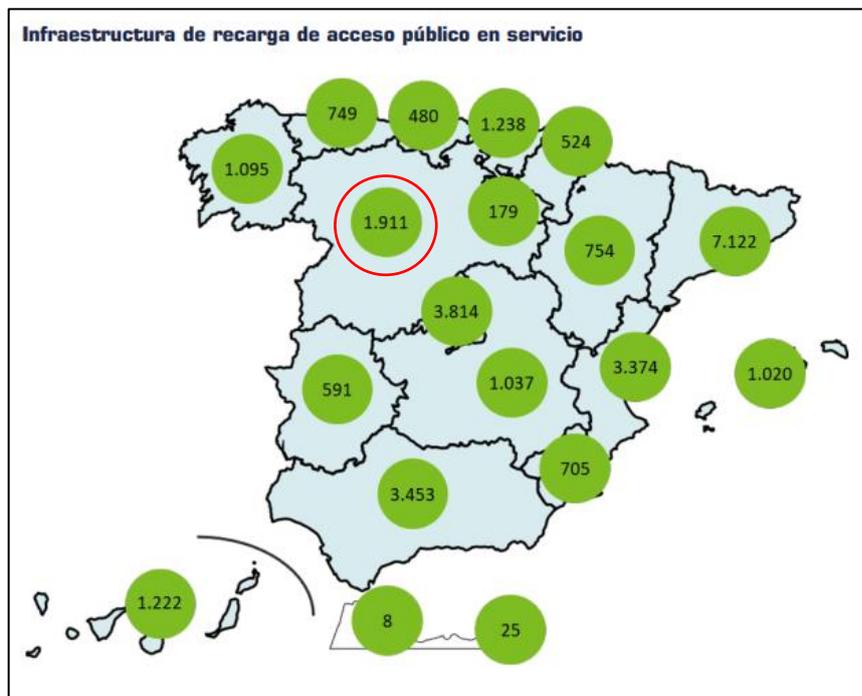


Ilustración 24. Mapa de los puntos de recarga de acceso público en servicio en España. Fuente: ANFAC

Como podemos observar en el mapa de arriba la Comunidad de Castilla y León, en 2023 contaba con 1.911 puntos de recarga operativos. Si a esa cifra le sumamos los 324 puntos de recarga que estaban fuera de servicio, nos encontramos con que en 2023 Castilla y León contaba con 2.235 puntos de recarga eléctrica (ANFAC,2024).

## 2.6. Breve descripción del municipio de Aranda de Duero

### 2.6.1. Historia

El nombre del municipio de Aranda de Duero procede de las lenguas de poblaciones de gran antigüedad que habitaron dicho municipio. Aranda significa “vega amplia” y el nombre completo es Aranda de Duero, ya que el municipio es atravesado por dicho río. El nombre de este municipio se registró por primera vez en el Concilio de Usillos en el año 1088 (Ayuntamiento Aranda de Duero, s.f.).

Dentro del patrimonio histórico y cultural de Aranda, encontramos las iglesias de Santa María y San Juan. La iglesia Santa María, se construyó a finales del siglo XV y comienzos del siglo XVI, en tiempos de los Reyes Católicos. Es por esto por lo que en la fachada de esta iglesia se pueden observar los escudos reales de aquellos tiempos. Dicha Iglesia es de estilo gótico conteniendo en su interior un retablo del siglo XVII y un púlpito renacentista.



Ilustración 25. Fachada Iglesia Santa María Aranda de Duero. Fuente: Archidiócesis de Burgos

Por otra parte, encontramos la iglesia San Juan, anterior a la iglesia de Santa María. Esta iglesia cuenta con un alto valor histórico, ya que en dicha iglesia en tiempos del Rey Enrique IV, específicamente en el año 1373. el arzobispo Alfonso Carrillo convocó un concilio. Esta iglesia es también de estilo gótico y en la fachada podemos encontrar una imagen del santo San Juan Bautista (Ayuntamiento Aranda de Duero, s.f.).



*Ilustración 26. Fachada Iglesia San Juan Aranda de Duero. Fuente: Vuelta Burgos*

La patrona de este municipio es la Virgen de las Viñas, ya que la Virgen se le apareció a un labrador arandino, en una de las viñas de este labrador, y le comunicó su deseo de que se construyera un templo dedicado a ella en ese terreno (Virgen de las Viñas, 1924).

Aranda de Duero, cuenta con la red de bodegas subterráneas más extensa de toda la comarca de la Ribera del Duero, con un total de 4,2 km, todas ellas al mismo nivel, con una profundidad de unos 8-12 metros. Esta red de bodegas fue realizada entre los siglos XII Y XVIII (Ruta del Vino Ribera del Duero, s.f.).

Según el Plan Especial de Protección de las Bodegas se dice que en Aranda hay 136 bodegas subterráneas con una longitud media de unos 30 metros y cada una con su propia entrada.

### **2.6.2. Otros datos**

El municipio de Aranda de Duero se encuentra localizado al sur de la provincia española de Burgos y en el año 2023 contaba con una población total de 33.626 arandinos, siendo el tercer municipio con más habitantes de toda la provincia de Burgos por detrás de Burgos y Miranda de Ebro (INE,2023).

Aranda de Duero pertenece a la Comarca de la Ribera del Duero y tiene una superficie total de 127,28 km<sup>2</sup>. Además, este municipio es reconocido dentro

de la provincia de Burgos por su alta actividad industrial ya que actualmente en este municipio operan grandes factorías reconocidas internacionalmente como son Michelín, GlaxoSmithKline y Grupo Leche Pascual. Es por esto por lo que en Aranda hay 4.872 arandinos dedicados al sector industrial (Wikipedia,2024).

Aranda de Duero está 86 km de distancia de la ciudad de Burgos, por la autovía A1, autovía que atraviesa dicho municipio. Este municipio según el IGN (Instituto Geográfico Nacional), tiene una altitud de 798 metros sobre el nivel del mar, es decir casi 800 metros de altitud.



### **3.INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN ARANDA DE DUERO**

### 3.1. Actuales puntos de recarga eléctrica en Aranda de Duero

En este apartado analizaremos los puntos de recarga eléctrica con los que cuenta el municipio de Aranda de Duero actualmente, indicando las características de cada uno de estos puntos (tipo de conectores instalados, acceso público o privado, etc.)

Para tomar estos datos, nos ayudaremos de la información aportada por la web <https://www.electromaps.com/es>. Antes de conocer en profundidad cada uno de los puntos de recarga del municipio, es oportuno que tengamos una vista conjunta de todos ellos. A continuación, podemos ver una imagen del mapa del municipio de Aranda de Duero con la localización de todos los puntos de recarga actuales. En cada uno de los puntos indicados en el mapa, puede haber uno o más puntos de recarga.

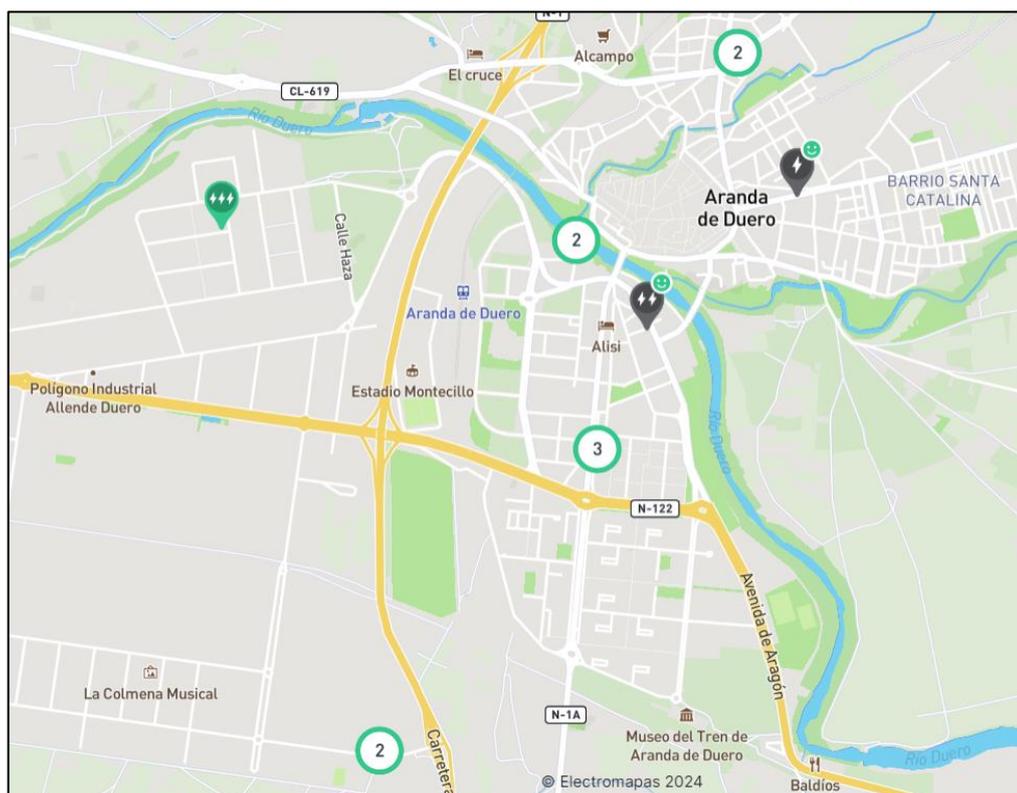


Ilustración 27. Mapa puntos de recarga eléctricos Aranda de Duero. Fuente: Electromaps

Lo primero que debemos saber es que actualmente el municipio de Aranda de Duero cuenta con un total de 8 puntos de recarga de acceso público y 10 puntos de recarga de acceso privado (aparcamientos privados y estaciones de servicio).

Una vez sabido esto, procedemos a exponer las infraestructuras de recarga con las que actualmente cuenta el municipio de Aranda de Duero, que son las siguientes:

#### Puntos de recarga de acceso privado:

- **Repsol Aranda de Duero (Avenida Castilla,64):**

En la gasolinera Repsol, encontramos un punto de recarga eléctrica, que cuenta con tres conectores diferentes (Tipo 2, CCS2 y CHAdeMO). En dicho punto la recarga eléctrica se puede realizar tanto en corriente continua como en corriente alterna. La potencia máxima de carga de los conectores CHAdeMO y CCS2 es de 50 kW mientras que la del cargador Tipo 2 es de 22 kW (Electromaps,2024). Dicho punto cuenta con un cargador Ingerev Rapid 50 Trio. Este cargador tiene una potencia máxima de salida en carga de CC de 50 kW y de 43,4 kW en corriente alterna (Ingeteam,s.f.).



*Ilustración 28. Punto de recarga Repsol Aranda de Duero. Fuente: Electromaps*

- **Supermercado Mercadona (Calle Burgo de Osma,28):**

En el estacionamiento de este Mercadona de Aranda de Duero encontramos dos puntos de recarga eléctrica. Cada punto de recarga cuenta con un conector Tipo 2 (Mennekes) cuya potencia máxima de carga es de 22 kW.

- **Supermercado Mercadona (Calle Carrequemada,38):**

En este otro estacionamiento del supermercado Mercadona de Aranda de Duero encontramos dos puntos de recarga eléctrica. Cada punto de recarga cuenta con un cargador con un conector Tipo 2 (Mennekes) cuya potencia máxima de carga es de 3,7 kW.



*Ilustración 29. Puntos de recarga Mercadona Calle Carrequemada,38. Fuente: Electromaps*

- **AVIA (Polígono industrial Allendeduero):**

En el polígono Allendeduero, se encuentra un punto de recarga que dispone de tres conectores distintos, (CHAdEMO, Tipo 2 y CCS2). La máxima potencia de recarga del conector Tipo 2 es de 43 kW. Por otro lado, la potencia máxima de carga de los otros dos conectores (CHAdEMO y CCS2) es de una cifra de 50 kW. Este punto de recarga se encuentra en la estación de servicio AVIA y cuenta con un cargador Ingerev Rapid 50 Trio al igual que la estación de servicio de Repsol.



*Ilustración 30. Punto de recarga AVIA Aranda de Duero. Fuente: Electromaps.*

- **Estación de servicio Valsarce (Calle Diseminados, 941):**

En la Estación de Servicio “Valsarce”, se encuentran dos puntos de recarga eléctrica de la empresa Endesa. Ambos puntos cuentan con tres conectores diferentes, (CHAdEMO, Tipo 2 y CCS2). En relación con la potencia de los conectores el valor máximo de potencia de carga del conector Tipo 2 es de 22 kW y mientras que los conectores CHAdEMO y CCS2 tiene una potencia máxima de carga de 50 kW.



*Ilustración 31. Puntos de recarga Estación de Servicio Valsarce. Fuente: Electromaps*

- **Lidl (Carretera de Madrid a Burgos, 160, Aranda de Duero):**

En el estacionamiento del supermercado Lidl de Aranda de Duero, localizamos dos puntos de recarga. Ambos puntos cuentan con cargadores con una potencia máxima de 11kW cada uno. Los cargadores no cuentan con cable de conexión integrado. Es por esto último, por lo que, para realizar la carga, los usuarios deben traer su propio cable de conexión con conector de Tipo 2.



*Ilustración 32. Puntos de recarga supermercado Lidl Aranda de Duero. Fuente: Electromaps*

### Puntos de recarga de acceso público:

- **Estación de carga ultra rápida Zunder (Pradosport):**

En el estacionamiento del centro deportivo de Pradosport de Aranda de Duero, encontramos dos puntos de recarga eléctrica. Uno de los puntos cuenta con un cargador V2C de 22 kW de potencia máxima y dos conectores Tipo 2 que permiten realizar cargas con una potencia máxima de 22 kW. Por otro lado, el otro cargador es un cargador Ingeteam Rapid 120 que tiene una potencia máxima de 120 kW, con dos conectores CCS2, que permiten realizar recargas con una potencia máxima de 120 kW. En dicha estación, uno de los cargadores realiza la carga en corriente alterna (22 kW) y el otro de los cargadores en corriente continua (120 kW).



*Ilustración 33. Estación de carga ultra rápida Zunder Pradosport. Fuente: Zunder*

- **Iberdrola (Calle Quinta Julia, 31):**

En el aparcamiento de San Juan de Dios, encontramos un punto de recarga con dos conectores de Tipo 2 (Mennekes). Ambos conectores tienen una potencia máxima de carga de 22 kW.



Ilustración 34. Poste eléctrico Calle Quinta Julia, 31 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps

- **Iberdrola (Calle de la Ribera, 10):** En la plaza de la Ribera del municipio de Aranda se encuentra ubicado un punto de recarga que cuenta con dos conectores, ambos de Tipo 2. La potencia máxima de carga de ambos conectores es de 7,4 kW.



Ilustración 35. Poste eléctrico Calle de la Ribera, 10 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps

- **Iberdrola (Calle San Francisco, 42):**

En el aparcamiento de la Plaza de toros de Ribera del Duero de Aranda, encontramos dos puntos de recarga. Uno de los puntos cuenta con un cargador Ingerev Rapid 50 Duo, Dicho cargador tiene una potencia máxima de carga en CC de 50 kW y tiene dos conectores (CCS2 y CHAdeMO) que permiten realizar cargas con una potencia máxima de 50 kW (Ingeteam,s.f).

El otro cargador instalado es el Ingerev Rapid 50 One, el cual cuenta con un conector CCS2. La potencia de este cargador en CC es de un

valor máximo de 50 kW y el conector permite realizar cargas a una potencia máxima de 50 kW.



Ilustración 36. Postes eléctricos Calle San Francisco, 42 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps

- **Iberdrola (Calle La Hispanidad,0):**

En esta ubicación hay dos postes eléctricos individuales de Iberdrola. Uno de los cargadores cuenta con dos conectores, (CCS2 y CHAdeMO) y el otro cargador solo tiene un conector (CCS2). La potencia máxima de carga de todos los conectores tiene un valor de 50 kW.



Ilustración 37. Postes eléctricos Calle de la Hispanidad 0 (Aranda de Duero). Fuente: Electromaps

## **4. PROSPECCIÓN DEL PARQUE DE TURISMOS ELECTRIFICADOS (PHEV+BEV) EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030**

## 4.1. Análisis del parque automotor de Aranda de Duero

En este apartado, analizaremos el parque de turismos con el que cuenta el municipio de Aranda de Duero. Para ello, hemos tomado la información general de los datos municipales de la DGT, desde los años 2019 hasta el 2023. La DGT calcula el parque de turismos de los municipios de forma anual, teniendo en cuenta el número de turismos registrados, excluyendo aquellos turismos que se encuentran en situación de baja temporal o definitiva.

A continuación, en la gráfica de abajo podemos ver el parque de turismos de Aranda de Duero desde el año 2019 hasta el año 2023.

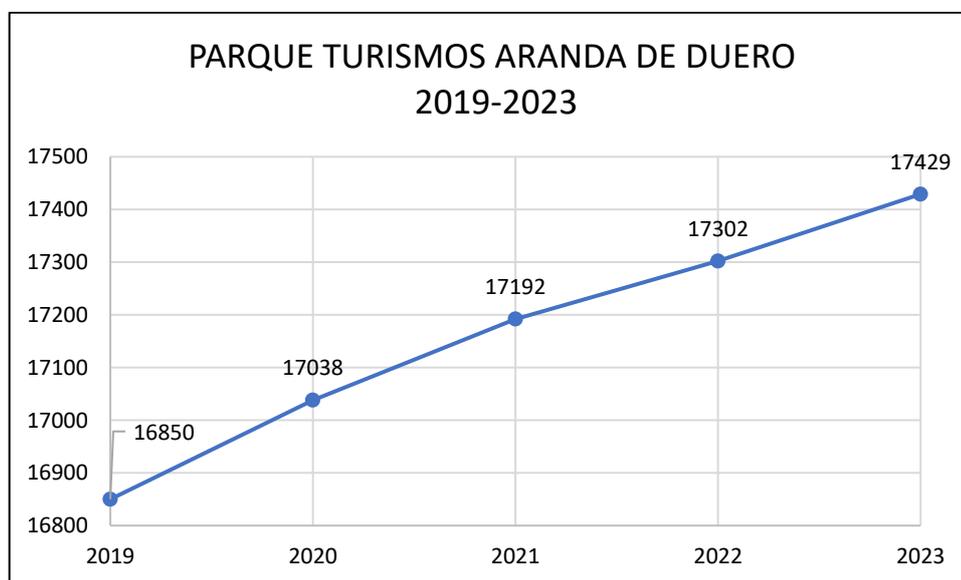


Ilustración 38. Parque de turismos Aranda de Duero 2019-2023. Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocemos el número de turismos registrados en Aranda en el año 2023, es conveniente conocer cuál es la antigüedad de cada uno de los turismos. A continuación, presentamos una gráfica del parque de turismos de Aranda de Duero en el año 2023 en función de la edad de estos gracias a los datos aportados por la DGT.

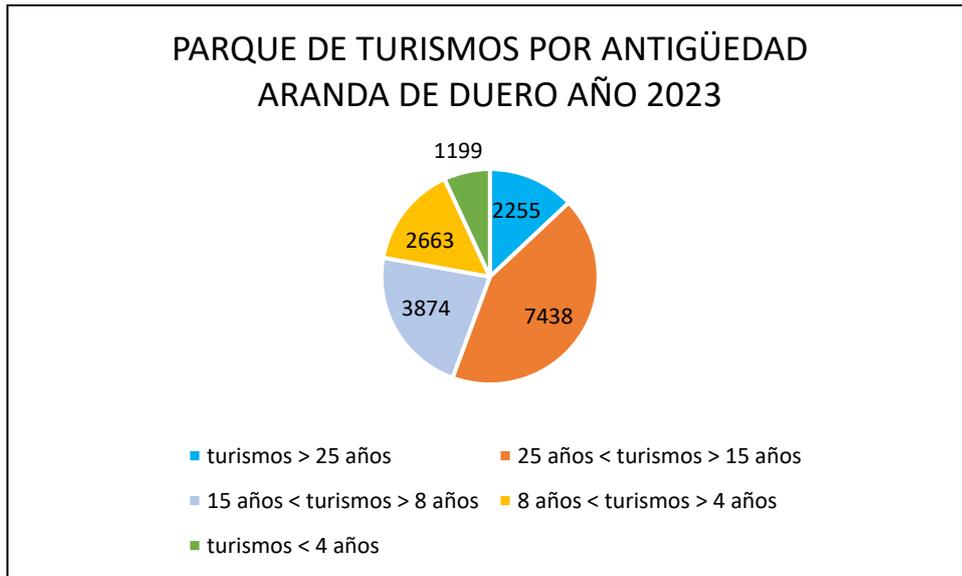


Ilustración 39. Parque de turismos por antigüedad Aranda de Duero año 2023. Fuente: Elaboración Propia.

