

ESTUDIO DE AHORRO ENERGÉTICO Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO ASOCIADA. (actualización)

Programa de ayudas para inversiones a proyectos singulares locales de energía limpia en municipios de reto demográfico (PROGRAMA DUS 5000) en el marco del Programa de Regeneración y Reto Demográfico del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Medida 5. Movilidad Sostenible

Título del Proyecto: Implantación de infraestructura de recarga de vehículo eléctrico y renovación con achatarramiento del parque de vehículos titularidad del Ayuntamiento de Cebolla

Programa de Regeneración y Reto Demográfico
Plan de recuperación, Transformación y Resiliencia

EXCM AYUNTAMIENTO DE CEBOLLA



Para estimar la autonomía homologada de un coche eléctrico, los expertos aconsejaban consultar el resultado obtenido por el ciclo de americano EPA, el más realista de todos los que se realizan en el mundo. Sin embargo, desde septiembre de 2019, Europa se rige por un nuevo ciclo, el WLTP, que ha corregido al ya obsoleto NEDC, y que se acerca bastante más a la realidad y también a los resultados que obtiene el ciclo americano.

Actualmente, el principal reclamo de un coche eléctrico a la hora de promocionarlo en el mercado es su autonomía. Es el parámetro que mayor atención recibe y por el que la mayoría de los futuros compradores más se preocupan. Independientemente del tamaño, del equipamiento y de la tipología del coche, su autonomía define qué tipos de desplazamientos va a ser capaz de ofrecer a su propietario. El dato se obtiene a partir de los ciclos de homologación de emisiones y consumos (y, por lo tanto, de autonomía), que están obligados a pasar todos los modelos que se venden en un mercado.

A la homologación WLTP, que se realiza en un laboratorio, se añade la prueba de emisiones en conducción real (RDE, por sus siglas en inglés) de las emisiones contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NOx) y las partículas que emiten los automóviles mientras circulan por la carretera. El vehículo, monitorizado con un equipamiento de medición específico recorre, durante un tiempo determinado una serie de vías públicas que cumplen unos requisitos (urbanas, interurbanas o autopistas) y en una amplia gama de condiciones (altitudes, cuestas, temperatura ambiente, tráfico, carga del vehículo, etc).

Para realizar la medición la batería se recarga al completo antes de arrancar la prueba. Una vez finalizada se vuelve a conectar al cargador y se recarga por completo para conocer la energía consumida, incluyendo así las pérdidas energéticas. Con estos datos se obtiene el consumo medio del vehículo dividiendo este dato entre la distancia que ha recorrido.

En el caso de los vehículos de combustión, el consumo del fabricante que, bajo nuestra opinión, no siempre van a ser fiables. Estas pruebas suelen realizarse en laboratorios y no en conducción real. Aun así, depende del tipo de fabricante, ya que hay algunas marcas que realizan las pruebas con pasajeros, carga en el maletero etc.

En ocasiones, sobre todo, a medida que van pasando los años de vida del vehículo nos encontramos con la situación de que el consumo de combustible aumenta de forma sorprendente sin que, en principio, haya una explicación. Las causas posibles pueden ser:

- 1) Fugas: es posible que, poco a poco, sin que sea perceptible e incluso sin dejar ningún rastro se produzcan fugas que justifiquen ese supuesto aumento del consumo. No es difícil que, en las mangueras de la bomba de combustible, en las válvulas, en los inyectores e incluso en el propio tanque se produzcan fugas.
- 2) Las piezas en mal estado provocan un funcionamiento ineficiente del coche y, en muchas ocasiones derivan en un aumento del consumo de combustible. Así, problema en la batería, en las bujías, en los sensores de temperatura o en el caudalímetro, provocan que el requerimiento de combustible sea superior.
- 3) La tercera causa depende mucho más del estilo de conducción o de la carga del vehículo. Conducir con frecuentes acelerones o pisando excesivamente el freno provoca un aumento de la demanda de combustible, lo mismo que ocurre cuando el coche soporta una carga superior a lo habitual.

Por lo tanto, consideramos dentro de unas posibilidades realistas que existe una gran diferencia entre el consumo inicial de los vehículos nuevos en condiciones óptimas. Y el consumo en conducción urbana real contando con la antigüedad del parque de vehículos.

