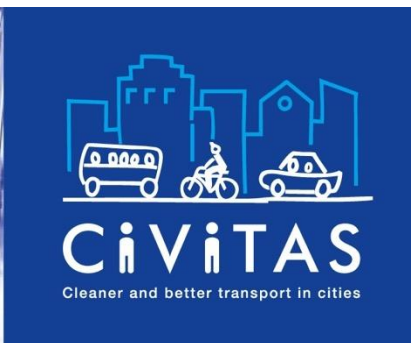




DYN@MO

AACHEN • GDYNIA • KOPRIVNICA • PALMA

EL VEHÍCULO ELÉCTRICO, HACIA UNA MOVILIDAD ELÉCTRICA EFICIENTE EN LAS ISLAS BALEARES

27 de junio de 2013

Palma (Mallorca)

Miquel Roca Adrover y Vicenç Salas Gomila. Cátedra Endesa Red-UIB



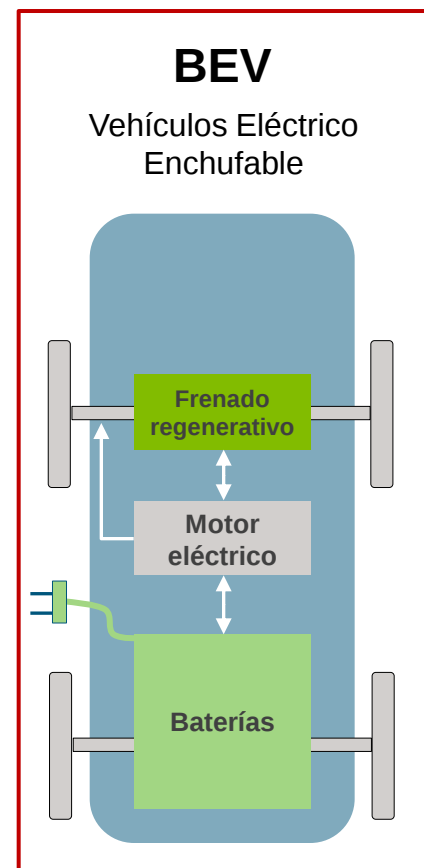
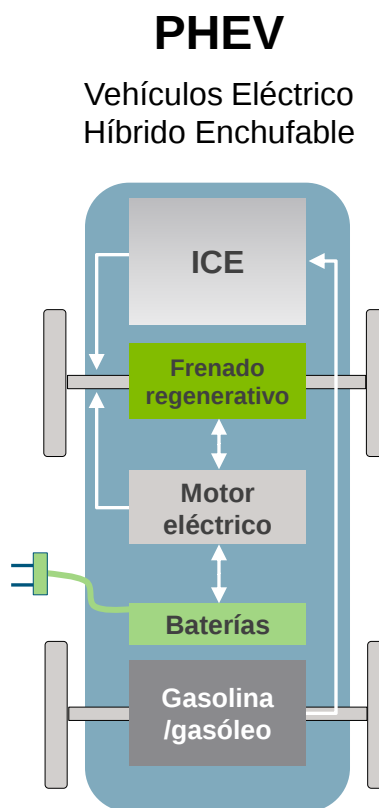
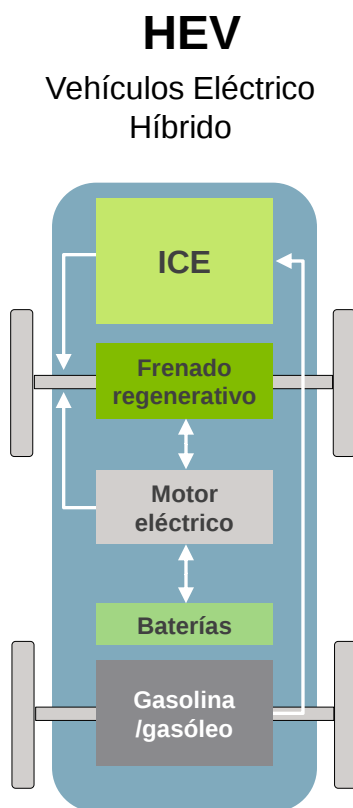
THE CIVITAS INITIATIVE IS CO-FINANCED BY
THE EUROPEAN UNION

- **Introducción**
- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
- El simulador de consumos de vehículos eléctricos (Cátedra EndesaRed-UIB)
- Conclusiones

“Dejar de depender del petróleo, no será posible si seguimos contando con una única solución tecnológica. Ello exige un nuevo concepto de movilidad, apoyado por un racimo de nuevas tecnologías, así como un comportamiento más ecológico”

Libro Blanco de la Comisión Europea, 2011.