También es oportuno, conocer que tipos de distintivo ambiental tienen los turismos que componen el parque automotor del municipio. En la gráfica de abajo podemos observar el parque de turismos de Aranda de Duero en el año 2022 en función del distintivo ambiental de los turismos. Para la elaboración de esta gráfica hemos tomado los datos de la DGT (2022).

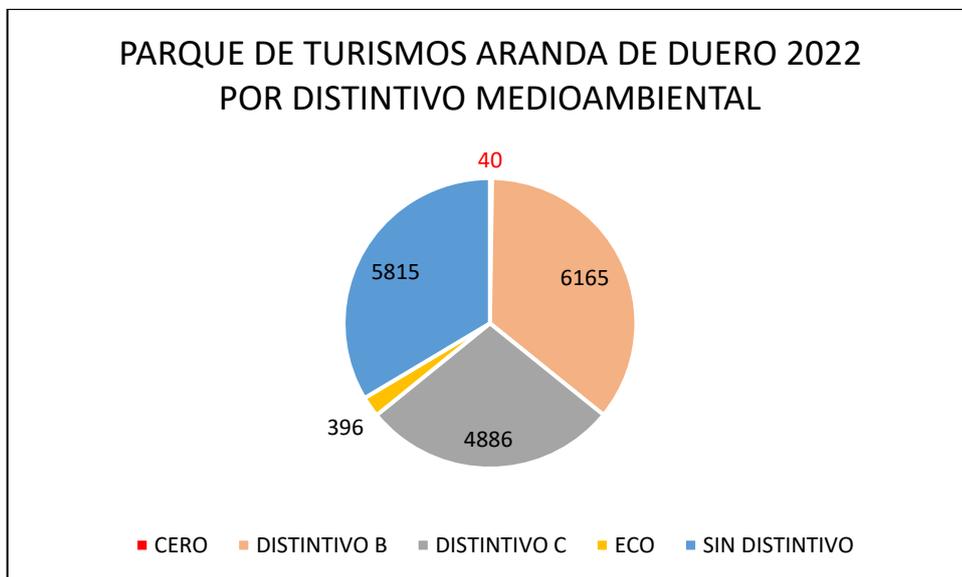


Ilustración 40. Parque de turismos Aranda de Duero según distintivo ambiental año 2022. Fuente: Elaboración propia

Para entender mejor que significa esta gráfica es conveniente conocer los diferentes distintivos ambientales de la DGT que existen. Actualmente existen cuatro distintivos ambientales que son los siguientes:

- Etiqueta CERO emisiones: Es de color azul. Los coches que pueden portar esta etiqueta son los coches eléctricos puros, los coches eléctricos híbridos enchufables (PHEV) con una autonomía 100% eléctrica superior a 40 km y los coches eléctricos de autonomía extendida (DGT, s.f.).
- Etiqueta ECO: Los colores por los que está compuesta esta etiqueta son el azul y el verde y la portan los coches eléctricos híbridos enchufables (PHEV) con una autonomía 100% eléctrica inferior a 40 km, los híbridos no enchufables (HEV) y los vehículos de Gas natural o GLP.
- Etiqueta C: El color de esta etiqueta es verde. Tienen derecho a portar dicha etiqueta los turismos de gasolina matriculados a partir del mes de enero del año 2006 y los turismos diésel matriculados a partir del mes de septiembre de 2015.
- Etiqueta B: Esta etiqueta se distingue de las demás por ser de color amarillo y pueden llevarla los coches de gasolina matriculados a partir del 1 de enero del año 2001 y los coches diésel matriculados a partir del año 2006.

El resto de los coches que no cumplan los requisitos anteriores no circularán sin ningún distintivo ambiental.

## 4.2. Estimación del parque automotor de Aranda de Duero. Año 2030

En este apartado estimaremos el parque de turismos que se espera tener en el municipio de Aranda de Duero en el año 2030, en base a una serie de premisas, que se irán especificando durante el desarrollo de este apartado.

En el apartado anterior vimos cual había sido el parque de turismos del municipio de Aranda de Duero desde el año 2019 hasta el año 2023. A partir de esos datos hemos elaborado una gráfica en la que hemos trazado una línea de tendencia lineal, ya que esta línea era la que más se ajustaba a nuestro conjunto de datos, tal y como podemos contemplar en la gráfica que aparece a continuación.

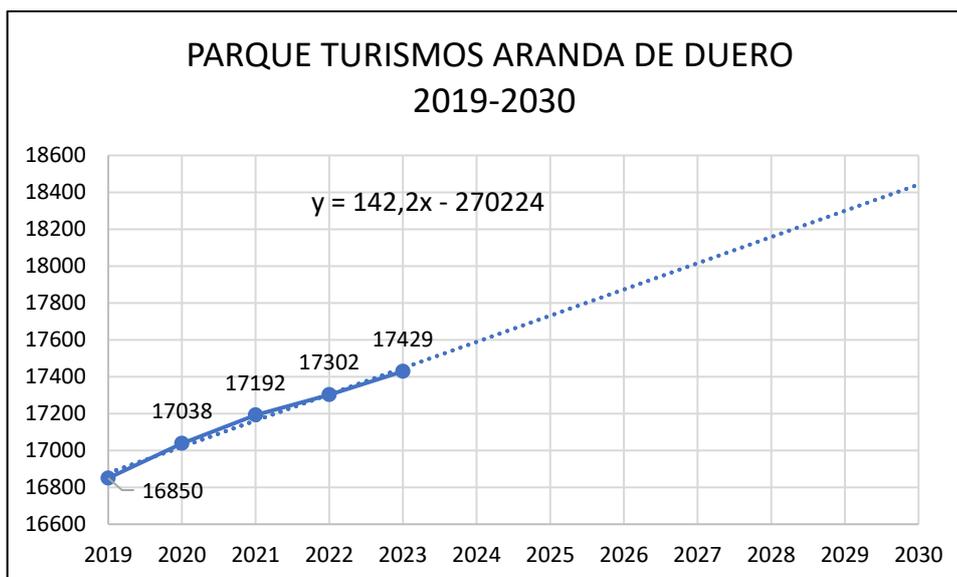


Ilustración 41. Parque de turismos Aranda de Duero 2019-2030. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la línea de tendencia podemos observar que el parque de turismos del municipio de Aranda de Duero de cara al año 2030 sería de unos 18.430 turismos aproximadamente.

Para calcular que tipo de coches compondrán el parque de turismos en el año 2030, tomaremos las siguientes premisas. Como hemos visto en la imagen anterior, hemos supuesto que el parque de turismos irá incrementando de manera lineal hasta el año 2030. Supondremos que la diferencia positiva del parque de turismos de un año respecto al anterior, corresponderán a coches matriculados nuevos.

Por otro lado, también hemos visto con anterioridad que el parque de turismos de Aranda de Duero en el año 2023 contaba con 2.255 turismos de más de 25 años de antigüedad.

Debemos saber que un coche de gasolina suele tener una vida útil entre 250.000-400.000 km (Eurotaller,2023). Por lo tanto, si hacemos una media de estos dos valores, podemos suponer que un coche de gasolina tiene una vida útil de 325.000 km. Por otra parte, los coches diésel suelen tener una vida útil de 400.000 km.

Gracias a los datos aportados por la DGT (2022), sabemos que en España los coches de diésel recorrieron una media de 16.880,29 km anuales mientras que los coches de gasolina recorrieron un promedio de 16.862,64 km por año. Teniendo en cuenta la vida útil en kilómetros de los coches y tomando los datos de los kilómetros anuales recorridos por los turismos de gasolina y diésel en España en el año 2022, estimaremos la vida útil de este tipo de coches.

$$\text{Vida útil coche gasolina: } 325.000 \text{ km vida útil} * \frac{1 \text{ año}}{16.862,64 \text{ km}} = 19,27 \text{ años}$$

$$\text{Vida útil coche diésel: } 400.000 \text{ km vida útil} * \frac{1 \text{ año}}{16.880,29 \text{ km}} = 23,69 \text{ años}$$

Es decir, un coche de gasolina nos durará aproximadamente algo más de 19 años, mientras que un coche diésel tendrá una vida útil de algo más de 23 años y medio. Es por esto por lo que en este estudio supondremos que los turismos de más de 25 años serán sustituidos por coches nuevos en los dos próximos años (2025 y 2026).

En el primer año se darán de baja 1.128 de estos turismos y serán sustituidos por coches nuevos matriculados y en el segundo año serán dados de baja y sustituidos por coches nuevos los 1.127 turismos restantes.

Por otro lado, también sabemos que el parque de turismos de Aranda de Duero en 2023 contaba con 7.438 turismos de una edad comprendida entre los 15 y 25 años, ambos incluidos. Supondremos que estos vehículos se sustituirán de manera progresiva a lo largo de los próximos 6 años. Los 5 primeros años se sustituirán 1240 turismos por año y en el año 2030 los 1238 turismos restantes.

Con los datos anteriores, ya podemos conocer cuántos coches nuevos serán matriculados cada año. A continuación, procedemos a su cálculo.

#### **Año 2024:**

$$17.595 (2024) - 17.429 (2023) \approx 166 \text{ turismos nuevos registrados}$$

#### **Año 2025:**

$$(17.740 (2025) - 17.595 (2024)) + 1.127 \approx 1.272 \text{ turismos nuevos registrados}$$

#### **Año 2026:**

$$(17.890 (2026) - 17.740 (2025)) + 1.128 + 1.240 \\ \approx 2.518 \text{ turismos nuevos registrados}$$

#### **Año 2027:**

$$(18.000(2027) - 17.890(2026)) + 1.240 \approx 1.350 \text{ turismos nuevos registrados}$$

#### **Año 2028:**

$$(18.175(2028) - 18.000(2027)) + 1.240 \approx 1.415 \text{ turismos nuevos registrados}$$

### Año 2029:

$$(18.300(2029) - 18.175(2028)) + 1.240 \approx 1.365 \text{ turismos nuevos registrados}$$

### Año 2030:

$$(18.425(2030) - 18.300(2029)) + 1.238 \approx 1.363 \text{ turismos nuevos registrados}$$

Una vez conocemos el número de coches nuevos matriculados cada año, para saber qué porcentaje corresponde a cada tipo de turismo (combustión, BEV, PHEV o HEV) nos ayudaremos de los datos vistos anteriormente de ANFAC relativos a la cuota de matriculación de los turismos electrificados (PHEV+BEV) desde el año 2020 hasta el año 2023 en España.

A partir de estos datos, hemos supuesto en este estudio que la evolución de la cuota de matriculación de los PHEV en España a lo largo de los 6 próximos años seguirá una línea de tendencia lineal tal como podemos observar en la gráfica de abajo. En dicha gráfica también observamos la función lineal que sigue la línea de tendencia. En este estudio supondremos que la cuota de matriculación de los PHEV en España será la misma que la del municipio de Aranda de Duero.

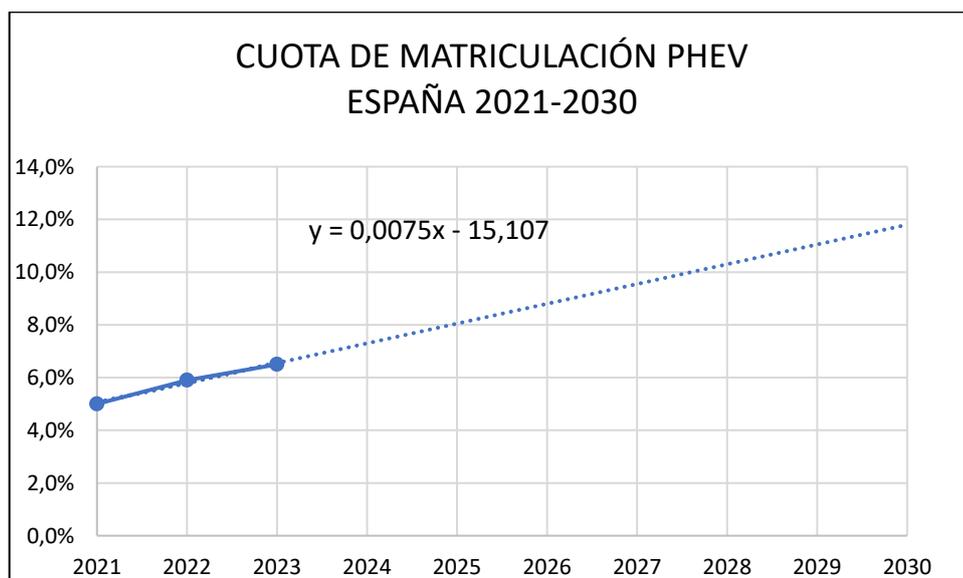


Ilustración 42. Cuota de matriculación PHEV España años 2020-2030. Fuente: Elaboración propia.

Si hacemos un análisis de la gráfica de arriba vemos que en 2030 los coches eléctricos híbridos enchufables tendrían una cuota en torno al 12%.

Por otro lado, en relación con la cuota de matriculación de los BEV en España a lo largo de los 6 próximos años, hemos tomado como premisa en este estudio que dicha cuota seguirá una línea de tendencia exponencial. Hemos decidido tomar dicha línea de tendencia ya que tal y como hemos visto con anterioridad la Unión Europea tiene como objetivo que las emisiones de los turismos se reduzcan en un 55% respecto al año 2021 de cara al año 2030 y por lo tanto es importante que cada año la cuota de matriculación de los BEV crezca de manera significativa para lograr cumplir dicho objetivo con éxito. Supondremos que la cuota de matriculación de España será un fiel reflejo de la cuota de matriculación de Aranda.

A continuación, vemos la evolución que experimentaría la cuota de matriculación de los BEV en España si esta tuviera un crecimiento exponencial.

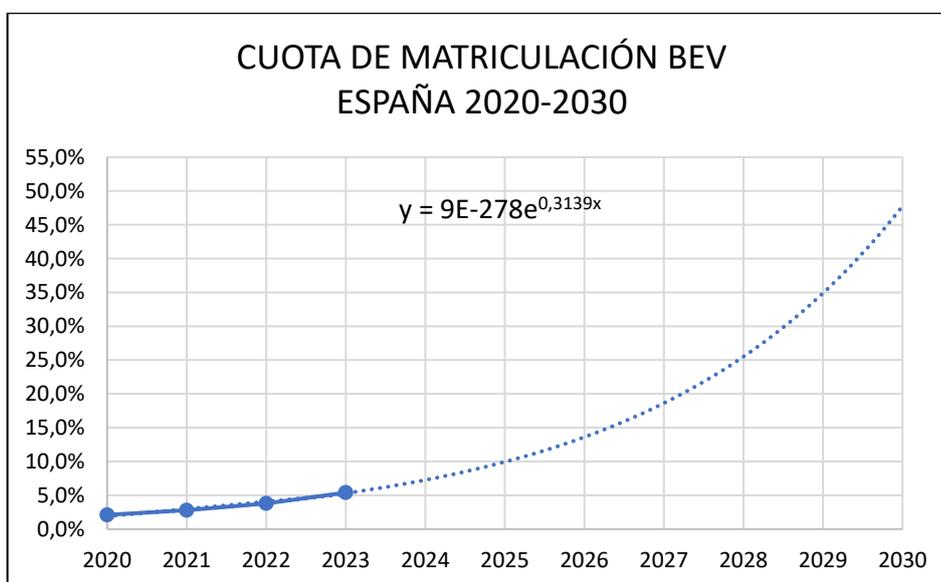


Ilustración 43. Cuota de matriculación BEV España años 2020-2030. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la gráfica de arriba, podemos ver que de cara al año 2030 la cuota de matriculación de los BEV en Aranda sería de un 47% de la cuota total.

En el año 2023, los coches híbridos no enchufables en España registraron una cuota de matriculación del 31, 90% (ANFAC,2024). En este estudio supondremos que dicha cifra se mantendrá de manera constante a lo largo de los años, es decir que desde el año 2024 hasta el año 2030, los HEV en España tendrán una cuota de matriculación en torno al 32%. Al igual que

antes, supondremos que dicha cuota será un fiel reflejo de la cuota de matriculación del municipio de Aranda de Duero.

A continuación, a partir de las cuotas de matriculación calcularemos cuantos turismos electrificados (BEV+PHEV) e híbridos no enchufables nuevos se matricularían cada año en el municipio de Aranda de Duero, en base a las premisas tomadas en el estudio mencionadas con antelación.

#### **Año 2024:**

$$\text{BEV: } 166 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{7,5}{100} \approx 124 \text{ BEV nuevos registrados}$$

$$\text{PHEV: } 166 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{7,3}{100} \approx 121 \text{ PHEV nuevos registrados}$$

$$\text{HEV: } 166 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 53 \text{ HEV nuevos registrados}$$

#### **Año 2025:**

$$\text{BEV: } 1.272 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{10}{100} \approx 127 \text{ BEV nuevos registrados}$$

$$\text{PHEV: } 1.272 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{8}{100} \approx 101 \text{ PHEV nuevos registrados}$$

$$\text{HEV: } 1.272 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 407 \text{ HEV nuevos registrados}$$

#### **Año 2026:**

$$\text{BEV: } 2.518 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{14}{100} \approx 352 \text{ BEV nuevos registrados}$$

$$\text{PHEV: } 2.518 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{8,9}{100} \approx 224 \text{ PHEV nuevos registrados}$$

$$\text{HEV: } 2.518 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 805 \text{ HEV nuevos registrados}$$

#### **Año 2027:**

$$\text{BEV: } 1.350 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{19}{100} \approx 256 \text{ BEV nuevos registrados}$$

$$\text{PHEV: } 1.350 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{9,5}{100} \approx 128 \text{ PHEV nuevos registrados}$$

$$\text{HEV: } 1.350 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 432 \text{ HEV nuevos registrados}$$

### **Año 2028:**

$$\text{BEV: } 1.415 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{25}{100} \approx 353 \text{ BEV nuevos registrados}$$
$$\text{PHEV } 1.415 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{10,3}{100} \approx 145 \text{ PHEV nuevos registrados}$$
$$\text{HEV: } 1.415 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 452 \text{ HEV nuevos registrados}$$

### **Año 2029:**

$$\text{BEV: } 1.365 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{35}{100} \approx 477 \text{ BEV nuevos registrados}$$
$$\text{PHEV } 1.365 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{11}{100} \approx 150 \text{ PHEV nuevos registrados}$$
$$\text{HEV: } 1.365 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 436 \text{ HEV nuevos registrados}$$

### **Año 2030:**

$$\text{BEV: } 1.363 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{47}{100} \approx 640 \text{ BEV nuevos registrados}$$
$$\text{PHEV } 1.363 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{11,9}{100} \approx 162 \text{ PHEV nuevos registrados}$$
$$\text{HEV: } 1.363 \text{ turismos nuevos registrados} * \frac{32}{100} \approx 436 \text{ HEV nuevos registrados}$$

En este estudio supondremos que todos los turismos con etiqueta ECO registrados en Aranda en el año 2022 (396 turismos) eran híbridos no enchufables ya que la mayoría de los PHEV tienen una autonomía 100% eléctrica superior a 40 km (Blogs Mapfre,2023) por lo que poseen la etiqueta CERO y no la etiqueta ECO.

También vimos previamente que en 2022 el municipio de Aranda contaba con 40 turismos con la etiqueta "CERO". Estos turismos como ya vimos anteriormente pueden corresponder a híbridos enchufables con una autonomía 100% eléctrica superior a 40 km o a coches eléctricos puros. En este estudio supondremos que el 60% de estos coches eran PHEV y el 40% restante eran coches eléctricos puros. Es decir que 16 de esos 40 coches corresponden a eléctricos puros y los 24 restantes a coches PHEV.