Se llevará a cabo la sustitución del vehículo de mantenimiento de Cebolla por un vehículo eléctrico.

Para poder conocer el ahorro energético y de emisiones de dióxido de carbono que se produce con el cambio de vehículo, los primero es conocer la distancia que recorre anualmente el vehículo de mantenimiento. Tras haber hablado con el personal de mantenimiento, nos han afirmado que pueden recorrer una media de 5 km diarios.

Las características del vehículo que se quiere sustituir son las siguientes:

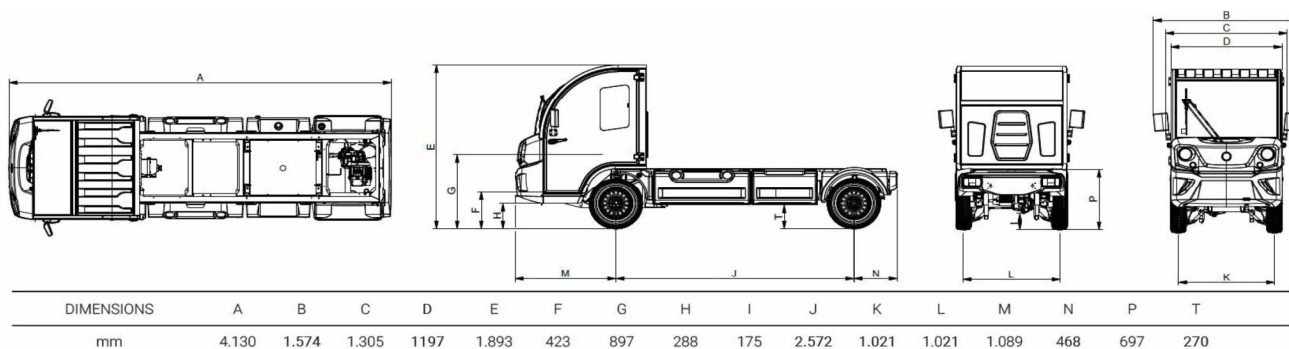
Citroën Berlingo 1.9d Combi S	
Velocidad máxima	142 km/h
Aceleración 0-100 km/h	16,3 s
Consumo medio	6,3 l / 100 km
Combustible (motor de combustión)	Gasóleo
Potencia máxima (motor de combustión)	69 CV
Par máximo (motor de combustión)	125 Nm
Ubicación (motor de combustión)	Delantero transversal
Número de cilindros (motor de combustión)	4
Disposición de cilindros (motor de combustión)	En línea
Cilindrada (motor de combustión)	1.868 cc



- Como podemos ver en las características del vehículo que se va a sustituir, el consumo medio es de 6,3 l / 100 km. Se va a incluir un incremento a estos 6,03 l/100 km un aumento del 19% considerado por conducción urbana en la que aumenta el consumo, quedando 7,17 l/100 km, que para que sea mas real, podemos afirmar que consume 7,2 l / 100 km.

Las características del nuevo vehículo eléctrico son las siguientes:

VEHICULO ELECTRICO ALKE ATX 340 EH	
Velocidad máxima	50 km/h
Autonomía eléctrica WLTP	199 km
Tipo (motor eléctrico)	asíncrono de inducción
Potencia máxima (motor eléctrico)	16,3 kW
Par máximo (motor eléctrico)	81 Nm
Consumo eléctrico combinado (motor eléctrico)	10,55 kWh / 100 km
Tipo (Batería)	Acumulador de iones de litio (LiFePO4)
Ubicación (Batería)	Central
Capacidad (Batería)	21 kWh



- En el caso del vehículo eléctrico, se toma como consumo medio, se estima como diferencia entre la capacidad de la batería y la autonomía homologada resultando un valor de 21 kWh / 119 km WLTP = 10,55 kWh / 100 km

Para indicar el factor de conversión empleado para pasar de litros de gasóleo a kWh, utilizamos la siguiente tabla de conversión.