¿Qué es un Vehículo Eléctrico? ¿tipos?



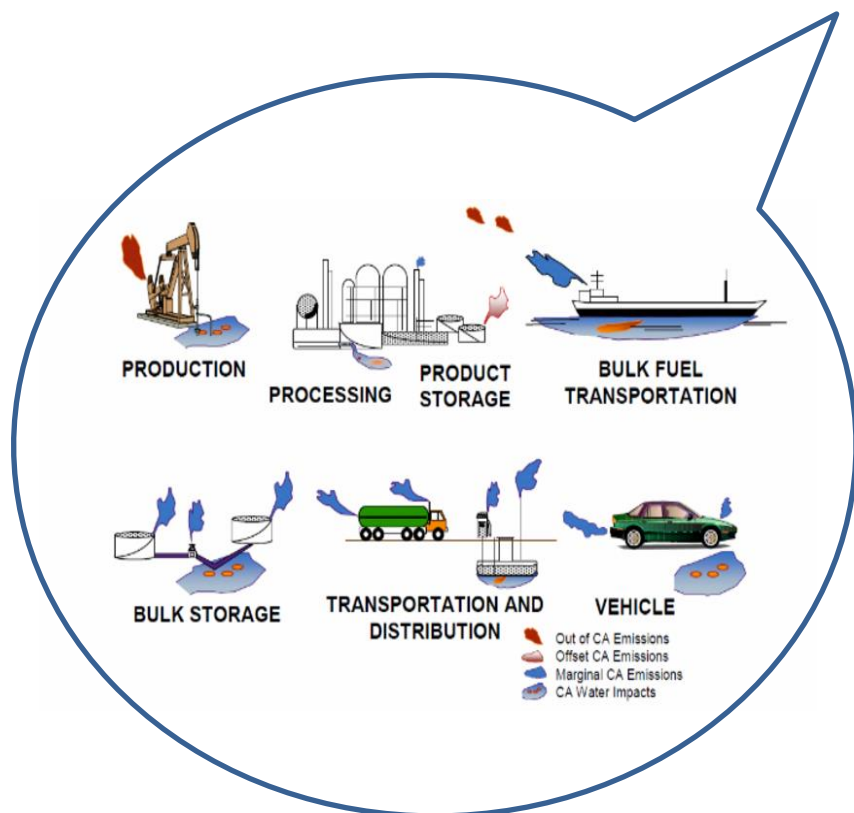
[Fuente: Energía y Sociedad, 2012]

¿Por qué un vehículo eléctrico?

- ✓ *La promoción del vehículo eléctrico (VE) es una de las vías, para avanzar hacia la sostenibilidad del sector transporte*
- ✓ *Los vehículos eléctricos*
 - *más eficientes que los convencionales,*
 - *menores costes por kilómetro,*
 - *menos emisiones de GEI*
 - *aire más limpio en las ciudades*

¿Por qué un vehículo eléctrico?

✓ Eficiencia: “From Well to Wheel”



Planta

Tanque

Ruedas

**Vehículo
Convencional**



25%

25%



VEB

Renov. GN.