Gracias a la agencia tributaria de Aranda de Duero sabemos que, en el año 2023, se matricularon 14 coches con etiqueta "CERO". Sabemos que, en 2023 en España, los turismos electrificados (BEV+PHEV) representaron un 12% de la cuota de matriculación, un 6,5% los PHEV y un 5,4% los coches eléctricos puros. Es decir que de todos los turismos electrificados matriculados ese año, el 54,17% se correspondían a PHEV y el 45,83 % a

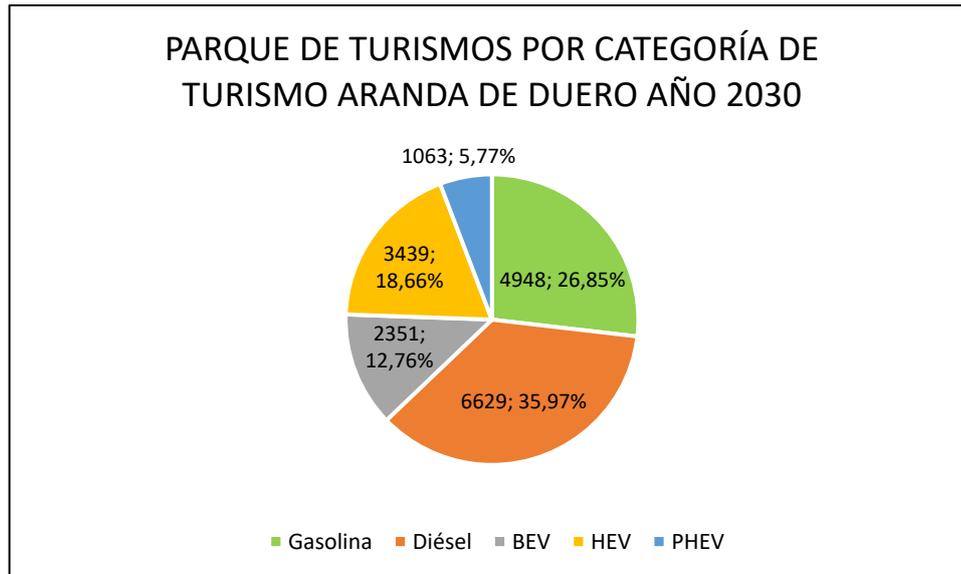
eléctricos puros. Por lo tanto, supondremos que, en Aranda en 2023, el 54% de los coches electrificados matriculados eran PHEV y el 46% eléctricos puros. Por lo tanto, supondremos que 8 de esos 14 coches eran PHEV y los 6 restantes eléctricos puros.

Según datos de la DGT, en el año 2022 en la provincia de Burgos, el 57,26% de los turismos con motor de combustión eran diésel y el 42,74% restante eran de gasolina. En este estudio supondremos que esta proporción se mantiene constante a lo largo de los años hasta el año 2030.

Por lo tanto, el parque automotor de turismos de Aranda de Duero de cara al año 2030 sería el siguiente:

- Turismos BEV:  
16 (Año 2022) + 6 (Año 2023) + 2.329 (Años 2024-2030) = **2.351 turismos**
- Turismos HEV:  
396 (Año 2022) +22 (Año 2023) +3.021 (Años 2024-2030) =**3.439 turismos**
- Turismos PHEV:  
24(Año 2022) + 8 (Año 2023) + 1.031 (Años 2024-2030) =**1.063 turismos**
- Turismos Diésel:  
(0,5726\*11747)≈ **6.629 turismos**
- Turismos Gasolina:  
(0,4724\*13019)≈ **4.948 turismos**

A continuación, presentamos una gráfica de cómo sería el parque de turismos de Aranda de Duero en el año 2030, en función del distintivo medioambiental de los turismos.



*Ilustración 44. Parque de turismos Aranda de Duero según categoría de turismo año 2030. Fuente: Elaboración propia.*

### 4.3. Características técnicas de los turismos electrificados (BEV+PHEV) de Aranda de Duero. Año 2030

Una vez ya conocemos la distribución del parque de turismos, debemos saber que en este estudio hemos seleccionado tres modelos de turismos eléctricos puros y un modelo de turismo PHEV para representar el futuro parque de turismos electrificados del municipio de Aranda de Duero en el año 2030. Los tres modelos eléctricos puros seleccionados son el Dacia Spring 65 Electric, el MG4 Electric Standard y el Nissan LEAF.

En este estudio tomaremos como premisa que en el año 2030 habrá 784 turismos Dacia Spring 65 registrados en Aranda de Duero, 784 turismos MG4 Standard y 783 turismos Nissan LEAF. Es decir, aproximadamente cada vehículo representará el 33% de los turismos eléctricos en el año 2030.

A continuación, en la tabla que aparece más bajo vemos las principales características técnicas estos tres turismos. Dichos datos han sido extraídos de la web oficial de MG, Dacia y Nissan.

	<b>MG4 Electric Standard</b>	<b>Dacia Spring Electric 65</b>	<b>Nissan LEAF Eléctrico</b>
<b>Capacidad de la batería</b>	51 kWh	26,8 kWh	40 kWh
<b>Potencia máxima del motor</b>	125 kW	48 kW	110 kW
<b>Par máximo del motor</b>	250 Nm	113 Nm	320 Nm
<b>Autonomía Ciclo Mixto WLTP</b>	350 km	225 km	270 km
<b>Consumo eléctrico ciclo mixto WLTP</b>	17 kWh /100km	14,1 kWh /100km	17,1 kWh /100km
<b>Número de plazas</b>	5	4	5
<b>Precio</b>	20.980 euros	18.890 euros	32.360 euros

*Tabla 1. Características técnicas Dacia Spring 65, MG4 Standard y Nissan LEAF. Fuente: Elaboración propia.*

Una vez vista la tabla, es conveniente que sepamos que en base a la legislación de la Unión Europea, el ensayo de laboratorio denominado “Procedimiento Armonizado Mundial de Pruebas de Vehículos Ligeros (WLTP por sus siglas en inglés) se emplea para calcular el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos (WLTP Facts EU,s.f).

También debemos saber que el ciclo WLTP entró en vigor en el mes de septiembre en 2017 y que este ensayo de laboratorio también nos permite conocer la autonomía de los coches eléctricos (RACE,2023).

También es conveniente mencionar que el Dacia Spring admite cargas en corriente continua de 30 kWh, empleando el conector CCS para la recarga rápida y también admite cargas en corriente alterna de 22 kW utilizando el conector Tipo 2 (Dacia,s.f.).

Por otro lado, la potencia máxima de carga en corriente continua del MG4 Standard es de 88 kWh. Los conectores empleados para realizar la recarga de este turismo son el conector Tipo 2 (CA) y el conector CCS2 (CC) para la recarga rápida (MG Motor EU,s.f.).

Por otra parte, la potencia máxima de carga en corriente alterna del Nissan LEAF es de 6,6 kW (Nissan,s.f.). La recarga eléctrica del Nissan LEAF se realiza con el conector Tipo 2 o bien con el conector CHAdeMO para la recarga

rápida. Sabemos que este turismo permite realizar cargas con un conector CHAdeMO de algo más de 60 kW (Somos Eléctricos, s.f.).

A continuación, veremos cuáles son los tiempos de recarga de estos tres turismos eléctricos en función de la potencia de carga utilizada, pero antes debemos saber que en este estudio supondremos que los usuarios de los turismos eléctricos puros realizarán una recarga eléctrica promedio del 75% de capacidad total de la batería (15-90%). Por lo tanto, a continuación, iremos analizando el tiempo que tardaría cada uno de los turismos en recargar la batería en un 75% de su capacidad en función de distintas potencias de carga.

Empezaremos analizando los tiempos de carga del Dacia Spring 65. Como ya hemos visto, el Dacia Spring 65 tiene una potencia máxima de carga de 30 kW.

Una vez recordado esto, a continuación, presentamos una tabla con los tiempos de carga (horas y minutos) de este turismo en función de diferentes potencias de carga. Para realizar esta tabla hemos tomado los datos obtenidos a través de la calculadora de recarga del Dacia Spring de la web de Dacia.

Potencia de carga	Tiempo de carga
30 kW	50 minutos
22 kW	59 minutos
7,4 kW	2 horas y 45 minutos
3,7 kW	4 horas y 52 minutos
2,3 kW	7 horas y 22 minutos

*Tabla 2. Tiempos de carga Dacia Spring Electric 65. Fuente: Elaboración propia.*

Ahora procederemos a conocer los tiempos de carga del MG4 Standard. Previamente vimos que la potencia máxima de carga del MG4 Standard alcanza los 88 kWh y que su capacidad de batería es de 51 kWh (Tabla 1).

Debemos tener en cuenta que las recargas son de un 75% de la capacidad total de la batería como ya hemos visto, por lo tanto, la recarga media será del MG4 Standard será de unos 38,25 kWh ( $0,75 \cdot 51$  kWh). Para calcular dichos tiempos de carga nos ayudaremos de la siguiente fórmula, la cual ya hemos visto con anterioridad:

$$\frac{\text{Energía}}{\text{Potencia}} = \text{Tiempo}$$

Por ejemplo, el tiempo de carga del MG4 Standard con una potencia de carga de 50 kW de potencia sería el siguiente:

$$\frac{38,25 \text{ kWh}}{50 \text{ kW}} = 0,765 \text{ horas} \approx 46 \text{ minutos}$$

En la tabla que aparece más adelante observamos los tiempos de recarga eléctrica de este modelo de coche en función de distintas potencias de carga.

Potencia de carga	Tiempo de carga
88 kW	26 minutos
60 kW	38 minutos
50 kW	46 minutos
22 kW	1 hora y 45 minutos
7,4 kW	5 horas y 10 minutos
3,7 kW	10 horas y 20 minutos

Tabla 3. Tiempos de carga MG4 Standard. Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocidos los tiempos de carga del MG4 Standard procederemos con el cálculo de los tiempos de carga del Nissan LEAF.

Sabiendo que la capacidad de la batería es de 40 kWh y que de media en cada recarga se realizará una carga del 75% de la capacidad de la batería, en cada recarga se recargarían unos 30 kWh (40 kWh\*0,75).

Al igual que antes para calcular el tiempo de carga utilizaremos la fórmula que relaciona a la energía, la potencia y el tiempo. Si calculamos el tiempo de carga del Nissan LEAF a una potencia de 50 kW, el resultado obtenido sería el siguiente:

$$\frac{30 \text{ kWh}}{50 \text{ kW}} = 0,6 \text{ horas} = 36 \text{ minutos}$$

A continuación, vemos los tiempos de carga del Nissan LEAF para distintas potencias de carga.

Potencia de carga	Tiempo de carga
60 kW	30 minutos
50 kW	36 minutos
22 kW	1 hora y 22 minutos
6,6 kW	4 horas y 33 minutos
3,7 kW	8 horas y 7 minutos
2,3 kW	13 horas y 3 minutos

Tabla 4. Tiempos de carga Nissan LEAF. Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya conocemos las características técnicas de los turismos eléctricos, es conveniente que veamos unas imágenes de ellos. En la imagen que aparece más adelante podemos apreciar el Dacia Spring Electric 65.



Ilustración 45. Dacia Spring Electric 65 cargándose. Fuente: Dacia.

A continuación, podemos observar una imagen del MG4 Electric Standard.



*Ilustración 46. MG4 Electric Comfort cargándose. Fuente:HighMotor.*

Por último, abajo vemos una imagen del Nissan LEAF.



*Ilustración 47. Nissan LEAF cargándose. Fuente: Car and Driver.*

Por otra parte, en relación con los turismos PHEV, tomaremos como modelo estándar de este tipo de turismos dentro del parque de PHEV de Aranda de Duero, el Ford Kuga PHEV, que fue el híbrido enchufable con mayor número de matriculaciones en España en 2023 (ANFAC,2024). Las características técnicas del Ford Kuga, son las que presentamos en la siguiente tabla.

	Ford Kuga PHEV Gasolina
Capacidad de la batería	14,4 kWh
Emisiones CO2	22-24 g CO2/ km
Autonomía 100% eléctrica Ciclo Mixto WLPT	64 km
Autonomía 100% eléctrica Ciclo Urbano WLPT	88 km
Consumo	1,4 litros / 100km
Número de plazas	7

Tabla 5. Características técnicas Ford Kuga PHEV. Fuente: Elaboración propia.

Debemos conocer que para realizar la recarga eléctrica del Ford Kuga PHEV se emplea un cargador Tipo 2. Una vez visto las características técnicas del Ford Kuga PHEV, procederemos al cálculo del tiempo de recarga eléctrica de este modelo. Antes de presentar la tabla con los tiempos de carga, debemos recordar que la potencia máxima de carga del Ford Kuga PHEV es de 7,4 kW. En este estudio supondremos que los turismos PHEV realizarán de media una recarga del 100% de la capacidad de la batería.

Al igual que antes utilizaremos la fórmula que relaciona a la energía, potencia y tiempo para calcular el tiempo de carga de este modelo. Por ejemplo, el tiempo de carga de este turismo con un cargador de 7,4 kW de potencia sería el siguiente:

$$\frac{14,4 \text{ kWh}}{7,4 \text{ kW}} = 1,945 \text{ horas} \approx 2 \text{ horas}$$

Abajo, podemos ver una tabla con los tiempos de recarga eléctrica de este turismo en función de diferentes potencias de carga.

Potencia de carga	Tiempo de carga
7,4 kW	2 horas
3,7 kW	3 horas y 55 minutos
2,3 kW	6 horas y 15 minutos

Tabla 6. Tiempos de carga Ford Kuga PHEV. Fuente: Elaboración propia

A continuación, presentamos una imagen de este turismo eléctrico híbrido enchufable.



Ilustración 48. Ford Kuga PHEV cargándose. Fuente: MotorPasion.

#### 4.4. Potenciales beneficios y barreras para la implementación del coche eléctrico y su infraestructura de recarga eléctrica en Aranda de Duero

Previamente hemos realizado una estimación acerca de cuál sería el parque de turismos de Aranda de Duero en el año 2030 en base a unas ciertas premisas. Si comparamos el parque de turismos del año 2023 con el parque de turismos estimado para el año 2030, vemos que el número de turismos eléctricos puros se incrementaría en 2.329 unidades mientras que los coches eléctricos híbridos enchufables aumentarían en una cifra de 1.031 coches.

Por lo tanto, la intención de este apartado es conocer cuáles son las medidas políticas implantadas actualmente o previstas de implantar así como la coyuntura actual en el ámbito nacional y en Aranda de Duero en relación con los turismos electrificados y la implantación de las infraestructuras de recarga eléctrica, así como mencionar cuáles son las posibles barreras de entrada que pueden dificultar la ampliación de la flota de turismos e infraestructuras de recarga eléctricas en el municipio de Aranda de Duero.

Si analizamos las medidas políticas implantadas actualmente en España para favorecer la electrificación y descarbonización del transporte, debemos saber

que el 13 de abril de 2021, el Consejo de Ministros a propuesta del MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) aprobó el:

Real Decreto 266/2021, de 13 de abril, por el que se aprueba la concesión de ayudas a las comunidades autónomas de España y a las ciudades de Ceuta y Melilla, para la ejecución de programas de incentivos ligados a la movilidad eléctrica (MOVES III) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Europeo. (IDEA,s.f.)

El presupuesto inicial de dicho programa (MOVES III) de incentivos fue de 400 millones de euros el cual fue ampliado más tarde hasta los 1.200 millones de euros. Dicho presupuesto tiene la finalidad de incentivar el uso de vehículos eléctricos, específicamente a través de la compra de vehículos eléctricos enchufables, así como de las infraestructuras de recarga eléctrica de este tipo de vehículos.

El Real Decreto aprobado en abril del año 2021, fue modificado posteriormente por el Real Decreto 406/2023, de 29 de mayo, con la finalidad de reforzar el marco de concesión de las ayudas directas causando así un mayor impulso a la utilización de vehículos eléctricos.

Con el objetivo de aumentar la vigencia del Programa MOVES III y adecuar las bases reguladoras al Reglamento 2023/1315 de la Comisión Europea, de 23 de junio en sustitución del anterior Reglamento 651/2014 de la Comisión Europea, de 17 de junio, se aprobó el Real Decreto 821/2023 de 14 de noviembre, a través del cual se aumenta la vigencia hasta el 31 de julio del 2024 del Real Decreto 266/2021 y se adapta al marco europeo de ayudas de estado tal y como hemos visto en este párrafo. El día 14 de noviembre del año 2023 el programa todavía contaba con 290 millones de presupuesto.

El Real Decreto 821/2023, tiene aplicación sobre los vehículos eléctricos adquiridos a partir del 1 de enero de 2024 que es cuándo entró el Real Decreto en vigor. El presupuesto destinado del Programa MOVES III a la Comunidad de Castilla y León fue de 20.188.644 euros.

Una vez sabemos hemos introducido lo que es el Programa MOVES III, debemos conocer cuáles son sus principales actuaciones, las cuales están recogidas en el Anexo I del Real Decreto.

**Actuación número 1: Adquisición de vehículos de pila de combustible y vehículos eléctricos enchufables:**

Este programa brinda ayudas a aquellas personas que adquieran de forma directa o a través de financiación (leasing financiero y operativo) vehículos nuevos, los cuales han sido matriculados por primera vez en España a nombre del usuario último que va a recibir la ayuda, a excepción de los casos de leasing operativo o renting, en los cuales dicho vehículo podrá estar matriculado a nombre de la compañía de renting.

Los vehículos que pueden recibir este tipo de ayudas son los siguientes: turismos (M1), furgonetas (N1), L3e, L4e, L5e, L6e y L7e, constando todos ellos en las Base de Vehículos del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

Además, podrán recibir subvenciones, los usuarios que adquieran vehículos M1(turismos), N1, L3e, L4e, L5e con una antigüedad inferior o igual a nueve meses, cuyo plazo viene determinado desde la fecha de la primera matriculación hasta la primera de estas dos fechas, fecha de la factura de la compraventa o la fecha de registro de solicitud. Estos vehículos deben estar matriculados a nombre del concesionario o punto de venta del grupo importador/fabricante el cual se encargue de la venta del vehículo al usuario último que recibirá la ayuda. El vehículo adquirido ya sea por el concesionario o por el punto de venta al fabricante/importador deberá ser un vehículo nuevo.

Gracias a la aprobación del Real Decreto 406/2023, la antigüedad de los vehículos “demo” se amplió de 9 a 12 meses y se elevó la cantidad límite de vehículos “demo” de 30 hasta 90 vehículos. Además, gracias a la aprobación de este decreto como ya mencionamos previamente, los usuarios que adquieran vehículos seminuevos de hasta 12 meses de antigüedad, cuya primera titularidad sea de una empresa de renting o de los propios fabricantes del vehículo, podrán recibir subvenciones.

La cuantía de estas ayudas en el caso de la compra de turismos eléctricos por parte de autónomos, particulares o administración, que es el tipo de vehículo en el que se centra dicho estudio, puede alcanzar los 4.500 euros y 7.000 euros por achatarramiento del vehículo antiguo siempre y cuando el destinatario último de la ayuda haya sido el titular del vehículo achatarrado durante al menos 12 meses antes a la fecha de la factura de la compraventa o la fecha de registro de la solicitud del nuevo vehículo eléctrico.

Esta cuantía puede aumentar en un 10% (no acumulable) si se dan las siguientes situaciones:

- 1) Adquisiciones de turismos (M1) de personas con discapacidad física que tengan una movilidad reducida y dicho turismo se adapte para la conducción de estas personas.
- 2) Adquisiciones de turismos (M1) por parte de los autónomos que sean taxistas o de aquellos que ofrezcan el servicio de VTC (Vehículo de Transporte con Conductor).

En relación con la adquisición de vehículos eléctricos nuevos, las subvenciones podrán incrementar su valor, respecto al importe que figura en el Anexo III, si el usuario último acredita la baja de un vehículo de categoría M1 o N1 que lleve matriculado en España al menos siete años antes de que se emita la factura de compra del nuevo vehículo eléctrico subvencionable o antes de la fecha de registro de solicitud de este, en caso de que se desee adquirir un nuevo vehículo eléctrico de categoría M1 (turismo) o N1. Esta ayuda es acumulable al 10% extra mencionado anteriormente.

Otra de las ayudas que da el Programa MOVES III por la compra de vehículos nuevos eléctricos enchufables es la deducción del IRPF tal y como viene recogido en el artículo 189 del Real Decreto de Ley Disposición 15135 del BOE núm.154 de 2023, el cual fue publicado el día 29 de junio del año 2023.

El periodo de aplicación de la deducción de IRPF va desde el 30 de junio de 2023, que es cuando entró en Vigor el RDL mencionada en el párrafo anterior hasta el 31 de diciembre del año 2024. La deducción tendrá aplicación en el periodo impositivo en la cual el vehículo eléctrico sea matriculado. Si se deja una señal de entrada de al menos el 25% del importe total del vehículo antes del 31 de diciembre del año 2024, también se aplicará una deducción del IRPF en el periodo impositivo en que se abona la señal, debiendo abonar el resto del importe y adquirir el vehículo en el periodo impositivo posterior en el que se realizó la señal de entrada (Peugeot España,s.f.).