Tipo de combustible	Unidad de medida	kWh	kg de CO ₂ e
Carbón	1 kilogramo (k o kg)	7,25	2,88165
Madera	1 kilogramo (k o kg)	3,80	0,61522
Fuelóleo (petróleo pesado, aceite de caldera)	1 litro (l)	11,84	3,17799
GLP/propano/butano	1 litro (l)	6,98	1,51906
Gasoil/combustible diésel	1 litro (l)	10,96	2,68779
Quema de petróleo (por ej., keroseno)	1 litro (l)	10,31	2,53627
Carburante/gasolina	1 litro (l)	9,61	2,20307 (mezcla de biocombustible) 2,30531 (sin biocombustible)
Gas natural	1 metro cúbico (m ³)	11,02	2,04652

- Se utiliza un factor de 10,96 kWh para diésel

Cálculo consumo energía final instalación existente.

- 1 vehículo de mantenimiento, que realizan una media de 5km diarios.
- Con un consumo medio de 7,2l/100km por lo que vamos a tener un consumo anual de 5 km x 7,2/100km = 0,36 l/día
- Tomando 5 días a la semana, se tiene: 0,36 l/día x 5 días x 4 semanas x 12 meses = 86,4 litros
- Utilizando el coeficiente de 10,96 kWh para el diésel, tenemos.
- 86,4 x 10,96 = 946,94 kWh/año

Calculo consumo energía final instalación final.

- Considerando el cambio del vehículo actual por uno eléctrico, cuyas características están detalladas más arriba, se ha estimado una media de 5 km que realiza el personal de mantenimiento.
- Atendiendo al consumo WLTP del vehículo eléctrico elegido por el Ayuntamiento, su consumo es de 10,55 kWh/100km. El consumo anual quedaría $5 \text{ km} \times 10,55 \text{ kWh}/100\text{km} \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ semanas} \times 12 \text{ meses} = 126,6 \text{ kWh/año}$
-

Debido a que la instalación de los puntos de recarga genera unos consumos adicionales que anteriormente no existían, debemos de considerarlos de cara a los cálculos de emisiones y consumos energéticos. Se consideran los siguientes consumos:

Se considera una media de consumo en reposo del equipo de 10W.

- $10\text{W} \times 24\text{h/día} \times 30 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses} = 86,40 \text{ kWh/año}$
- Total: $126,6 \text{ kWh/año} + 86,40 \text{ kWh/año} = 213,00 \text{ kWh/año}$.

Teniendo en cuenta los resultados de consumo de energía tanto de la instalación existente como de la instalación rehabilitada, obtenemos los resultados de la reducción de consumo energía final.

Denominación Actuación	Consumo energía final: Instalación Existente (kWh)	Consumo energía final: Instalación Rehabilitada (kWh)	Reducción consumo energía final (%)	Exigencia bases Medida 5
Medida 5	946,94	213,00	77,51	>5%
TOTAL	946,94	213,00	77,51	>5%

Combustible	kg CO2 / kWh E. Final	kWh E. Primaria / kWh E. Final
Electricidad	0,357	2,403
Gasóleo	0,311	1,182
Gasolina	0,290	1,161
GLP	0,254	1,204
Gas Natural	0,252	1,195
Carbón	0,472	1,084
Biomasa no densificada	0,018	1,037
Biomasa densificada (pellets)	0,018	1,113

Para el cálculo de emisiones de CO2 de instalación existente y rehabilitada se utilizarán los coeficientes de 0,311 para los desplazamientos en vehículo de combustión y el coeficiente de 0,357 para el consumo energético.

Teniendo en cuenta los resultados de consumo de energía tanto de la instalación existente como de la instalación rehabilitada, obtenemos los resultados de emisión de CO2 en ambos tipos de instalación:

Denominación Actuación	Consumo energía final: Instalación Existente (kWh)	Consumo energía final: Instalación Rehabilitada (kWh)	Emisiones de CO2: Instalación existente (kgCO2)	Emisiones de CO2: Instalación Rehabilitada (kgCO2)
Medida 5	946,94	213,00	294,50	76,04
TOTAL	946,94	213,00	294,50	76,04

El resultado del ahorro de emisiones de Co2 resulta de la diferencia entre las emisiones obtenidas en la instalación existente y las emisiones obtenidas en la instalación rehabilitada:

- Estado inicial = 294,50 kg CO2
- Estado final = 76,04 kg CO2

$$294,50 \text{ kgCO}_2 - 76,04 \text{ kgCO}_2 = 218,46 \text{ kgCO}_2 / \text{año}$$

Cebolla, Enero 2.026

David Nieto-Sandoval González-Nicolás
Ingeniero Industrial
COIIM nº 20.116