100% 55%

Red
eléctrica

90%

Carga

95%

90%

90%

77%

42%

**Carga
Motor**

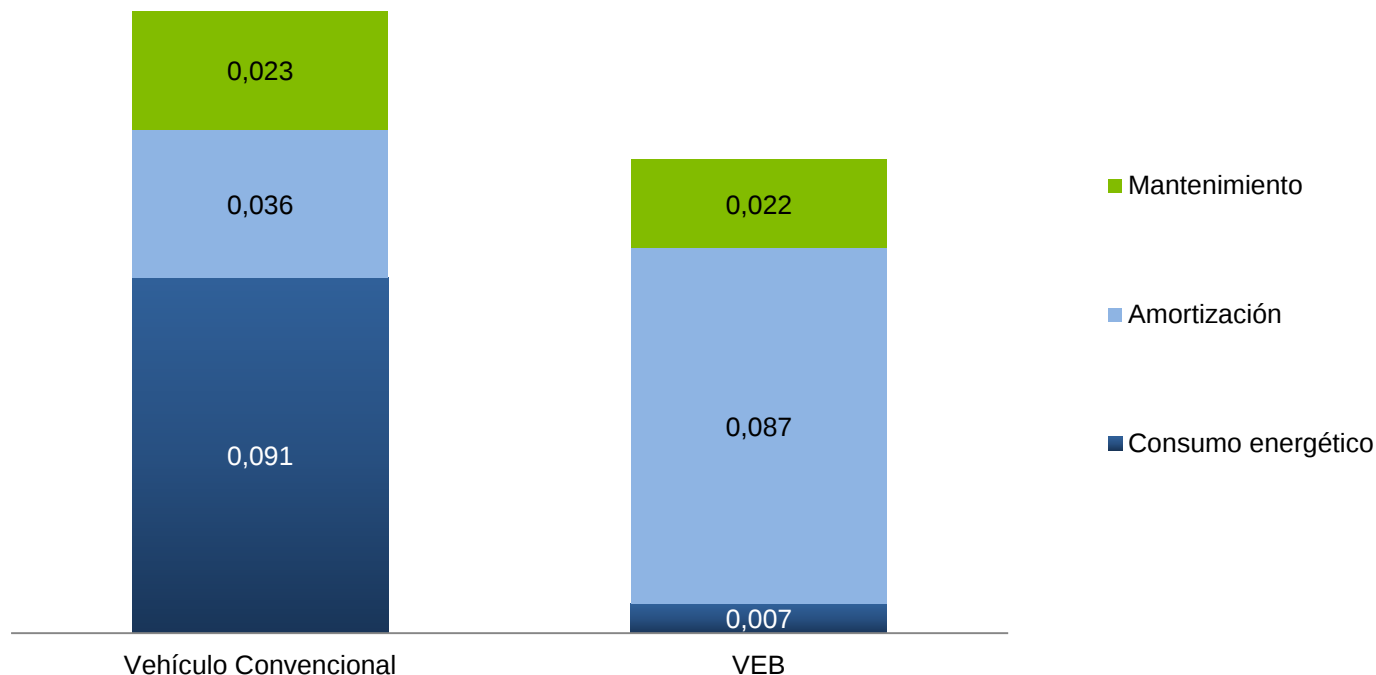
[Fuente: Energía y Sociedad, 2012]

6

¿Por qué un vehículo eléctrico?

✓ Menores costes por Km:

Costes Totales en 2035 [€/Km]



[Fuente: On the road in 2035 (MIT, 2012)]

7

¿Por qué un vehículo eléctrico?

✓ Menores costes por Km: Caso Práctico

Peugeot iOn



Peugeot 107 Urban 1.0



**Carga
Baterías**

Rendimiento aproximado del
Cargador: 85-87%

Costes

12,3 kWh/100 km
0,045 €/kWh (Tarifa supervalle)

4,6 l/100km (42,78 kWh/100 Km)
1,42 €/l (Gasolina)

Total

0,55 €

6,53 €

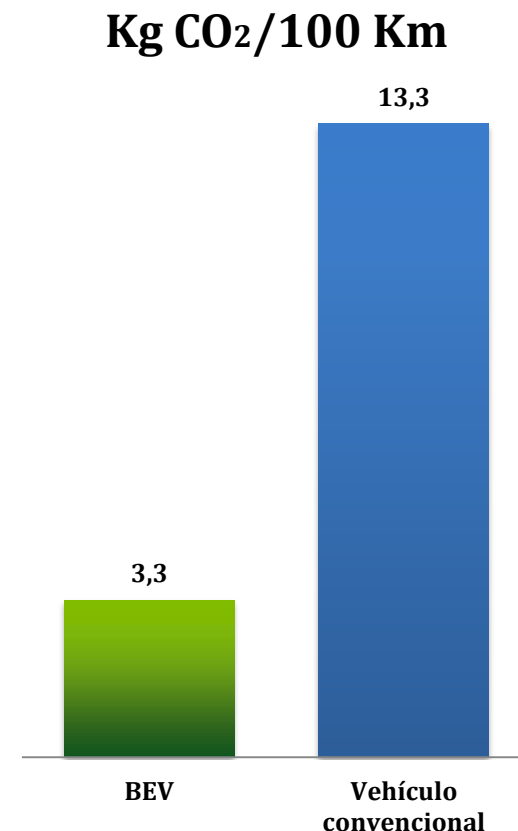
* PCI Gasolina 9,3 kWh/l

8

¿Por qué un vehículo eléctrico?