Los turismos eléctricos M1 tendrán derecho a dicha deducción siempre y cuando el precio de venta no supere los límites fijados en el programa MOVES III. No tendrán derecho a deducción los turismos afectados a actividad económica incluso si posteriormente a la adquisición el turismo se afectará a una actividad económica.

El tipo de deducción es de un 15% sobre la base de deducción (máxima de 20.000 euros). A continuación, en la imagen de abajo vemos una factura del turismo eléctrico puro Dacia Electric 65 al cuál se le ha aplicado una subvención de 4.500 euros y una deducción del 15%.

Versión con promociones <sup>(1)</sup>	Essential Electric 65 (48kW) ▾	17.890,00 €
Ayuda Plan MOVES III <sup>(2)</sup>	<input checked="" type="radio"/> SI	-4.500,00 €
Ayuda adicional por achatarramiento <sup>(3)</sup>	<input type="radio"/> NO	-0,00 €
Ayuda adicional para colectivos específicos <sup>(4)</sup> <a href="#">consulta colectivos aquí</a>	<input type="radio"/> NO	-0,00 €
Precio con Plan Moves III incluido <sup>(5)</sup>		13.390,00 €
Deducción fiscal 15% (IRPF) <sup>(6)</sup>	<input checked="" type="radio"/> SI	-2.008,50 €
Simulación con Plan Moves III y repercusión fiscal (IRPF) <sup>(7)</sup>		11.381,50 €

Ilustración 49. Factura compraventa Dacia Electric 65. Fuente: Dacia.

Además de las ayudas mencionadas anteriormente en caso de la adquisición de vehículos M1 y N1, los fabricantes de vehículos eléctricos o los puntos de venta deberán realizar un descuento igual o superior a los mil euros en la factura de la compraventa del vehículo eléctrico.

## Actuación número 2: Despliegue de infraestructura de recarga eléctrica para los vehículos eléctricos.

Podrán recibir subvenciones aquellas personas o compañías que adquieran infraestructuras de recarga eléctrica de forma directa, ya sean estas de uso público o privado e independientemente de la potencia de las infraestructuras. En el caso de las comunidades de propietarios además se recibirán subvenciones para la realización de la preinstalación eléctrica y de servicio de comunicaciones para dotar de una recarga eléctrica de tipo inteligente a los vehículos eléctricos.

Antes hemos mencionado que las infraestructuras eléctricas subvencionables pueden ser de uso público o privado. A continuación, expondremos en detalle lo que esto significa. Las infraestructuras pueden tener los siguientes usos:

- Uso privado en sector residencial, incluyéndose las viviendas de tipo unifamiliar.
- Uso público en sector no residencial (centros comerciales, aparcamientos públicos, hospitales, hoteles, etc.)
- Uso público en aparcamientos de empresas privadas o públicas, como es el caso de los estacionamientos de los supermercados que brindan puntos de recarga eléctrica a sus clientes o empleados.
- Uso público en la vía públicas urbanas e interurbanas.
- Uso público en la red de carreteras, con una especial importancia las infraestructuras de recarga eléctrica en gasolineras y estaciones de servicio.

A partir del año 2024, las empresas que adquieran infraestructuras de recarga eléctrica con una potencia inferior o igual a los 22kW podrán recibir subvenciones siempre y cuando dichas infraestructuras permitan hacer una recarga eléctrica de tipo inteligente.

En la imagen de abajo podemos observar que porcentaje del coste total de la infraestructura que es subvencionable por el programa MOVES III en función de los destinatarios últimos:

Destinatarios últimos (Artículo 11.1)	Ayuda (%coste subvencionable)
	Localización general
Autónomos, particulares, Comunidades de Propietarios y administración sin actividad económica	70%
Empresas y entes públicos con actividad económica, recarga acceso público y P $\geq$ 50kW	20% (40% Mediana empresa) (50% Pequeña empresa)
Empresas y entes públicos con actividad económica recarga acceso privado o acceso público con P <50kW	20% (30% PYME)
PYMES, que se acojan a minimis en el momento de hacer la solicitud, recarga acceso público y P $\geq$ 50kW	(45% Mediana empresa) (55% Pequeña empresa)

Tabla 7. Porcentaje del coste subvencionable de las infraestructuras eléctricas, programa MOVES III.  
Fuente: IDAE.

Anteriormente comentamos que en el artículo 189 del RDL Disposición 15135 del BOE núm. 154 de 2023 entrado en vigor el 30 junio de 2023, recoge la deducción del IRPF por la adquisición de nuevos vehículos eléctricos. Debemos saber que en este mismo artículo viene también recogida la deducción de un 15% de la base de deducción (máxima de 4.000 euros), siempre y cuando se cumplan unos requisitos. El período de aplicación de la deducción va desde la entrada en vigor de este RDL hasta el 31 de diciembre de 2024.

Ya hemos visto que el Programa MOVES III ofrece ayudas económicas por la adquisición de vehículos y de su infraestructura eléctrica, lo que facilita su implantación. Sin embargo, dicho Programa tiene una vigencia hasta el 31 de julio de 2024 y desde el Gobierno de España no han anunciado una nueva ampliación del programa vigente o la implantación de un nuevo programa de ayudas, lo que dificultaría en los próximos años la implantación de los turismos y su infraestructura de recarga en las comunidades autónomas de España y por ende en los municipios de España.

Por otra parte, la excesiva burocracia existente en España a la hora de la implantación de nuevas infraestructuras de recarga eléctrica en algunos casos extiende el proceso administrativo (desde que se planea su instalación hasta su operatividad) varios años, lo que supone una gran pérdida de coste de oportunidad de las empresas, lo que puede desembocar en que las empresas opten por no realizar este tipo de inversiones. Es por esto último por lo que en el apartado cuatro del artículo 183 del RDL Disposición 15135 del BOE núm. 134 de 2023 viene recogida la simplificación de los trámites burocráticos de las infraestructuras de recarga eléctrica, a través del aumento de la potencia de 250 kW a 3000kW para el requerimiento de la Autorización Administrativa Previa (Peugeot España, s.f.).

Anteriormente ya vimos que en el “Tomo II. Plan de acción” del PMUS se dan a conocer una serie de medidas propuestas por el Ayuntamiento de Aranda con la finalidad de conseguir una movilidad urbana descarbonizada a través de las que se pretende incentivar el uso del vehículo eléctrico y facilitar el despliegue del vehículo eléctrico y de su infraestructura de recarga. Por lo tanto, el PMUS de Aranda es un potencial beneficio para la implantación de los turismos eléctricos y los puntos de recarga eléctrica en el municipio de Aranda de Duero.

En el año 2022 el MITMA (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana) activó la segunda convocatoria de ayudas a municipios con la finalidad de conseguir la descarbonización y digitalización de la movilidad urbana. El presupuesto de esta convocatoria es de 500 millones de euros, alcanzando así los 1.500 millones de euros previstos por el PRTR (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia), cuya principal misión es disminuir la contaminación atmosférica y acústica producidas por la movilidad urbana a través de la creación de ZBE (Zonas de Bajas Emisiones) y la transformación del transporte urbano en un transporte que sea sostenible y digitalizado (PMUS Aranda,2022).

Esta convocatoria de ayudas está destinada a los municipios de más de 50.000 habitantes, a las capitales de provincia y a los municipios con una

población de entre 20.000 y 50.000 personas que cuenten con transporte público colectivo y con un PMUS. Actualmente Aranda de Duero cumple con los requerimientos necesarios para recibir las ayudas, por lo tanto, estas subvenciones suponen un beneficio para la implantación de turismos más sostenibles en el municipio de Aranda de Duero, como son los turismos electrificados.

Si bien es cierto que como hemos visto a través del Programa MOVES III se conceden hasta 4.500 euros (7.000 con achatarramiento) por la adquisición de turismos eléctricos, actualmente el precio de un coche eléctrico por lo general es más alto que el de un coche de combustión (gasolina o diésel) lo que puede suponer una barrera de entrada para las personas y las PYMES que deseen adquirir nuevos turismos eléctricos.

Para ver un ejemplo de la diferencia de precios existente, tomaremos como ejemplo el Hyundai Kona Eléctrico. En el año 2022 el Hyundai Kona se posiciono como uno de los 7 modelos de turismos eléctricos puros con mayor cuota de matriculación en España (ANFAC,2023). La versión de gasolina del Hyundai Kona tiene un precio al contado de 30.790 euros mientras que la versión eléctrica tiene un precio al contado de 40.950 euros (Hyundai, s.f.). Es decir, el modelo eléctrico del Hyundai Kona cuesta 10.000 euros más que la versión de gasolina.

La barrera de entrada del precio de los turismos eléctricos puede verse disminuida por la irrupción en el mercado de nuevos modelos de turismos eléctricos más económicos y de buenas prestaciones tales como el MG4 Electric, turismo que se ha situado como el tercer coche eléctrico puro más matriculado en España en 2023 y cuyo modelo estándar podemos adquirir por 17.480 euros. Esta barrera de entrada también puede verse reducida a través de un mayor gasto por parte de las empresas y las instituciones públicas en proyectos de I+D+I relacionados con los vehículos sostenibles, lo que permitiría abaratar los costes de producción y de mantenimiento de los turismos electrificados (BEV+PHEV) reduciéndose así el precio de dichos turismos disminuyéndose con esto la barrera de entrada asociada al precio.

El crecimiento económico de un país y la disminución de la inflación genera que los ciudadanos tengan un mayor poder adquisitivo lo que hará que las personas tengan una mayor capacidad económica para poder adquirir este tipo de vehículos. Esto haría disminuir la barrera de entrada del precio.

Por el contrario, el decrecimiento de la economía un país, así como el aumento de la inflación hace que las personas pierdan poder adquisitivo y les resulte más difícil adquirir este tipo de turismos, optando por turismos más

económicos como los turismos de combustión, los cuales como ya sabemos son altamente contaminantes. Si se produce esta situación menos empresas estarán interesadas en invertir en la creación de nuevas infraestructuras de recarga eléctrica ya que la demanda de recargas será escasa al haber menos turismos enchufables y el tiempo de amortización de las infraestructuras aumentaría en tiempo.

Por otra parte, la existencia de conflictos bélicos o pandemias, pueden influir de manera significativa en la implantación de este tipo de vehículos eléctricos y de su infraestructura de recarga eléctrica. Debemos saber que un conflicto bélico al igual que una pandemia puede ocasionar el decrecimiento de la economía de uno o más países, como el caso de la Guerra de Ucrania y Rusia y la pandemia del Covid-19, que han tenido efectos negativos sobre la economía española. El que un país experimente un decrecimiento económico hace que los ciudadanos pierdan poder adquisitivo y opten por vehículos más baratos que los turismos electrificados tal y como comentamos con anterioridad. Esto se traduce en una disminución de la demanda de turismos eléctricos lo que dificulta la implantación de estos vehículos, así como de su infraestructura.

Por otro lado, es de relativa importancia para la implantación de los vehículos eléctricos y las infraestructuras de recarga en una región o país, que partidos políticos se encuentren gobernando en las instituciones gubernamentales. Si se encuentra gobernando un partido político que se opone a la implantación y potenciación de las políticas establecidas para la descarbonización transporte y que además no se esfuerza en proponer y aprobar nuevas medidas de este tipo y en crear conciencia entre sus ciudadanos acerca de la importancia de un transporte sin carbono y de una movilidad urbana sostenible mediante una transición hacia vehículos de transporte más sostenibles como los eléctricos, esto puede desembocar en un menor apoyo económico y social de aquellas empresas y personas que pretendan adquirir infraestructuras de recarga y vehículos eléctricos que se puede ver reflejado en la reducción de la cuantía de las subvenciones existentes o la suspensión de estas o en el incremento de los trámites burocráticos de aquellas empresas que pretendan crear nuevas infraestructuras de recarga eléctrica, entre otras cosas.

En contraposición, si se encuentra gobernando partidos políticos posicionados a favor de las políticas ya implementadas relacionadas con la reducción de las emisiones de los turismos y además estos son partidarios de establecer nuevas políticas que atraigan e incentiven a las empresas y a las personas a adquirir infraestructuras de recarga eléctrica y vehículos eléctricos

como ya hemos visto con antelación con el programa MOVES III, la transición hacia el uso del vehículo eléctrico se hará de forma más rápida y sencilla.

Hablando de política, la inestabilidad política puede suponer en algunos casos una barrera para la implantación de infraestructuras de recarga eléctrica y de vehículos eléctricos, ya que el hecho de que el gobierno de una región o país sea intermitente a lo largo del tiempo puede desembocar en cambios de las normativas relacionadas con los vehículos eléctricos y los puntos de recarga eléctrica vigentes hasta el momento, pudiendo ocasionar por ejemplo el parón de ciertos proyectos ya puestos en marcha o en proceso de, relacionados con el uso del vehículo eléctrico.

Una de las medidas implantadas desde la Unión Europea es reducir las emisiones al 100% las emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos y furgonetas nuevos de cara al año 2035. Esta medida ha despertado el interés de las empresas automovilísticas, que en estos últimos años han empezado a invertir en proyectos de I+D+I relacionados con los coches eléctricos, lo que permitirá en un futuro abaratar el coste de este tipo de turismos, siendo así más accesibles para toda la sociedad. Gracias a los proyectos de I+D+I en los últimos años la tecnología de los vehículos eléctricos y de los puntos de recarga eléctrica han ido avanzando cada vez más con el paso de los años.

## **5. LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE (OBJETIVO 55) EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030**

Como ya mencionamos anteriormente uno de los objetivos de la Unión Europea es la descarbonización del transporte. Como ya vimos, para conseguir esto, la Unión Europea pretende que en 2030 las emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos se reduzcan en un 55% respecto al nivel de emisiones registradas en el año 2021.

En este apartado pretendemos analizar si en el municipio de Aranda de Duero en el año 2030 en base al escenario planteado, se lograrían reducir las emisiones de los turismos en un 55% en comparación con las emisiones del año 2022. Antes hemos mencionado que la UE pretende reducir las emisiones de los turismos tomando como referencia las emisiones del 2021, sin embargo, en este estudio tomaremos como referencia el año 2022, ya que es en este año dónde hemos encontrado datos de fuentes primarias y fiables como es la DGT que nos permiten hacer una estimación coherente.

Una vez sabido esto, lo primero que debemos estimar es cuáles fueron las emisiones de CO<sub>2</sub> que producidas por los turismos registrados en el municipio de Aranda de Duero a lo largo del año 2022

Para ello, lo primero que debemos recordar, es que con anterioridad mencionamos que, en la provincia de Burgos en el año 2022, el 57,26% de los turismos con motor de combustión eran diésel y el 42,74% restante eran de gasolina. En la realización de este estudio supondremos que Aranda de Duero tenía los mismos porcentajes ese mismo año.

Como vimos en la gráfica, en el año 2022, 16.866 de los turismos correspondían a turismos con etiqueta B, C o sin distintivo. Es decir que, en el año 2022, 16.866 turismos eran gasolina o diésel. Teniendo en cuenta los porcentajes anteriores, hemos estimado que en Aranda de Duero en el año 2022 aproximadamente 9.657 de los turismos de combustión eran de diésel y los otros 7.209 eran gasolina.

Según la DGT (2022) en España los coches diésel recorrieron un promedio de 16.880,29 km anuales, los coches gasolina una media 16.862,64 km/año y los coches eléctricos recorrieron de media 16.937,83 km. Para calcular los km recorridos por año de los HEV hemos supuesto que recorrieron el promedio de kilómetros recorridos por los coches de gasolina, diésel y los coches eléctricos en 2022. El resultado nos sale que un HEV recorre de 16.873,09 km por año. También supondremos que los kilómetros recorridos por los coches PHEV, serán similares a los recorridos por los eléctricos.

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> del parque de turismos de Aranda de Duero en 2022, supondremos que de los kilómetros anuales recorridos por los turismos registrados en Aranda fueron los mismos kilómetros que la media registrada en España en 2022 según la DGT.

En este estudio supondremos que, tanto en el año 2022 como en el año 2030, los turismos registrados en Aranda de Duero realizaron aproximadamente el 50% de los kilómetros anuales en vías urbanas (40% en vías urbanas de Aranda de Duero y el 10% vías urbanas de otros municipios) y el 50% restante en vías interurbanas.

A continuación, procedemos a calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> de los diferentes tipos de turismos (gasolina, diésel, HEV, PHEV y BEV) registrados en el municipio de Aranda de Duero:

## 5.1. Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por los turismos en Aranda de Duero. Año 2022

### **Emisiones CO<sub>2</sub> turismos de gasolina:**

Para calcular las emisiones medias, uno de los datos que debemos conocer es cuál es la cantidad de CO<sub>2</sub> media que emite un coche de gasolina. Para ello tomaremos como referencia las emisiones de cuatro de los diez coches de gasolina con mayor número de matriculaciones en el año 2022 y 2023 en España según ANFAC.

El Seat Arona fue el coche de gasolina con mayor número de matriculaciones en España tanto en el año 2022 como en el año 2023. Si analizamos la ficha técnica de este modelo, podemos observar que existen cuatro modelos de Seat Arona en función del motor de cada uno. Si hacemos la media de las emisiones de los cuatro motores, así como del consumo obtenemos que el Seat Arona emite una media de 136,25 g CO<sub>2</sub>/ km y consume en torno a 5,89 litros/ 100km (Seat,s.f.).

Por otra parte, el Seat Ibiza tanto en el año 2022 como en el 2023 se posiciona entre los seis turismos de gasolina con mayor número de matriculaciones en España. Si analizamos la ficha técnica de este modelo vemos que hay cuatro modelos diferentes de Seat Ibiza, en función del motor de cada modelo, al igual que en el Seat Arona. Por lo tanto, hemos calculado la media de las emisiones y el consumo de los cuatro motores y nos sale que de media un Seat Ibiza emite unos 108,75 g CO<sub>2</sub>/ km y consume unos 4,8 litros/ 100 km (Seat, s.f.).

Por otro lado, el Citroën C3 fue el décimo coche más matriculado en España en 2023 (ANFAC,2024). Este turismo genera unas emisiones de 128 g CO<sub>2</sub>/km (Citroën,s.f.) y tiene un consumo de 5,65 litros/100km. Si analizamos al Dacia Sandero Stepway, vemos que este turismo genera unas emisiones 126 g CO<sub>2</sub>/ km y consume 5,6 litros /100km (Dacia,s.f.).

Si hacemos la media tanto de las emisiones como del consumo de los modelos de coches mencionados anteriormente, obtenemos que de media un coche de gasolina genera unas emisiones de 124,75 g CO<sub>2</sub>/km y tiene un consumo promedio de 5,485 litros /100 km.

Una vez sabemos las emisiones medias en g CO<sub>2</sub>/ km de un coche de gasolina podemos proceder al cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por los turismos de gasolina registrados en el municipio de Aranda de Duero en el año 2022. La cifra sería la siguiente:

$$7.209 \text{ coches gasolina} * \frac{124,75 \text{ g CO}_2}{\text{km}} * \frac{16.862,64 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$

$$= \frac{15.164,96 \text{ toneladas de CO}_2}{\text{año 2022}}$$

#### **Emisiones CO<sub>2</sub> turismos diésel:**

Al igual que hicimos anteriormente, calcularemos las emisiones medias de un coche diésel, analizando las versiones diésel de algunos de los modelos de gasolina que hemos analizado con anterioridad y también de algunos de los modelos diésel con mayor número de matriculaciones en el año 2022 y 2023 en España.

Analizando la ficha técnica de la versión diésel del Seat Ibiza, nos encontramos con que este coche produce unas emisiones directas de unos 102 g CO<sub>2</sub>/km y consume 3,9 litros/100 km.

La versión diésel del Renault Clio se situó como uno de los modelos de turismos diésel con mayor número de matriculaciones en el mes de diciembre de 2022 (ANFAC,2023). Este vehículo genera unas emisiones medias de 109 g CO<sub>2</sub>/km y tiene un consumo de 4,1 litros / 100 km (Reanult,s.f.).

El Dacia Duster, se situó en el año 2022, como el sexto modelo de turismo diésel con mayor número de matriculaciones (ANFAC,2023). Este modelo genera unas emisiones directas de unos 111 g CO<sub>2</sub>/km y tiene un consumo de 4 litros/ 100km (Autofer SL, s.f.).

El Citroën C3 Aircross, fue otro de los 10 coches diésel más matriculados en España en todo el año 2023. Este modelo emite unos 127,5 g CO<sub>2</sub>/km y consume unos 4,85 litros/ 100km (Citroën,s.f.).

Si hacemos la media del consumo, así como de las emisiones de estos cuatro modelos de turismos con motor diésel, obtenemos que un coche diésel genera unas emisiones medias de CO<sub>2</sub> de 112,34 g CO<sub>2</sub>/ km y consume 4,21 litros/100km.

Una vez sabemos esto podemos realizar los cálculos correspondientes:

$$9.657 \text{ coches diésel} * \frac{112,34 \text{ g CO}_2}{\text{km}} * \frac{16.880,29 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$

$$= \frac{18.312,88 \text{ toneladas de CO}_2}{\text{año 2022}}$$

#### **Emisiones CO2 turismos HEV:**

En relación con las emisiones medias de los turismos HEV, para dicho cálculo hemos tomado como referencia diferentes modelos de la marca Toyota, los cuales fueron de los turismos PHEV con mayor número de matriculaciones en España en el año 2023. Dichos modelos son el Toyota Corolla Hybrid, el Toyota Yaris Hybrid y el Toyota Yaris Cross Hybrid (ANFAC,2024).

El Toyota Corolla Hybrid híbrido no enchufable emite desde 100 hasta 111 g CO<sub>2</sub>/ km (Ciclo Mixto WLTP). Por lo tanto, este modelo emite de media unos 105,5 g CO<sub>2</sub>/km. Su consumo es de unos 4,65 litros de gasolina por cada 100 km.

El Toyota Yaris Cross Hybrid produce unas emisiones directas desde 100 hasta 117 g CO<sub>2</sub>/km. Es decir, este modelo de Toyota genera unas emisiones medias de 108,5 g CO<sub>2</sub>/km. En relación con el consumo, este modelo consume en torno a 4,8 litros de gasolina por cada 100 km.

Por otra parte, el Toyota Yaris Hybrid emite desde 88 hasta 127 g CO<sub>2</sub>/km (Ciclo Mixto WLTP). Esto se traduce en que dicho modelo genera unas emisiones en torno a los 107,5 g CO<sub>2</sub>/km. Este modelo Toyota tiene un consumo de unos 4,65 litros de gasolina por cada 100 km.

Si hacemos la media de los tres modelos observamos que un coche híbrido no enchufable emite de media unos 107,17 g CO<sub>2</sub>/ km (Ciclo Mixto WLTP) y consume 4,7 litros de gasolina por cada 100 kilómetros.

$$396 \text{ coches HEV} * \frac{107,17 \text{ g CO}_2}{\text{km}} * \frac{16.873,09 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$

$$= \frac{716,08 \text{ toneladas de CO}_2}{\text{año 2022}}$$

#### **Emisiones CO2 turismos PHEV:**

Tal y como vimos anteriormente el modelo de turismo HEV estándar considerado para el estudio (Ford Kuga) tiene un consumo medio de 23 g

CO2/km, por lo tanto, las emisiones de CO2 de estos turismos a lo largo del 2022 fueron de:

$$24 \text{ coches HEV} * \frac{23 \text{ g CO2}}{\text{km}} * \frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$
$$= \frac{9,35 \text{ toneladas de CO2}}{\text{año 2022}}$$

#### **Emisiones CO2 BEV:**

Como ya sabemos, los eléctricos puros no generan emisiones de CO2 directas.

#### **Emisiones totales 2022:**

Si analizamos los resultados obtenidos nos sale que en el año 2022 los turismos registrados en Aranda de Duero generaron unas emisiones de **34.203,27 toneladas de CO2**.

## **5.2. Estimación de las emisiones de CO2 producidas por los turismos en Aranda de Duero. Año 2030**

Una vez hemos estimado la cifra total de emisiones de CO2 producidas por los turismos registrados en Aranda en el año 2022, a continuación, procederemos a estimar las emisiones de CO2 del parque de turismos estimado para el año 2030, para ver cuál sería porcentaje en el que se verían reducidas las emisiones de CO2 respecto a las emitidas en el año 2022.

A la hora de realizar el cálculo de las emisiones de CO2 de los turismos registrados en el año 2030, debemos tener en cuenta que en este estudio supondremos que los turismos registrados en el municipio recorrerán los mismos kilómetros por año que la media registrada por la DGT en 2022 a nivel nacional.

#### **Emisiones CO2 coches gasolina:**

$$4.948 \text{ coches gasolina} * \frac{124,75 \text{ g CO2}}{\text{km}} * \frac{16.862,64 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$
$$= \frac{10.408,68 \text{ toneladas de CO2}}{\text{año 2030}}$$

**Emisiones CO2 coches diésel:**

$$6.629 \text{ coches diésel} * \frac{112,34 \text{ g CO2}}{\text{km}} * \frac{16.880,29 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$
$$= \frac{12.570,78 \text{ toneladas de CO2}}{\text{año 2030}}$$

**Emisiones CO2 coches HEV:**

$$3.439 \text{ coches diésel} * \frac{107,17 \text{ g CO2}}{\text{km}} * \frac{16.873,09 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$
$$= \frac{6.218,71 \text{ toneladas de CO2}}{\text{año 2022}}$$

**Emisiones CO2 coches PHEV:**

$$1.063 \text{ coches diésel} * \frac{23 \text{ g CO2}}{\text{km}} * \frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ tonelada}}{10^6 \text{ g}}$$
$$= \frac{414,11 \text{ toneladas de CO2}}{\text{año 2030}}$$

**Emisiones totales 2030:**

Si hacemos la suma de las emisiones previstas en 2030, nos sale una cifra de **29.612,28 toneladas de CO2**.

### 5.3. Comparativa emisiones año 2022 vs año 2030

Una vez hemos estimado las emisiones de CO2 producidas por los turismos registrados en Aranda en el año 2022 y 2030, es momento de realizar una comparativa de dichas emisiones, para conocer en qué porcentaje se reducirían las emisiones y así ver si el escenario planteado en este estudio se acerca o no a la meta fijada desde la UE de reducir las emisiones de CO2 de este tipo de vehículos en un 55% de cara al año 2030.

Hemos visto que las emisiones totales estimadas de CO2 en 2022 eran de 34.203,27 toneladas y en 2030 de 29.612,28 toneladas. Como vemos las emisiones de 2030 se reducirían en 4.590,99 toneladas respecto al año 2022 lo que se traduciría en una reducción de aproximadamente el 13,42 % de las emisiones. Podemos concluir entonces que el escenario futuro planteado en 2030, no se acercaría a los objetivos fijados desde la UE en relación con la reducción de las emisiones de los turismos en un 55%.



# **6.DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS NECESARIA EN ARANDA DE DUERO. AÑO 2030**

## 6.1. Requisitos técnicos para la implementación de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

Tal y como vimos antes, los puntos de recarga públicos y privados disponen de conectores Tipo 2 (Mennekes), conectores CCS o conectores CHAdeMO, los cuáles son los más utilizados hasta ahora para la recarga de los vehículos eléctricos.

A continuación, presentamos de manera más específica, las características generales que desde el PMUS se aconsejan que cumplan los puntos de recarga eléctrica de acceso público en el municipio de Aranda de Duero (PMUS Aranda, 2022):

- Cargador tipo Wallbox, que disponga como mínimo de un conector Tipo 2 (Mennekes) con un cable de 4,5 metros de longitud.
- Tipo de recarga lenta o semi-rápida.
- Potencia máxima de carga hasta 22 kW-32A.
- El punto de recarga deberá ofrecer la posibilidad de regular la potencia máxima de carga.
- La infraestructura eléctrica deberá disponer de un sistema de conexión a tierra, que vele por la seguridad de los usuarios.
- El fabricante del cargador tendrá la obligación de contar con un aplicación móvil o acceso vía navegador que posibilite la gestión y configuración de la recarga eléctrica de forma online.
- Los puntos de recarga deberán integrar un sistema tipo RFID que ofrezca a los usuarios el acceso a la carga eléctrica de los vehículos eléctricos de los puntos que se encuentra en el municipio de Aranda.
- Las infraestructuras de recarga tendrán que darse de alta en aplicaciones como “electromaps” a través de la cual los usuarios puedan conocer las características de los puntos de recarga, como el número y tipo de conectores de cada cargador, la ubicación de estos o el precio del kWh.

Teniendo en cuenta los requisitos recomendados anteriormente, el dispositivo Wallbox Pulsar Pro cumple con dichos requisitos, tal y como podemos ver en la imagen que aparece a continuación, en la que se exponen las características técnicas de este dispositivo de carga.



Ilustración 50. Características técnicas dispositivo Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox.

Por lo tanto, en línea con los requisitos mencionados anteriormente en el PMUS es por lo que en este estudio supondremos que parte de los puntos de recarga eléctrica de acceso público que se instalen a lo largo de estos 6 años en Aranda contarán con cargadores Wallbox Pulsar Pro, los cuales como hemos visto antes permiten realizar cargas de una potencia máxima de 22 kW a través de conectores Tipo 2.

En este estudio consideraremos que los puntos de recarga eléctrica que se creen a lo largo de estos años (2024-2030) permitirán la carga simultánea de dos turismos a la vez. Es decir que el punto de recarga eléctrica estará formado por un poste eléctrico, el cual contará con dos cargadores Wallbox Pulsar Pro, tal y como el que vemos en la imagen que aparece más abajo, donde podemos ver un poste eléctrico, en la que uno de los cargadores está siendo utilizado para cargar un coche y el otro dispositivo se encuentra libre.



Ilustración 51. Ejemplo de infraestructura eléctrica con cargadores Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox.

Debemos saber que el Wallbox Pulsar Pro, ofrece numerosas ventajas a los usuarios. En la imagen de abajo, podemos ver en detalle cuáles son estas ventajas.

 <b>Fiabilidad</b>	 <b>Fácil de usar</b>	 <b>Tranquilidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión 4G para disfrutar de conectividad total, interrupciones mínimas y un mayor tiempo de actividad.</li> <li>• Diseño sólido que protege contra condiciones climáticas extremas, agua, polvo e impactos.</li> <li>• CPU avanzada para obtener mayores velocidades de procesamiento y rendimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño atractivo y compacto con Halo Light intuitivo para mostrar el estado de carga.</li> <li>• Autenticación y pagos sencillos con RFID, NFC y la aplicación myWallbox.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación encriptada para proteger los datos personales</li> </ul>

Ilustración 52. Ventajas para el usuario Wallbox Pulsar Pro. Fuente: Wallbox.

Actualmente en el municipio de Aranda de Duero los puntos de recarga públicos ubicados en la Plaza de la Hispanidad y en la Plaza de Toros de la Ribera del Duero cuentan con cargadores de 50 kW de potencia como el Ingerev Rapid 50 Duo (conector CCS2 y CHAdeMO) o el Ingerev Rapid 50 One (conector CCS2).

A continuación, presentamos las características técnicas generales del dispositivo de carga Ingerev Rapid 50:

<p><b>FUNCIONALIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recarga rápida en CCS Tipo 2 hasta 50 kW.</li> <li>- Recarga rápida en CHAdeMO hasta 50 kW.</li> <li>- Recarga rápida en AC Tipo 2 hasta 43,5 kW.</li> <li>- Lector RFID.</li> <li>- Pantalla táctil en color de 7".</li> <li>- Envolvente de acero de gran resistencia ante condiciones ambientales adversas.</li> <li>- Posibilidad de carga simultánea en alterna y continua.</li> </ul>	<p><b>SEGURIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protecciones diferenciales y magnetotérmicas contra contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.</li> <li>- Actualizaciones automáticas de software durante toda la vida del producto.</li> <li>- Pulsador de emergencia de gran visibilidad para garantizar la seguridad de su uso.</li> </ul>
<p><b>COMUNICACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethernet.</li> <li>- Modbus TCP.</li> <li>- OCPP.</li> </ul>	<p><b>OPCIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación remota 3G/4G.</li> <li>- Diferenciales autorrearmables.</li> <li>- Cables de mayor longitud</li> <li>- Sistema de bloqueo de conectores, tanto para DC como AC.</li> <li>- Lector de tarjetas bancarias contactless.</li> <li>- Smart DLM.</li> </ul>

Ilustración 53. Características técnicas generales del Ingerev Rapid 50. Fuente: Ingeteam.

Por lo tanto, a lo largo de los próximos años (2024-2030) con horizonte en el año 2030, en el municipio de Aranda de Duero, además de instalar puntos de

recarga eléctrica que permitan realizar recargas con una potencia límite de 22 kW, también se instalarán puntos de recarga rápida de acceso público que permitan realizar recargas eléctricas a una potencia mayor.

Por lo tanto, en este estudio supondremos que a lo largo de estos años en Aranda de Duero se continuarán implantando nuevos puntos de recarga que cuenten con cargadores similares al Ingerev Rapid 50 Duo, es decir con cargadores con una potencia máxima de 50 kW que dispongan de un conector CCS2 y un conector CHAdeMO, ambos conectores con una potencia máxima de 50 kW.

También debemos tener en cuenta que actualmente en el mercado existen cargadores con potencias de 120 kW como el Ingeteam Rapid 120 o de 180 kW de potencia como el Ingeteam Rapid 180 (Ingeteam,s.f.). En este estudio también supondremos que durante los próximos seis años se instalarán en Aranda de Duero (en menor medida que los cargadores de 50 kW) cargadores similares al Ingeteam Rapid 120 Duo (un conector CCS2 y un conector CHAdeMO, ambos con una potencia máxima de carga de 60 kW) y al Ingeteam Rapid 180 (un conector CCS2 y un conector CHAdeMO, ambos con una potencia máxima de carga de 90 kW).

## 6.2. Estimación del consumo eléctrico del parque de turismos electrificados (BEV+PHEV) de Aranda de Duero. Año 2030

En este apartado estimaremos cual sería el consumo anual eléctrico (kWh/año) de los turismos electrificados del municipio de Aranda de Duero en el año 2030, en base a las premisas que citaremos a lo largo de este apartado.

Para calcular el consumo anual eléctrico de los turismos electrificados de Aranda de Duero, necesitamos saber los kilómetros anuales recorridos por dichos turismos y el consumo eléctrico (kWh/100 km) de los diferentes modelos de turismos.

Como ya sabemos, una de las premisas tomadas en este estudio es que los turismos electrificados registrados de Aranda de Duero en 2030 recorrerán los mismos kilómetros que la media registrada por los turismos eléctricos en España en el año 2022 que era de 16.937,83 km /año.

Por otro lado, otra premisa que ya conocemos es que los turismos registrados en Aranda de Duero en el año 2030 realizarán el 40% de los kilómetros anuales en las vías urbanas de Aranda de Duero, el 50% en vías interurbanas (autopistas, autovías y carreteras) y que el 10% restante en vías urbanas de otros municipios que no sean Aranda de Duero.

Debemos saber que la autonomía 100% eléctrica de los turismos eléctricos puede variar en base a ciertos agentes (temperatura exterior, aire acondicionado o calefacción apagada o en funcionamiento). Por ejemplo, si hace mucho frío o mucho calor y encendemos el aire acondicionado o la calefacción, esto aumentará el consumo energético del vehículo produciendo una aminoración de la autonomía de estos vehículos. Por lo tanto, la temperatura exterior puede generar cambios en las autonomías de los turismos eléctricos.

Es por este motivo por lo que, para poder estimar el consumo eléctrico de los turismos eléctricos, debido a la circulación de estos en las vías urbanas de Aranda de Duero es conveniente conocer cuáles son las temperaturas promedio de dicho municipio. A continuación, en la imagen de abajo podemos observar las temperaturas medias históricas del municipio de Aranda de Duero distribuidas por meses.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	8 °C	10 °C	13 °C	15 °C	19 °C	24 °C	29 °C	28 °C	24 °C	18 °C	12 °C	8 °C
Temp.	4 °C	5 °C	8 °C	10 °C	13 °C	18 °C	21 °C	21 °C	17 °C	12 °C	7 °C	4 °C
Mínima	0 °C	1 °C	2 °C	4 °C	8 °C	11 °C	14 °C	14 °C	11 °C	7 °C	3 °C	1 °C

*Ilustración 54. Temperatura promedio Aranda de Duero por meses. Fuente: Weather Spark.*

Si analizamos los datos de la imagen de arriba, vemos que los cuatro meses que registran las temperaturas promedio más bajas en Aranda de Duero corresponden a los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Si hacemos la media de la temperatura promedio de estos cuatro meses obtenemos el siguiente resultado:

$$\frac{4+5+4+7}{4} = 5 \text{ °C}$$

En este estudio, supondremos que de cara al año 2030, la temperatura media de Aranda de Duero también será de unos 5 grados durante estos 4 meses. Por lo tanto, es entendible que supongamos, que, por norma general, los arandinos harán uso de la calefacción en estas circunstancias.

En la imagen previa, también podemos observar que los cuatro meses más calurosos corresponden a junio, julio, agosto y septiembre. Si consultamos las temperaturas de Aranda por hora desde el año 2020 hasta el año 2023, vemos que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre en las horas diurnas las temperaturas se acercan a los 35 grados.

En la imagen de abajo podemos ver las temperaturas por horas registradas en el año 2023 en el municipio de Aranda de Duero.

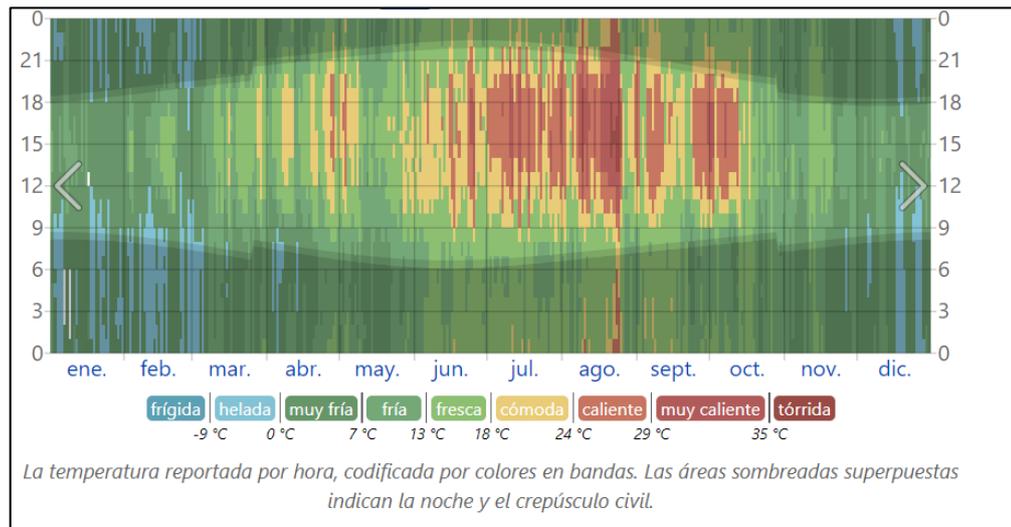


Ilustración 55. Temperatura media por horas Aranda de Duero año 2023. Fuente: Weather Spark.

Por lo tanto, supondremos que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre los turistas de Aranda de Duero circularán mayoritariamente en las horas diurnas con una temperatura exterior media de 35 ° C y haciendo uso del aire acondicionado.

Los cuatro meses restantes que nos quedan por analizar son marzo, abril, mayo y octubre. Si analizamos la temperatura media de estos cuatro meses nos sale una cifra de 10,75 ° C ( $\frac{8+10+13+12}{4}$ ).

Como vemos dicha temperatura no dista mucho de los 10°C. Es por esto por lo que tomaremos como premisa que en el año 2030 la temperatura media de estos cuatro meses de (marzo, abril, mayo y octubre) en el municipio de Aranda será de 10 ° C. También supondremos que generalmente los arandinos harán uso de la calefacción del turismo cuando la temperatura exterior sea de 10 ° C.

Una vez hemos tomado las premisas correspondientes en relación con la estimación de las temperaturas de Aranda de Duero de cara al año 2030, para calcular el consumo eléctrico de los turistas de Aranda debido a la circulación en vías interurbanas y en vías urbanas que no sean las de Aranda

de Duero, debemos estimar cuál será la temperatura en dichas vías en el año 2030.

Es por esto por lo que tomaremos como premisa que la temperatura en las vías interurbanas y en las vías urbanas que no sean las de Aranda de Duero por las que circulen los turismos registrados en Aranda a lo largo del año 2030 serán similares a las temperaturas medias registradas en España en los últimos 20 años. En la gráfica de abajo, podemos ver las temperaturas medias de las horas diurnas y nocturnas registradas en los últimos 20 años en España, separadas por meses.



Ilustración 56. Temperaturas diurnas y nocturnas medias en España por meses. Fuente: Datos Mundial.