✓ Reducidas emisiones CO₂:

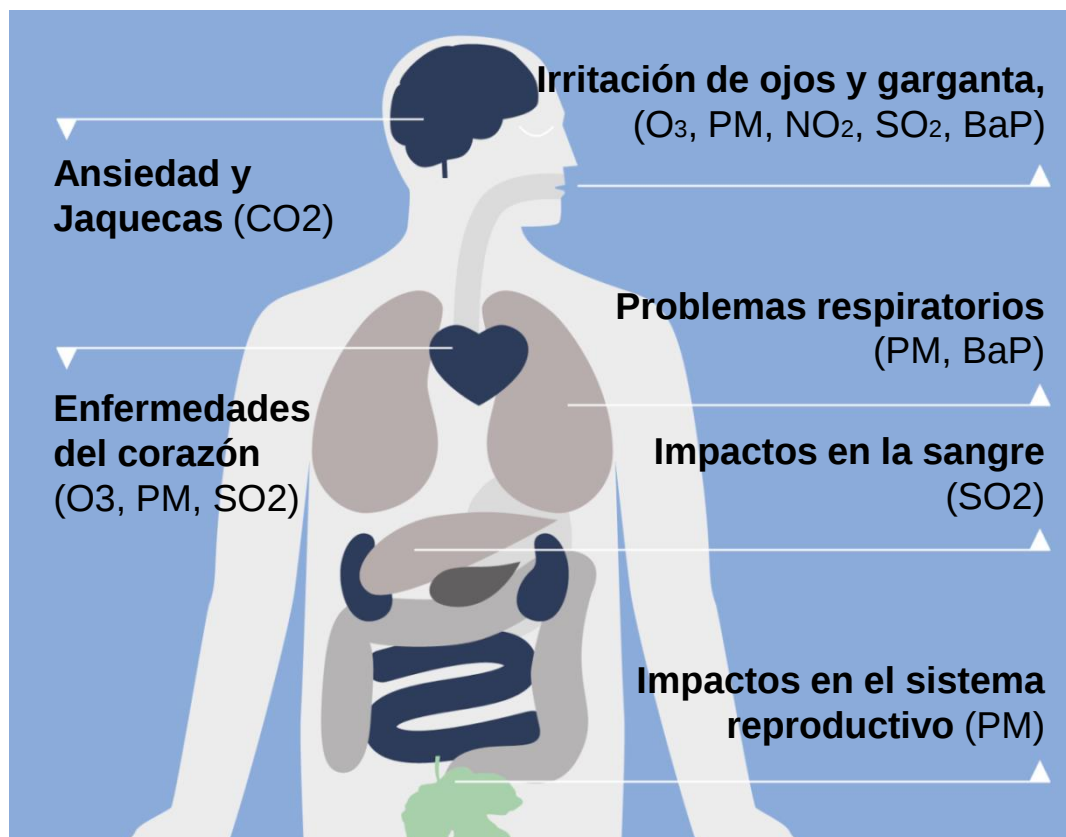
- Las emisiones medias del mix de generación eléctrico español es de **0,234 kgCO₂/kWh**
- El consumo medio de un vehículo diésel es de **5 l/100km** aproximadamente
- Las emisiones producidas por un litro consumido de diésel son de **2,67 kgCO₂/l**



[Fuente: Energía y Sociedad, 2012]

¿Por qué un vehículo eléctrico?

✓ Aire más limpio



[Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente, 2013]

La **introducción masiva** de coches eléctricos requiere considerar una serie de **aspectos**

- **Precio**
 - **Mejoras tecnológicas**
 - **Mejoras de mercado**
- **Autonomía**
 - **Proceso de carga**
 - **Mejoras tecnológicas**
- **Red de Puntos de recarga**
 - **Proceso de carga**

Carga del VE: ¿Cómo recargar los VE?

Ya tengo un VE... ¿Cómo lo recargo? ¿Dónde?

Recarga en domicilio
mediante **enchufes
adaptados** en el **garaje**
(Tarifa Supervalle)