Si calculamos la temperatura media de cada mes, como la media de la temperatura de las horas diurnas y de las horas nocturnas, nos sale que la media de temperatura de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero tiene un valor de:

$$\frac{9,6+13,05+10,4+10,35}{4} = 10,85 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Por lo tanto, en este estudio supondremos entonces que en el año 2030 en España habrá una temperatura promedio de 10 ° C en estos cuatro meses.

Por otra parte, también supondremos que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre la temperatura media de las horas diurnas será de unos 35 ° C aproximadamente.

Si calculamos la temperatura media de los meses de abril, marzo, mayo y octubre, al igual que lo hemos hecho con los meses de noviembre hasta febrero, obtenemos que la temperatura media es la siguiente:

$$\frac{12,3+14,65+17,8+18,05}{4} = 15,7 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Como vemos la temperatura media obtenida es cercana a los 15 ° C, por lo tanto, supondremos que la temperatura promedio en las vías interurbanas y en las vías urbanas que no sean las del municipio de Aranda en los meses de abril, marzo, mayo y octubre será de 15 ° C.

Otro de los factores que influyen en la autonomía de un vehículo y por tanto en el consumo eléctrico es la velocidad media de circulación. Sabemos que la velocidad media de circulación en vías urbanas es de 20-30 km (Dacia,s.f). Por lo tanto, en este estudio supondremos que la velocidad media de circulación será de 30 km/ hora. Además, supondremos que los turismos de Aranda de Duero durante la circulación en las vías urbanas activarán el modo ECO.

Por otro lado, supondremos que la velocidad media de circulación de los turismos en las vías interurbanas (carreteras, autovías y autopistas) será de unos 110 km/h.

Por último, antes de proceder al proceder con el cálculo del consumo eléctrico anual de los distintos turismos electrificados registrados en Aranda de Duero, debemos conocer la fórmula que relaciona al consumo eléctrico de un turismo eléctrico, la capacidad de la batería y la autonomía de dicho turismo (Iberdrola,2022). La fórmula es la siguiente:

$$\frac{\text{capacidad de la batería (kWh)}}{\text{consumo eléctrico } \left(\frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}\right)} * 100 = \text{autonomía (km)}$$

Una vez conocidas todas las anteriores premisas tomadas, comenzaremos con la estimación del consumo eléctrico que tendrán los distintos modelos de coches electrificados registrados en Aranda de Duero de cara al año 2030.

### **Consumo eléctrico (noviembre, diciembre, enero y febrero de 2030) debido a la circulación en vías urbanas de Aranda de Duero:**

A continuación, estimaremos el consumo eléctrico de los turismos registrados en Aranda de Duero al circular por las vías urbanas de Aranda de Duero en estos cuatro meses. Como ya sabemos, en línea con las premisas establecidas, sabemos que los turismos circularán con una velocidad media de 30 km/h, a una temperatura exterior de 5 ° C, con la calefacción encendida y el modo ECO activado. Si accedemos a la calculadora de autonomía del Dacia Spring que ofrece la web de Dacia vemos que la

autonomía del Dacia Spring 65 en base a estas circunstancias es de 145 km (Dacia,s.f.).

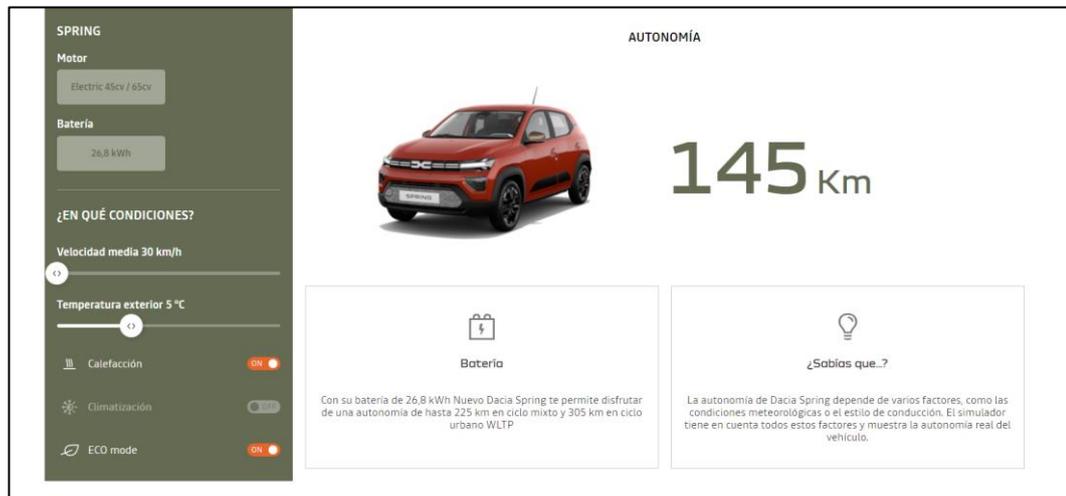


Ilustración 57. Calculadora autonomía Dacia Spring Electric 65. Fuente: Dacia España.

Una vez conocemos la autonomía podemos estimar el consumo eléctrico del Dacia Spring 65 en este periodo de tiempo y circunstancias. El valor del consumo sería de:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 145 \text{ km} \rightarrow x = 18,48 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{18,48 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 417,34 \text{ kWh}$$

Sabemos que el consumo medio del Dacia Spring es de 14,1 kWh/ 100 km (ciclo mixto WLTP). Si comparamos dicho consumo con el anterior calculado en la fórmula (18,48 kWh/100 km) vemos que en estas circunstancias el consumo del Dacia aumenta en un 31% (18,48/14,1=1,31) aproximadamente.

En este estudio supondremos que dicho consumo aumenta en una proporción igual en el turismo eléctrico MG4 Electric Standard. Sabemos que el consumo medio de este modelo es de 17 kWh/ 100 km (ciclo mixto WLTP). Por lo tanto, el consumo eléctrico (kWh/100 km) de dicho turismo en las mismas circunstancias que las fijadas anteriormente para el Dacia, sería de 22,27 kWh/100 km (17 kWh/ 100km\*1,31).

Por lo tanto, el consumo eléctrico de este modelo en este período sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{22,27 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 502,94 \text{ kWh}$$

El consumo medio del Nissan LEAF es de 17,1 kWh/100 km. Siguiendo el mismo método que para el MG4 Standard, el consumo eléctrico de este periodo tendría el siguiente valor:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{22,4 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 505,9 \text{ kWh}$$

A continuación, calcularemos el consumo eléctrico que tendría en este periodo y circunstancias el Ford Kuga. Sabemos que la autonomía 100% eléctrica de este turismo cuando circula por vía urbana es de unos 88 km (Ford,s.f.). La capacidad de la batería de este vehículo es de 14,4 kWh. Por lo tanto, el consumo eléctrico de este turismo estimado durante este periodo de tiempo será de:

$$\frac{14,4 \text{ kWh}}{x} * 100 = 88 \text{ km} \rightarrow x = 16,37 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{16,37 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 369,7 \text{ kWh}$$

#### **Consumo eléctrico (noviembre, diciembre, enero y febrero de 2030) debido a la circulación en vías urbanas fuera del municipio de Aranda de Duero:**

En este subapartado, en base a las circunstancias descritas y a las premisas de este estudio, sabemos que los turismos circularán por las vías urbanas fuera del municipio de Aranda de Duero, con una velocidad promedio de 30 km/h, una temperatura exterior 10 ° C, con la calefacción encendida y el modo ECO activado. Si accedemos a la calculadora de autonomía del Dacia Spring y calculamos la autonomía de este turismo para las circunstancias mencionadas anteriormente, nos sale que la autonomía es de 170 km (Dacia,s.f.).

Una vez sabemos cuál es el valor de la autonomía, podemos saber el consumo eléctrico del Dacia correspondiente a este periodo de tiempo. El valor de dicho consumo es el siguiente:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 170 \text{ km} \rightarrow x = 15,76 \frac{\text{kWh}}{100\text{km}}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{15,76 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 88,98 \text{ kWh}$$

Vemos que el consumo del Dacia en estas circunstancias (15,76 kWh/100km) incrementa en un 11,8% (15,76/14,1=1,118) aproximadamente respecto al consumo medio (14,1 kWh/100km).

Al igual que hicimos en el apartado anterior, supondremos que el consumo del MG4 Standard se ve incrementado en la misma proporción que el consumo del Dacia. Sabiendo que el consumo medio del MG4 es de 17 kWh/100 km (ciclo mixto WLTP), en estas circunstancias el consumo será de aproximadamente 19 kWh/100 km (17 \*1,118).

Una vez conocido este dato, calculamos el consumo eléctrico que tendría el MG4 Standard durante estos 4 meses:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{19 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 107,27 \text{ kWh}$$

El consumo del Nissan LEAF, sabiendo que el consumo medio es de 17,1 kWh/100km y siguiendo el método empleado con el MG4, el consumo eléctrico de este periodo sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{19,12 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 107,9 \text{ kWh}$$

Por otra parte, el consumo eléctrico del Ford Kuga sería el vemos a continuación:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{16,37 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 92,42 \text{ kWh}$$

**Consumo energético (noviembre, diciembre, enero, febrero de 2030) debido a la circulación en vías interurbanas:**

En estos 4 meses de 2030, cuando los turismos de Aranda de Duero circulen por vías interurbanas, en línea con las premisas tomadas en el estudio, conocemos que los turismos circularán con una velocidad media de 110 km/h, con una temperatura exterior de 10 ° C y con la calefacción operativa.

La autonomía del Dacia Spring para las circunstancias mencionadas sería de 100 km (Dacia,s.f.).Por lo tanto, el consumo eléctrico en estos cuatro meses sería el que vemos a continuación:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 100 \text{ km} \rightarrow x = 26,8 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{26,8 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 756,56 \text{ kWh}$$

En el Dacia vemos que el consumo energético (26,8kWh/100 km) se ve incrementado en un 90% (26,8/14,1=1,9) respecto a su consumo medio (14,1 kWh/100 km). Considerando el mismo incremento para el MG4 Electric, el consumo sería de 32,3 kWh/ 100 km (17\*1,9).

Por lo tanto, el consumo eléctrico del MG4 durante estos 4 meses sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{32,3 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 911,82 \text{ kWh}$$

Siguiendo el método anterior empleado para el MG4, el consumo del Nissan LEAF sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{32,5 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 917,18 \text{ kWh}$$

Generalmente al circular por vías interurbanas, los turismos PHEV hacen uso del motor de combustión, por lo tanto, consideramos que el consumo del motor eléctrico del Ford Kuga será nulo cuando circule por este tipo de vías.

**Consumo energético (junio, julio, agosto y septiembre de 2030) debido a la circulación en vías urbanas (Aranda de Duero y otros municipios):**

En este subapartado estimaremos el consumo eléctrico que tendrían los turismos registrados en el municipio de Aranda al circular por las vías urbanas durante estos cuatro meses del 2030. Sabemos en base a las consideraciones tomadas en este proyecto, que los turismos circularán a una velocidad media de 30 km/h, con una temperatura exterior de 35 ° C, con el aire acondicionado y el modo ECO activados. Sabemos gracias a la calculadora de la autonomía de Dacia, que la autonomía del Dacia sería de 180 km en estas circunstancias.

Por lo tanto, el consumo eléctrico que tendrían los turismos Dacia Spring en estos cuatro meses tendría el siguiente valor:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 180 \text{ km} \rightarrow x = 14,89 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{14,89 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 420,34 \text{ kWh}$$

Vemos que el consumo del Dacia aumenta en un 5,6 % (14,89/14,1=1,056) aproximadamente respecto al consumo medio. Por lo tanto, suponiendo el mismo incremento en el consumo del MG4 obtendríamos que el consumo en base a estas circunstancias sería de 17,95 kWh/100km (17\*1,056).

Por lo tanto, el consumo eléctrico debido a la circulación durante estos cuatro meses sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{17,95 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 506,72 \text{ kWh}$$

Por otro lado, el consumo del Nissan LEAF correspondería con el siguiente valor:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{18,06 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 509,7 \text{ kWh}$$

El consumo del Ford Kuga, en este periodo del año 2030, tendría el siguiente valor:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{16,37 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 462,12 \text{ kWh}$$

**Consumo energético (junio, julio, agosto y septiembre de 2030) debido a la circulación en vías interurbanas:**

En estas circunstancias y periodo como ya sabemos, los turismos circularán con una velocidad medida de 110 km/h, una temperatura exterior de 35 ° C y con el aire acondicionado encendido.

Sabemos que en base a estas circunstancias la autonomía del Dacia Spring 65 sería de 150 km, gracias a la calculadora de autonomía de Dacia. Conociendo este dato, ya podemos estimar el consumo eléctrico del Dacia en este periodo. Dicho consumo sería:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 150 \text{ km} \rightarrow x = 17,87 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{17,87 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 504,47 \text{ kWh}$$

Como vemos el consumo del Dacia aumenta en un 26,7 % respecto al consumo medio del turismo (17,87/14,1=1,267). Suponiendo el mismo aumento del consumo en el MG4 Standard el consumo medio en estas circunstancias sería de 21,54 kWh/100km (17\*1,267).

Por lo tanto, el consumo eléctrico en este periodo de este modelo sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{21,54 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 608,07 \text{ kWh}$$

El consumo del Nissan LEAF sería el siguiente:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{21,67 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 611,65 \text{ kWh}$$

Como ya vimos, el consumo del motor eléctrico de los turismos PHEV, es nulo cuando este tipo de turismos circulan por vías interurbanas.

**Consumo energético (marzo, abril, mayo y octubre de 2030) debido a la circulación en vías urbanas de Aranda de Duero:**

Durante este periodo de tiempo, sabemos que los turismos de Aranda de Duero circularán con una velocidad media de 30 km /hora, a una temperatura exterior de 10 ° C, con la calefacción encendida y el modo ECO activado. El consumo del Dacia, en estas circunstancias es de 15,76 kWh/100 km.

Por lo tanto, el consumo eléctrico de este turismo en estos cuatro meses tendría el siguiente valor numérico:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{15,76 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 355,92 \text{ kWh}$$

Vemos que el consumo del Dacia Spring para estas circunstancias (15,76 kWh/100km) se ve aumentado en un 11,8% respecto al consumo medio de este turismo (14,1 kWh/100km). Por lo tanto, suponiendo al igual que hemos venido haciendo con anterioridad, que el consumo del MG4 aumentará en el mismo porcentaje, el consumo medio obtenido sería de 19 kWh/100km de forma aproximada.

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{19 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 429,09 \text{ kWh}$$

El consumo del Nissan LEAF, teniendo en cuenta que su consumo medio es de 17,1 kWh/100 km sería del siguiente valor:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{19,12 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 431,8 \text{ kWh}$$

El consumo del Ford Kuga en base a estas circunstancias y durante el periodo de tiempo fijado, el consumo energético que tendría se estimaría en la siguiente cifra:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 40\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{16,37 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 369,7 \text{ kWh}$$

**Consumo energético (marzo, abril, mayo y octubre de 2030) debido a la circulación en vías urbanas fuera del municipio de Aranda de Duero:**

Sabemos que en este periodo la temperatura media será de unos 15 ° C. En cuanto a la circulación de los turismos sabemos que circularán a una velocidad promedio de 30 km /hora, sin la calefacción encendida y con el modo ECO activado.

Si calculamos la autonomía del Dacia Spring en base a dichos agentes, la autonomía sería de 205 km. Sabiendo esto, ya podemos calcular cual sería el consumo estimado por este modelo para este periodo de tiempo:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 205 \text{ km} \rightarrow x = 13,07 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{13,07 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 73,79 \text{ kWh}$$

Vemos que el consumo medido (13,07 kWh/100km) del Dacia se ve reducido en un 7,3% respecto al consumo medio establecido en este modelo (14,1 kWh/100km). Por lo tanto, teniendo en cuenta el criterio que hemos venido siguiendo, el consumo del MG4 en estas circunstancias sería de 15,76 kWh/100km (17\*0,927). El consumo eléctrico estimado en estos cuatro meses correspondería al siguiente valor numérico:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{15,76 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 88,98 \text{ kWh}$$

El consumo del Nissan LEAF tendría el siguiente valor:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{15,85 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 89,5 \text{ kWh}$$

El consumo energético del turismo PHEV, Ford Kuga en estos 4 meses sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 10\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{16,37 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 92,42 \text{ kWh}$$

**Consumo energético (marzo, abril, mayo y octubre de 2030) debido a la circulación en vías interurbanas:**

Ya conocemos que en este periodo la temperatura media será de unos 15° C en España. En cuanto a la circulación en las vías interurbanas, en base a las premisas tomadas, sabemos que los turismos tendrán una velocidad de circulación promedio de 110 km /hora y no tendrán encendida la calefacción

Si calculamos la autonomía del Dacia Spring tomando en cuenta dichos factores, la autonomía sería de 120 km. Si calculamos cual sería el consumo estimado por este modelo para estos cuatro meses obtendríamos el siguiente resultado:

$$\frac{26,8 \text{ kWh}}{x} * 100 = 120 \text{ km} \rightarrow x = 22,34 \text{ kWh}/100\text{km}$$

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{22,34 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 630,65 \text{ kWh}$$

Vemos que el consumo (22,34 kWh/100km) del Dacia en esta situación se ve aumentado en un 58,4% aproximadamente respecto al consumo medio (14,1 kWh/100km). El consumo medio del MG4 Standard, considerando el mismo incremento que el del Dacia sería de 26,93 kWh/100km (17\*1,584). Por lo tanto, el consumo eléctrico estimado obtenido sería de:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{26,93 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 760,22 \text{ kWh}$$

El consume del Nissan LEAF sería el siguiente:

$$\frac{16.937,83 \text{ km}}{\text{año}} * 50\% * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * 4 \text{ meses} * \frac{27,09 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = 764,69 \text{ kWh}$$

Como ya vimos el consumo del motor eléctrico de los turismos PHEV en las vías interurbanas es cero, por lo tanto, el consumo eléctrico del Ford Kuga es cero.

#### Consumo eléctrico anual de los turismos:

Si hacemos la suma de los consumos eléctricos que hemos ido obteniendo anteriormente en cada uno de los modelos de turismos, vemos que los consumos anuales obtenidos serían los siguientes:

- **Dacia Spring Electric 65:** 3248,05 kWh / año
- **MG4 Electric Standard:** 3915,11 kWh / año
- **Nissan LEAF Electric:** 3938,32 kWh / año
- **Ford Kuga PHEV:** 1386,36 kWh / año

## 6.3. Infraestructura de recarga eléctrica Aranda de Duero. Año 2030

En este apartado estimaremos el número de puntos de recarga eléctrica necesarios de implantar en el municipio de Aranda de Duero de cara al año 2030, para satisfacer con garantías la estimación de demanda de recargas eléctricas realizadas dentro del municipio de Aranda en el año 2030. Dicha estimación de demanda excluirá las recargas domésticas realizadas en el municipio de Aranda de Duero.

También debemos tener en cuenta que, dentro de la estimación de recargas eléctricas anuales realizadas en Aranda de Duero en el año 2030, se encontrarán incluidas aquellas recargas realizadas por aquellos turismos electrificados que no estén registrados en el municipio de Aranda, ya que en este estudio consideraremos que el 5% de las recargas eléctricas anuales de Aranda de Duero, corresponderán a turismos electrificados no registrados en el municipio de Aranda.

Una vez estimemos el número de recargas anuales, debemos saber, que en este estudio tomaremos como premisa que las recargas anuales se distribuirán de forma uniforme a lo largo de todo el año 2030.

### 6.3.1. Estimación de recargas eléctricas realizadas por el parque de turismos electrificados. Año 2030

A continuación, en este subapartado estimaremos cuantas recargas eléctricas se estiman que sean realizadas en el año 2030 en el municipio de Aranda de Duero por cada uno de los turismos seleccionados como representantes del parque automotor electrificado, así como el número de recargas diarias.

Como ya sabemos una de las premisas que tomaremos en el proyecto en relación con las recargas eléctricas, es que supondremos que de media los coches eléctricos puros realizarán una recarga del 75% de la capacidad de la batería (15-90%) y los coches PHEV realizarán una recarga del 100% de la batería.

#### **Dacia Spring 65**

Empezando por el Dacia Spring sabemos que la capacidad de su batería es de 26,8 kWh. El 75% de la capacidad de la batería de este turismo representa

unos 20,1 kWh (0,75\*26,8 kWh). Por lo tanto, en vista de la premisa anterior supondremos que de media en cada recarga se realizará una carga de 20,1 kWh.

Anteriormente conocimos el consumo eléctrico anual que tendría un turismo Dacia Spring 65 a lo largo de todo el año 2030. Conociendo por lo tanto el consumo energético anual y el número de kWh de cada recarga podemos calcular el número de recargas por año de un solo turismo Dacia Spring. El resultado obtenido en relación con el número de recargas anuales sería de:

$$\frac{3248,05 \text{ kWh}}{20,1 \text{ kWh}} \approx \frac{162 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}}$$

Una vez hemos estimado el número de recargas anuales que realizaría un Dacia Spring en 2030, procederemos a calcular el número de recargas correspondiente a todos los turismos Dacia previstos de cara al año 2030.

Anteriormente cuando definimos el parque automotor de Aranda de Duero en 2030 tomamos como premisa que en 2030 habría 784 turismos Dacia Spring. Por lo tanto, el número de recargas anuales correspondiente a todos los turismos Dacia Spring tendría el siguiente valor:

$$\frac{162 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}} * 784 \text{ coches} = \frac{127.008 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Por otra parte, en este estudio consideraremos que de media los ciudadanos arandinos que cuenten con un Dacia Spring 65 realizarán el 60% de las recargas en el domicilio, el 30% de las recargas las realizarán en puntos de recarga del municipio de Aranda y el 10% de las recargas las realizarán en puntos de recarga eléctrica ubicados fuera del municipio de Aranda.

Suponemos que el 60% de las recargas del Dacia se realizarán en los hogares ya que este modelo lo podemos dejar cargando por la noche en nuestro domicilio y encontrarlo al día recargado en un 75% de la capacidad total. Esta última afirmación está fundamentada en que como hemos visto previamente estos turismos tardan en recargar un 75% de la capacidad de su batería, unas 4 horas y media con un cargador doméstico reforzado (3,7 kW) y unas 7 horas y media con un cargador doméstico convencional (2,3 kW).

En base a las premisas tomadas, el número de recargas anuales de los modelos Dacia Spring 65 en los puntos de recarga de Aranda de Duero, sería del siguiente valor numérico:

$$\frac{127.008 \text{ recargas}}{\text{año}} * 30\% = \frac{38.102 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Recordando la premisa establecida de que las recargas anuales se realizarán de manera uniforme a lo largo del 2030, el número de recargas diarias de los modelos Dacia Spring 65 serían de:

$$\frac{38.102 \text{ recargas}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \approx \frac{104 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

#### **MG4 Electric Standard**

Lo primero que debemos recordar antes de estimar el número de recargas eléctricas es que la capacidad de la batería de este modelo es de 51 kWh.

Si realizamos el mismo procedimiento que en el Dacia Spring, obtenemos que el número de recargas anuales por turismo MG4 Standard, correspondería con el valor que aparece a continuación:

$$0,75 * 51 \text{ kWh} \approx 38,25 \text{ kWh/carga}$$

$$\frac{3915,11 \text{ kWh}}{38,25 \text{ kWh}} \approx \frac{102 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}}$$

Ya estimamos que el número de turismos MG4 Standard registrados en el año 2030 en Aranda sería de una cifra de 784. Por lo tanto, habiendo estimado el número de recargas anuales por unidad de este turismo, vemos que el número de recargas anuales de todos los turismos MG4 se correspondería al siguiente resultado:

$$\frac{102 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}} * 784 \text{ coches} = \frac{79.968 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

En este estudio, tomaremos como premisa que de media los arandinos que tengan un MG4 Standard, efectuarán el 60% de las recargas en los puntos de recarga eléctrica de Aranda, el 35% de las recargas eléctricas en el domicilio y el 5% en puntos de recarga situados fuera Aranda de Duero. Por lo tanto, el número de recargas efectuadas en los puntos de recarga del municipio de Aranda de Duero serían las siguientes:

$$\frac{79.968 \text{ recargas}}{\text{año}} * 60\% \approx \frac{47.981 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Sabiendo que las recargas anuales se distribuirán de forma equitativa a lo largo de todo el año 2030, según la premisa considerada en este estudio, el número de recargas diarias debido a la recarga de turismos MG4, sería de este valor:

$$\frac{47.981 \text{ recargas}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \approx \frac{131 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

### **Nissan LEAF**

Antes de estimar el número de recargas de este turismo, debemos recordar que la capacidad de la batería de este turismo es de 40 kWh.

Aplicando el mismo método empleado con los dos turismos anteriores, vemos que el número de recargas por año de un solo turismo LEAF en el 2030 tendría el siguiente valor:

$$0,75 * 40 \text{ kWh} \approx 30 \text{ kWh/carga}$$

$$\frac{3938,32 \text{ kWh}}{30 \text{ kWh}} \approx \frac{131 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}}$$

Recordando, que, según la estimación realizada en este estudio, en el año 2030 habrá registrados 783 turismos Nissan LEAF, el número de recargas de todos los turismos, previstas para el año 2030 serían las que vemos a continuación:

$$\frac{131 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}} * 783 \text{ coches} = \frac{102.573 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Para calcular el número de recargas realizadas en los puntos de recarga de Aranda de Duero, debemos saber que en este estudio supondremos que el 50% de las recargas serán realizadas en los puntos de carga de Aranda de Duero, correspondiendo el 50% restante a las cargas domésticas (45%) y las cargas realizadas fuera del municipio (5%).

$$\frac{102.573 \text{ recargas}}{\text{año}} * 50\% \approx \frac{51.287 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Si distribuimos dichas recargas anuales de forma igualitaria entre todos los días del año 2030, obtenemos que las recargas diarias serían de:

$$\frac{51.287 \text{ recargas}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \approx \frac{140 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

### **Ford Kuga PHEV**

En cuanto al Ford Kuga, es conveniente recordar que la batería de este modelo tiene una capacidad de 14,4 kWh. Ya mencionamos que, en este estudio, una de las premisas tomadas es que los turismos PHEV cuando realicen una recarga, lo harán recargando el 100% de su capacidad.

Continuando con el método aplicado hasta ahora, el número de recargas estimadas que realizará cada Ford Kuga en todo el año 2023, se corresponderá con el siguiente resultado:

$$\frac{1836,36 \text{ kWh}}{14,4 \text{ kWh}} \approx \frac{127 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}}$$

Habiendo ya estimado que, en el año 2030, el número de turismos PHEV registrados en el municipio de Aranda será de 1.063 turismos y habiendo calculado el número de recargas anuales por unidad de turismo PHEV, podemos estimar el número de recargas que realizarían todos los Ford Kuga en Aranda de Duero de cara al año 2030:

$$\frac{127 \text{ recargas}}{\text{año} * \text{coche}} * 1.063 \text{ coches} = \frac{135.001 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

En este trabajo, emplearemos como premisa que de media los arandinos que dispongan de un turismo PHEV, realizarán el 60% de las recargas en el domicilio, el 30% en los puntos de recarga ubicados en Aranda y el 10% en puntos de recarga fuera de Aranda de Duero. Tomando dichas premisas vemos que el número de recargas realizadas en los puntos de recarga de Aranda tendría el siguiente valor:

$$\frac{135.001 \text{ recargas}}{\text{año}} * 30\% \approx \frac{40.500 \text{ recargas}}{\text{año}}$$

Distribuyendo dicho número de recargas a lo largo del año 2030, las recargas diarias estimadas tendrían un valor de:

$$\frac{40.500 \text{ recargas}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \approx \frac{111 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

#### Número de recargas diarias totales:

Si hacemos la suma de las recargas diarias estimadas para el año 2030 de todos los turismos registrados en Aranda de Duero, obtenemos el siguiente resultado:

$$104 + 131 + 140 + 111 = \frac{486 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

Como vemos, el número de recargas diarias debido a la recarga de los turismos registrados en Aranda de Duero sería de 468 recargas.

No nos debemos olvidar de que una de las premisas realizadas es que el 5% de las recargas realizadas corresponderán a cargas realizadas por turismos no registrados en el municipio de Aranda de Duero.

Por lo tanto, el número de recargas totales diarias que se estiman que se realicen en el municipio de Aranda de Duero de cara al año 2030 serían las siguientes:

$$\frac{486 \text{ recargas}}{\text{día}} + \frac{486 \text{ recargas}}{\text{día}} * 5\% \approx \frac{510 \text{ recargas}}{\text{día}}$$

### 6.3.2 Estimación de los puntos de recarga eléctrica. Año 2030

Ya hemos estimado que el número de recargas diarias estimadas para el año 2030 es de 510 recargas.

Por otra parte, en este estudio supondremos que, en el municipio de Aranda de Duero entre las 18-20, la demanda de puntos de recarga será máxima representando el 40% de las recargas diarias, debido a que los ciudadanos arandinos, una vez salgan del trabajo aprovecharán dichas horas para recargas sus turismos mientras realizan cualquier otro tipo de actividad. Esto se traduciría en que en dicha franja de hora se realizarían el siguiente número de recargas:

$$\frac{510 \text{ recargas}}{\text{día}} * 40\% = 204 \text{ recargas (18 - 20 h)}$$

Por otro lado, es conveniente recordar en este apartado, que actualmente, año 2024, Aranda de Duero cuenta con actualmente con un total de 10 puntos de recarga de acceso privado, que permiten la carga simultánea de 13 coches y 8 puntos de acceso público que permiten realizar la recarga de 8 turismos a la vez. Por lo tanto, actualmente los puntos de recarga instalados permiten recargar de forma simultánea 21 recargas eléctricas de turismos a la vez.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el número de recargas que se pueden realizar actualmente y las recargas necesarias que se realizarían en 2030, vemos que de cara al año 2030, se necesitarían crear puntos de recarga para abastecer la siguiente cantidad de recargas:

$$204 \text{ recargas (2030)} - 21 \text{ recargas (2021)} = 183 \text{ recargas}$$

En este proyecto hemos estimado que los puntos de recarga eléctrica instalados de cara al año 2030 en el municipio de Aranda de Duero por regla general permitirán la carga simultánea de dos turismos a la vez.

Por lo tanto, para abastecer la demanda de recargas eléctricas estimada para el año 2030 de los turismos electrificados en Aranda de Duero, se necesitarían implantar al menos 92 puntos de recarga eléctrica que permitan la carga simultánea de dos turismos a la vez, a lo largo de los próximos seis años.

Ya que actualmente el pueblo cuenta con 18 puntos de recarga eléctrica, podemos concluir, en base a las premisas tomadas que en Aranda de Duero

en 2030 se necesitarían un total de 110 puntos de recarga eléctrica, para abastecer con garantías la demanda de recargas estimada para el 2030.

### 6.3.3. Distribución de los puntos de recarga eléctrica en Aranda de Duero. Año 2030

A continuación, en la imagen de abajo, veremos cómo sería el mapa de los puntos de recarga eléctrica en el municipio de Aranda de Duero de cara al año 2030.

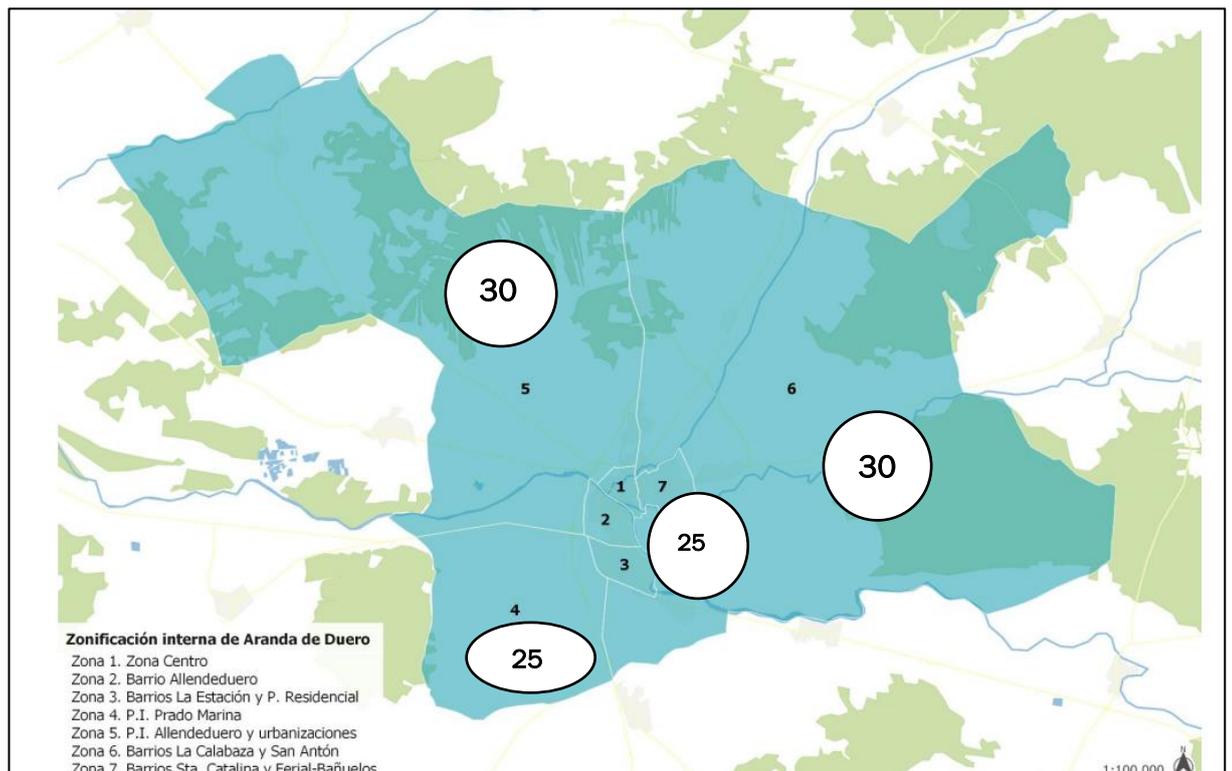


Ilustración 58. Distribución puntos de recarga eléctrica Aranda de Duero. Año 2030. Fuente: Elaboración propia.



# 7. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

En este apartado realizaremos el estudio económico del estudio realizado. En relación con el estudio debemos saber que dicho estudio ha sido encargado por el Ayuntamiento de Aranda y elaborado por un Ingeniero de Organización Industrial con la ayuda del director de Proyecto, el cual también es ingeniero.

Por otro lado, debemos saber que el proyecto ha tenido una duración de 2 meses empezando el día 1 de abril de 2024 y concluyendo de forma definitiva el día 1 de junio de 2024.

Una vez hemos introducido el proyecto, lo primero que debemos saber es que en un proyecto puede haber costes directos e indirectos. Los costes directos son aquellos costes que están asociados de forma directa a un proyecto (OBS Business School,2020).

Los costes directos más comunes que podemos encontrar en un proyecto son los siguientes:

- Costes de materia prima: son aquellos costes asociados a la compra de materia prima necesaria para poder ofrecer un servicio o elaborar un producto.
- Costes de mano de obra o personal: son los costes asociados a las remuneraciones del personal encargado de la realización del proyecto incluyendo el pago a la seguridad social de los trabajadores que debe realizar la empresa.
- Publicidad y comunicación: representan los costes asociados a la publicitación del producto o servicio que se quiere ofrecer a los consumidores. También incluye los costes asociados a las labores de comunicación si se quiere implementar un nuevo servicio o producto a nivel interno de una empresa o institución.

En este proyecto los costes de adquisición y amortización de los equipos informáticos y los programas software, los consideraremos costes directos ya que sin la ayuda de estos equipos no se habría podido desarrollar el proyecto y por lo tanto dichos costes están asociados de forma directa.

Por otro lado, los costes indirectos son aquellos costes que no se encuentran asociados directamente al proyecto. Los costes indirectos más comunes en cualquier tipo de proyecto son el alquiler, los suministros (agua, luz, calefacción y demás suministros), el internet y la limpieza.

## 7.1. Costes directos del Proyecto

### Costes directos de personal

Como ya hemos mencionado anteriormente los costes directos del personal están asociados al sueldo del personal y al pago de la seguridad social de los trabajadores.

A continuación, expondremos una tabla con el número de horas efectivas trabajadas durante los dos meses (abril y mayo) que ha durado el proyecto.

	Número de Días
Duración del proyecto	62
Días no laborables (Domingos y festivos)	10
Sábados	8
Días de vacaciones	2
Días efectivos trabajados	40
horas de trabajo diarias	8
Horas efectivas trabajadas	320

Tabla 8. Horas efectivas trabajadas en el proyecto. Fuente: elaboración propia.

En la tabla que vemos más abajo podemos observar el coste horario tanto del Ingeniero como del director del proyecto:

	Ingeniero en Organización Industrial	Director del proyecto
Sueldo bruto (2 meses)	7.000 euros	10.000 euros
Seguridad Social (35%)	2.450 euros	3.500 euros
<b>Total</b>	<b>9.450 euros</b>	<b>13.500 euros</b>

<b>Horas efectivas trabajadas</b>	320 horas	320 horas
<b>Coste horario</b>	29,5 euros	42 euros

Tabla 9. Costes de personal del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla que aparece a continuación, podemos ver las labores desempeñadas por el ingeniero en Organización Industrial a lo largo del proyecto, así como las horas empleadas en cada una de las labores.

	<b>Labores desempeñadas</b>	<b>Horas Empleadas</b>
<b>Ingeniero en Organización Industrial</b>	Recopilación de información	55 horas
	Análisis de datos	50 horas
	Elaboración del documento	120 horas
	Reuniones con el director del proyecto	20 horas
	Análisis de resultados	35 horas

Tabla 10. Labores desempeñadas en el proyecto por el Ingeniero en Organización Industrial. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente, podemos observar las labores realizadas por el director del proyecto a lo largo del proyecto, así como las horas requeridas para el correcto desempeño de dichas labores.

	<b>Labores desempeñadas</b>	<b>Horas Empleadas</b>
<b>Director del proyecto</b>	Reuniones con el Ingeniero en Organización	20 horas
	Comunicación con el Ayuntamiento de Aranda para informar de los hitos realizados	15 horas
	Impresión y encuadernación del proyecto finalizado	5 horas

Tabla 11. Labores desempeñadas en el proyecto por el director del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la tabla que vemos a más abajo, vemos el coste de personal asociado tanto al Ingeniero en Organización como al director del proyecto.

	Ingeniero en Organización Industrial	Director del proyecto
Horas trabajadas	280 horas	40 horas
Coste horario	29,5 euros	42 euros
Coste total	8.260 euros	1.680 euros
<b>COSTE TOTAL DEL PERSONAL = 9.940 euros</b>		

Tabla 12. Costes de personal. Fuente: Elaboración propia.

### Costes de los equipos utilizados

A continuación, presentaremos una tabla con el precio de adquisición y el coste de amortización de los equipos informáticos, así como de las licencias software utilizadas.

	Precio de adquisición	Vida útil (años)	Amortización mensual	Coste de amortización (2 meses)	Coste total (adquisición + amortización)
Ordenador HP Pavilion Gaming	900 euros	5	15 euros	30 euros	930 euros
Ordenador Lenovo IdeaPad 1	430 euros	4	9 euros	18 euros	448 euros
Impresora Epson WorkForce	103 euros	4	2,15 euros	4,3 euros	107,3 euros
Licencia anual Microsoft Office 365 (2 licencias)	96 euros	1	8 euros	16 euros	112 euros
<b>COSTE TOTAL DE EQUIPOS = 1.597,30 euros</b>					

Tabla 13. Costes de los equipos informáticos y software empleados en el proyecto y sus costes de amortización. Fuente: Elaboración Propia

### Costes directos de materia prima

En este subapartado veremos los costes asociados a la compra de la materia prima requerida en la elaboración de este proyecto:

	Coste
Material de oficina (bolígrafos, cuadernos, papel, etc.)	40 euros
Pack de 5 cartuchos de impresora	20 euros
Encuadernación del proyecto (10 euros/ encuadernación)	20 euros (2 encuadernaciones)
Otros	40 euros
<b>COSTE TOTAL DE MATERIAS PRIMAS = 120 euros</b>	

Tabla 14. Costes directos de materia prima del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla vemos los costes directos totales del proyecto:

	Coste
Costes de personal	9.940 euros
Costes de equipos	1.597,3 euros
Costes de materias primas	120 euros
<b>COSTES DIRECTOS TOTALES = 11.657, 3 euros</b>	

Tabla 15. Costes directos totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

## 7.2. Costes indirectos del Proyecto

A continuación, en la tabla que aparece más adelante, podemos observar los costes indirectos asociados a la elaboración del proyecto.

	Coste mensual	Coste total (2 meses)
Alquiler oficina	400 euros	800 euros
Internet	20 euros	40 euros
Suministros	40 euros	80 euros
Limpieza de la oficina	20 euros	40 euros
<b>COSTES INDIRECTOS TOTALES= 960 euros</b>		

Tabla 16. Costes indirectos totales del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

### 7.3. Coste total del Proyecto

En la tabla que vemos a continuación podemos ver los costes totales asociados al proyecto

	Coste mensual
Costes directos totales	11.657,3 euros
Costes indirectos totales	960 euros
<b>COSTES TOTALES DEL PROYECTO = 12.617, 3 euros</b>	

Tabla 17. Costes totales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.



## **8.CONCLUSIONES**

## 8.1 Contribuciones del estudio

### 8.1.1. Contribución del estudio al desarrollo de los ODS (Agenda 2030)

A continuación, en este subapartado realizaremos un análisis de qué Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se verían desarrollados si el escenario planteado en este estudio se diera en un futuro, así como los ODS desarrollados debido a la elaboración de este estudio. Antes de comenzar con la realización de dicho análisis, primero debemos tener un contexto de que son y como surgen los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de la ONU (Organización de las Naciones Unidas, s.f.) acogió la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la que se plantean 17 objetivos y 169 metas para lograr eliminar la pobreza, proteger el medio ambiente, asegurar la prosperidad de las personas, fortalecer la paz mundial entre otros objetivos (ONU,2015).

Las 169 metas concretas de la Agenda 2030, como su nombre bien indica deben cumplirse para el año 2030. En la imagen de abajo podemos ver los 17 ODS de la Agenda 2030.



Ilustración 59. ODS. Fuente: ONU.

Como sabemos, la realización de estudio tiene como objetivo plantear un escenario en 2030 en base a unas ciertas premisas, en la que los turismos eléctricos enchufables adquieran una mayor presencia dentro del parque automotor del municipio de Aranda de Duero.

Por lo tanto, como vemos, este estudio está ligado a los turismos electrificados, los cuales no generan emisiones directas de GEI durante su circulación, por lo uno de los ODS que se vería desarrollado en un futuro con la implantación del escenario propuesto sería el ODS 3 llamado “Salud y Bienestar”. Esto lo vemos de forma más clara en la meta 3.9 del ODS 3, en el cual se plantea lo siguiente “Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo” (ONU,2015).

Otros de los ODS que se vería desarrollado sería el ODS 11” Ciudades y comunidades sostenibles” como por ejemplo a través de la meta 11.6 en la que se pretende cumplir lo siguiente “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”. Por otro lado, el ODS 7 “Energía asequible y no contaminante”, es otro ODS que también se vería desarrollado en este estudio.

El ODS 13 “Acción por el clima” es un ODS que se ve desarrollado debido a la realización de estudio ya que como vemos la meta 13.2 de este ODS propone “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales”.

### **8.1.2. Contribución del estudio al municipio de Aranda de Duero**

La realización de este estudio aporta un gran valor al municipio de Aranda de Duero, ya que las estimaciones realizadas en este estudio pueden ayudar al Ayuntamiento de Aranda de Duero, a tener una visión futura acerca de cuáles podrían ser las necesidades de los turismos electrificados en el municipio de Aranda en el año 2030. Esto podría ser de gran utilidad para el Ayuntamiento ya que el tener una visión futura de los turismos electrificados, puede facilitar la implementación de las medidas propuestas en el PMUS Aranda, así como conseguir que dichas medidas sean implantadas de una forma más efectiva, acertada, precisa, sostenible e igualitaria.

La implantación del escenario planteado en este estudio mejoraría la calidad del aire del municipio y disminuiría la contaminación sonora, lo que se traduciría en una mejor calidad de vida y salud de los arandinos. Todo esto podría dar lugar a que Aranda de Duero se convirtiera en una referencia de sostenibilidad para otros municipios de la provincia de Burgos y de la comunidad de Castilla y León e incluso a nivel nacional.

## 8.2. Síntesis de resultados obtenidos y conclusiones

Uno de los principales resultados obtenidos en este estudio, en base a las premisas tomadas, es que a lo largo de los próximos seis años (2024-2030) se deberán instalar 92 nuevos puntos de recarga eléctrica en el municipio de Aranda de Duero, para poder abastecer con garantías la demanda de recargas eléctricas diarias estimadas en Aranda de Duero de cara al año 2030.

Otro de los hallazgos obtenidos es que el parque automotor estimado para el año 2030 en Aranda de Duero, verá reducidas las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 13,42% respecto a las emisiones del año 2022. En relación con el parque automotor, hemos obtenido que, en el año 2030, los turismos electrificados (BEV+PHEV) representarían aproximadamente un 18,53 % del parque de turismos de Aranda de Duero.

Una de las conclusiones extraídas en este estudio, es que para lograr un escenario futuro como el planteado en este estudio, el Ayuntamiento de Aranda de Duero, a lo largo de los próximos seis años, deberá implantar de manera eficiente y precisa las medidas propuestas en el PMUS, así como realizar numerosos esfuerzos en proponer nuevas medidas y crear conciencia acerca de la importancia de la movilidad urbana sostenible entre sus ciudadanos, con el objetivo de facilitar y agilizar la transición hacia una movilidad más sostenible a través de la implantación de los turismos electrificados y su infraestructura de recarga.

Por otra parte, otra de las conclusiones extraídas de este trabajo, es que, para alcanzar el escenario estimado, es fundamental que desde el Gobierno de España y desde las instituciones pertinentes se sigan realizando esfuerzos por crear programas de ayudas e incentivos tales como el programa MOVES III, que faciliten la adquisición de los turismos electrificados y de su infraestructura de recarga por parte de los ciudadanos y las empresas.

Para finalizar, otra de las conclusiones, es que en un escenario como el estimado en 2030 en este proyecto, la movilidad urbana de los arandinos se verá modificada por una movilidad más sostenible, pero a su vez más restringida para aquellos vehículos menos sostenibles. Dicha restricción se reflejará en ciertos beneficios para los vehículos más sostenibles tales como el permiso de acceso a las ZBE o la reserva de numerosos puestos de aparcamiento para la recarga eléctrica pública de estos.

## 8.3 Líneas futuras

A partir del año 2035, como ya sabemos, la UE prohibirá la venta de turismos y furgonetas nuevos que generen emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que, en un futuro próximo al escenario planteado en este estudio, es fundamental que los gobiernos y las instituciones públicas continúen implantando políticas que favorezcan la transición hacia el uso de vehículos más sostenibles por parte de la sociedad, como puede ser el apoyo a proyectos de I+D+I que puedan dar lugar al surgimiento nuevas tecnologías relacionadas con los vehículos de cero emisiones o potenciar aquellas tecnologías que hoy no cuentan con una presencia significativa, como es el caso de vehículos de hidrógeno.

Por otra parte, a partir del año 2035, debido a la medida fijada por la UE mencionada anteriormente, se puede esperar que el parque automotor de España y por lo tanto de sus municipios tenga una mayor presencia de vehículos eléctricos, lo que dará lugar a una movilidad más sostenible trayendo con sí grandes beneficios para el medio ambiente, la salud, el bienestar y la calidad de vida de los españoles.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de la Energía. (s.f.). *Vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles>
- ANFAC. (2023). *Informe- Matriculaciones- FFEE-CCAA- diciembre 2022*. Obtenido de <https://anfac.com/wp-content/uploads/2023/01/Informe-Matriculaciones-FFEE-CCAA-Diciembre-2022.pdf>
- ANFAC. (2024). *Los turismos eléctricos cierran 2023 con el 12% de cuota de mercado*. Obtenido de <https://anfac.com/wp-content/uploads/2024/01/NP-Matriculaciones-vehiculos-electrificados-y-de-bajas-emisiones-Diciembre-2023.pdf>
- Asociación Española de Automóviles y Camiones. (2023). *Vehículo Electrificado. Informe Anual 2022*.
- Asociación Española de Automóviles y Camiones. (2024). *Vehículo Electrificado. Informe Anual 2023*.
- Audax. (2024). *Diferencias y aplicaciones entre corriente monofásica y trifásica*. Obtenido de <https://www.audax.com.pe/corriente-monofasica-y-trifasica/>
- Autofer SL. (s.f.). *Todos los vehículos Dacia Duster Diésel*. Obtenido de <https://www.autofer.com/coches/todos-tipos/todas-ciudades/dacia/duster/diesel/>
- Ayuntamiento Aranda de Duero. (2022). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible Aranda de Duero, Tomo II: Plan de acción*. Obtenido de [https://pmus.arandadeduero.es/wp-content/uploads/2023/06/75P\\_-TOMOII\\_PLAN-DE-ACCION.pdf](https://pmus.arandadeduero.es/wp-content/uploads/2023/06/75P_-TOMOII_PLAN-DE-ACCION.pdf)
- Ayuntamiento de Aranda de Duero. (s.f.). *Historia*. Obtenido de <https://www.arandadeduero.es/historia/>
- Bañón, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*.
- Blogs Mapfre. (2023). *Los híbridos enchufables con mayor autonomía eléctrica*. Obtenido de <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/coches-hibridos-mas-autonomia/>

- Boletín oficial de la provincia de Burgos. (2023). *III. Administración local, Ayuntamiento de Aranda de Duero*. (núm 69). Obtenido de [https://www.arandadeduero.es/archivos/documentos/PMUS/Anuncio\\_BOP\\_Burgos.pdf](https://www.arandadeduero.es/archivos/documentos/PMUS/Anuncio_BOP_Burgos.pdf)
- Campos. (2020). *Modos de recarga de vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.electromaps.com/es/blog/modos-recarga-vehiculos-electricos#:~:text=Modo%202%3A%20carga%20lenta&text=Se%20trata%20por%20lo%20tanto,y%20tambi%C3%A9n%20para%20motocicletas%20el%C3%A9ctricas>.
- Catalá, J.T. (2019). *Todo lo que debes saber sobre el coche eléctrico*. Universitat de Valencia.
- Citroën. (s.f.). *Características técnicas Citroën C3 Aircross*. Obtenido de [https://www.citroen.es/content/dam/citroen/spain/pdf/caracteristicas-tecnicas/CT\\_C3\\_Aircross.pdf](https://www.citroen.es/content/dam/citroen/spain/pdf/caracteristicas-tecnicas/CT_C3_Aircross.pdf)
- Citroën. (s.f.). *Nuevo Citroën C3 - Configura tu Nuevo Citroën C3*. Obtenido de <https://store.citroen.es/selector/configurable/nuevo-c3-berlina-5p/you/puretech-100-manual-gasolina/azul-monte-carlo/tela-negra-tela-chine-grey>
- Comunidad de Madrid. (2010). *Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental*. Obtenido de <https://gestion3.madrid.org/bvirtual/BVCM015307.pdf>
- Dacia España. (s.f.). *Calcula las ayudas aplicables en tu nuevo Dacia Spring*. Obtenido de <https://info.dacia.es/spring/simulador-ayudas>
- Dacia España. (s.f.). *Nuevo Dacia Spring – Modelo 100% eléctrico*. Obtenido de <https://www.dacia.es/modelos-hibridos-electricos/spring-urbano.html>
- Dacia España. (s.f.). *Simulador de autonomía nuevo Dacia Spring eléctrico*. Obtenido de <https://www.dacia.es/modelos-hibridos-electricos/spring-urbano/simulador-autonomia.html>
- Damián Janáriz, R.P. (1924). *Virgen de las Viñas*. Imprenta y Librería de Pedro Díaz Bayo,
- DatosMundial.com. (s.f.). *Evolución del clima y la temperatura en España*. Obtenido de <https://www.datosmundial.com/europa/espana/clima.php>
- DGT. (2019,2020,2021,2022,2023). *Datos municipales-información general*.

- DGT. (2022). *Kilómetros anualizados recorridos por el parque móvil 2022*.
- DGT. (2022). *Parque de vehículos tabla auxiliar 2022*.
- DGT. (2022). *Parque municipal según distintivo ambiental 2022*.
- DGT. (s.f.). *Distintivo ambiental*. Obtenido de <https://www.dgt.es/nuestros-servicios/tu-vehiculo/tus-vehiculos/distintivo-ambiental/>
- Endesa. (2017). *Instalación monofásica o trifásica ¿cuál tengo?* Obtenido de <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/instalacion-monofasica-trifasica>
- Eurotaller. (s.f.). *¿Cuál es la vida útil de un coche?* Obtenido de <https://www.eurotaller.com/noticia/cual-es-la-vida-util-del-motor-de-tu-coche#>
- Ferrovial. (2022). *¿Qué es la corriente eléctrica?* Recuperado de <https://www.ferrovial.com/es/stem/corriente-electrica>.
- Ferrovial. (s.f.). *Movilidad urbana: qué es, tipos y proyectos*. Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/recursos/movilidad/>
- Ford ES (s.f.). *Ford Kuga con gama de potentes motores*. Obtenido de <https://www.ford.es/turismos/kuga/caracteristicas/motores>
- Ford España. (s.f.). *Carga Ford Kuga*. Obtenido de <https://www.ford.es/turismos/kuga/caracteristicas/motores>
- Hyundai (s.f.). *Configurador Hyundai – nuevo Kona* Obtenido de <https://www.hyundai.com/es/es/modelos/kona/configuracion.html#/powertrain>
- Iberdrola. (2022). *¿Cómo calcular la autonomía de un coche eléctrico?* Obtenido de <https://www.iberdrola.es/blog/transporte/como-calcular-autonomia-coche-electrico>
- Iberdrola. (s.f.). *Historia del coche eléctrico*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/historia-coche-electrico>
- IDEA. (s.f.). *Programa MOVES III*. Obtenido de <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii>
- Ingeteam. (s.f.). *Ficha técnica Rapid 120/180*.
- Ingeteam. (s.f.). *Ingerev Rapid 50, el punto de recarga rápido multi-standard*.

- Medrano Gauna, E.M. (2019). *2.10 Potencia Eléctrica*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/b\\_sahagun/2019/emmg-electricidad-2.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_sahagun/2019/emmg-electricidad-2.pdf)
- MG Motor Eu. (s.f.). *Descubre el MG4 Electric*. Obtenido de <https://www.mgmotor.eu/es-ES/model/mg4>
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. *Observatorio del Transporte y la Logística en España. Informe Anual 2022*. Obtenido de [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/OTLE/elementos\\_otle/Informe\\_anual\\_2022%20\(febrero\\_2023\).pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/OTLE/elementos_otle/Informe_anual_2022%20(febrero_2023).pdf)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Informe Nacional de Gases de Efecto Invernadero Edición 2024*. Obtenido de <file:///C:/Users/sebas/Downloads/es-nir-edicion-2024.pdf>
- MITECO. (2023). *El Gobierno prorroga las ayudas para movilidad eléctrica del MOVES III hasta el 31 de julio*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2023/11/gobierno-prorroga-ayudas-movilidad-electrica-moves-iii-hasta-31-julio.html>
- MITECO. (s.f.). *Estrategia Española de Movilidad Sostenible*. Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/estrategia\\_esp\\_movilidad.html#:~:text=La%20movilidad%20sostenible%20implica%20garantizar,al%20m%C3%ADnimo%20sus%20repercusiones%20negativas](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/estrategia_esp_movilidad.html#:~:text=La%20movilidad%20sostenible%20implica%20garantizar,al%20m%C3%ADnimo%20sus%20repercusiones%20negativas).
- NASA. (s.f.). *¿El agujero de ozono está causando el cambio climático?* Obtenido de <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/preguntas-frecuentes/el-agujero-de-ozono-esta-causando-el-cambio-climatico/>
- Nissan. (s.f.). *Nissan LEAF: El 100% eléctrico perfecto para tu familia*. Obtenido de <https://www.nissan.es/vehiculos/nuevos-vehiculos/leaf/ofertas-leaf/detalle.html?offerId=20733>
- Nissan. (s.f.). *Ofertas LEAF*. Obtenido de <https://www.nissan.es/vehiculos/nuevos-vehiculos/leaf/ofertas-leaf/detalle.html?offerId=20733>
- Noticias Parlamento Europeo. (s. f.). *Objetivo 55: cero emisiones de CO2 para turismos y furgonetas nuevos en 2035*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press->

room/20230210IPR74715/objetivo-55-cero-emisiones-de-co2-para-turismos-y-furgonetas-nuevos-en-2035

OBS Business School. (2020). *Costes directos e indirectos de un proyecto*. Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/costes-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>

Observatorio del Transporte y la Logística en España. (2020). *Movilidad Urbana y Metropolitana: Un gran reto de las ciudades del siglo XXI*. Obtenido de [https://otle.transportes.gob.es/recursos\\_otle/monografico\\_otle\\_2019\\_movilidad\\_urbana\\_y\\_metropolitana\\_1.pdf](https://otle.transportes.gob.es/recursos_otle/monografico_otle_2019_movilidad_urbana_y_metropolitana_1.pdf)

ONU. (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#>

ONU. (s.f.). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

ONU. (s.f.). *Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

ONU. (s.f.). *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

ONU. (s.f.). *Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Parlamento Europeo. (2019) *¿Qué es la neutralidad de carbono y cómo alcanzarla para 2050?* Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20190926ST062270/que-es-la-neutralidad-de-carbono-y-como-alcanzarla-para-2050>

Parlamento Europeo. (2022). *La prohibición de vender nuevos coches de gasolina y diésel a partir de 2035 en la UE*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20221019ST044572/la-prohibicion-de-vender-nuevos-coches-de-gasolina-y-diesel-a-partir-de-2035>

Parlamento Europeo. (s.f.). *Pacto Verde Europeo: clave para una UE climáticamente neutra y sostenible*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200618ST0815>

13/pacto-verde-europeo-clave-para-una-ue-climaticamente-neutral-y-sostenible

Peugeot España (s.f.). *Programa MOVES III de ayuda para la movilidad eléctrica hasta 7.000 euros.* Obtenido de <https://www.peugeot.es/content/dam/peugeot/spain/b2c/index/pdfs/Beneficios-hasta-10.000%E2%82%AC-Ayudas-Movilidad-Elctrica.pdf>

RACE. (s.f.). *Ciclo WLTP de emisiones: ¿qué es y cuál es su normativa?* Obtenido de <https://www.race.es/ciclo-wltp-emisiones-coche>

Renault. (s.f.). *Renault CLIO evolution dCi 100 (74kW).* Obtenido de [https://www.renault.es/renault-webstore/detalles.html?productId=VEH\\_VF1RJA00871944318](https://www.renault.es/renault-webstore/detalles.html?productId=VEH_VF1RJA00871944318)

Ruíz, A. (2023). *PHEV, MHEV, BEV, FCEV, HEV ... ¿conoces los tipos de coches eléctricos?* Obtenido de <https://www.renault.es/blog/trucos-consejos/phev-bev-hev-mhev-tipos-coches-electricos.html>

Ruta del Vino Ribera del Duero. (s.f.). *Bodegas subterráneas de Aranda de Duero.* Obtenido de <https://www.rutadelvinoriberadelduero.es/es/recurso-cultural-monumento-bodega-subterranea-o-lagar/bodegas-subterraneas-aranda-duero>

Seat. (s.f.). *Características técnicas Seat Arona.*

Seat. (s.f.). *Características técnicas Seat Ibiza.*

Somos Eléctricos. (s.f.). *Nissan LEAF.* Obtenido de <https://somoselectricos.com/marcas-vehiculos-electricos/nissan/leaf/>

Toyota España SL. *Gama Híbrida Toyota- Coches Híbridos Toyota.* Obtenido de [https://www.toyota.es/electrificacion/hibridos-electricos-toyota/hybrid-range?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw3ZayBhDRARIsAPWzx8pwHMOpddUyHKX\\_WUOVB6AuaGewWACoz7oXx9duLGHmsjMbbFSVfuUaAtSFEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://www.toyota.es/electrificacion/hibridos-electricos-toyota/hybrid-range?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3ZayBhDRARIsAPWzx8pwHMOpddUyHKX_WUOVB6AuaGewWACoz7oXx9duLGHmsjMbbFSVfuUaAtSFEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

Wallbox. (s.f.). *Pulsar Pro.* Obtenido de [https://wallbox.com/es\\_catalog/pulsar-pro-cargador-electrico](https://wallbox.com/es_catalog/pulsar-pro-cargador-electrico)

Wallbox. (s.f.). *Tipos de conectores de carga EV: Lo que necesitas saber.* Obtenido de [https://wallbox.com/es\\_catalog/faqs-tipos-conectores-carga-coches-electricos#:~:text=Como%20conclusi%C3%B3n%3A&text=El%20tipo%](https://wallbox.com/es_catalog/faqs-tipos-conectores-carga-coches-electricos#:~:text=Como%20conclusi%C3%B3n%3A&text=El%20tipo%)