Recarga en **Parkings
públicos** y **puntos de
recarga** a pie de calle

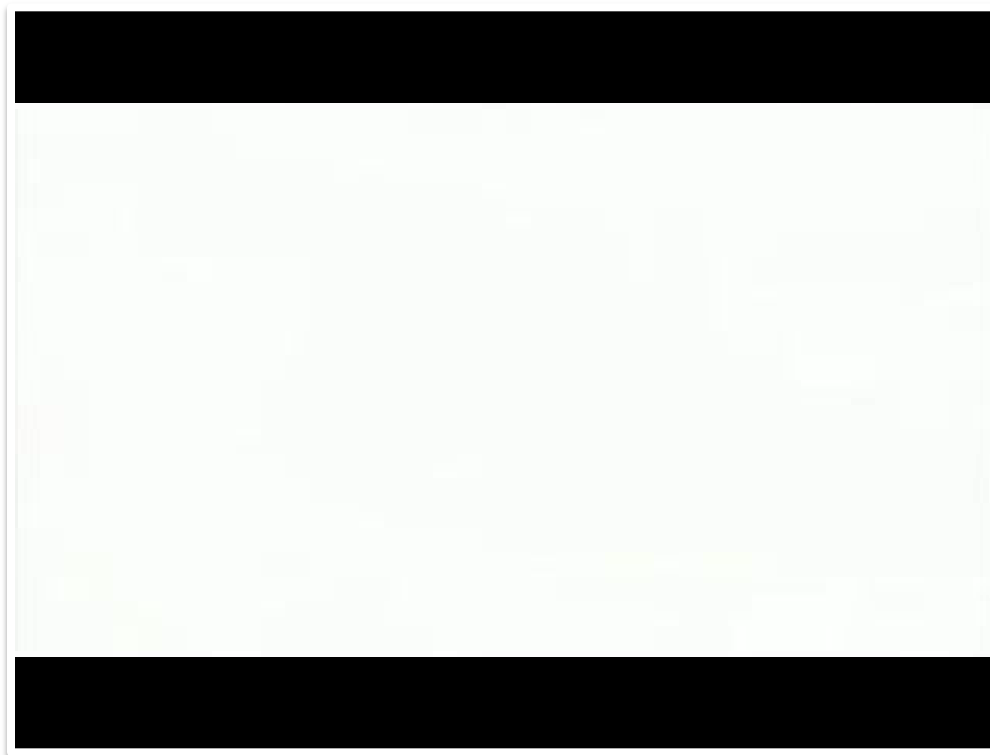


Video
Sustitución
de Baterías
>>



Carga del VE: ¿Cómo recargar los VE?

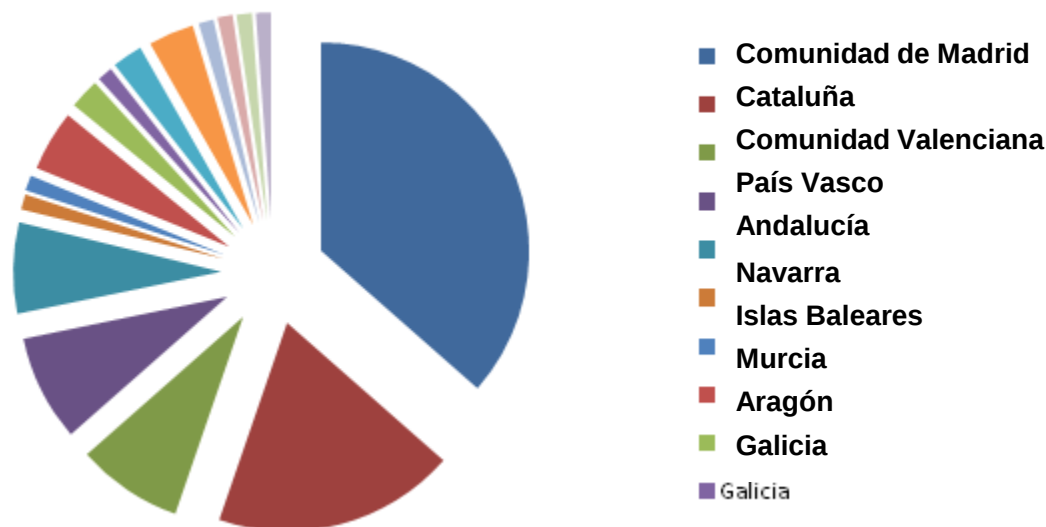
Ya tengo un VE... ¿Cómo lo recargo?



Ranking:

- 1º Madrid
- 2º Barcelona
- 3º Valencia
- 4º Vizcaya
- 5º Murcia
- 6º Tenerife
- 7º Guipúzcoa
- 8º Castellón

Puntos de recarga en España



*En **Baleares** el Govern Balear, junto con el IDAE, financiará la instalación de 2.000 puntos de recarga.*

Aspectos: Red Puntos de recarga

- **Administración: 2000 puntos de recarga**
- **Estandarización**
 - Física : tipo de enchufe
 - Protocolos carga: proceso transparente
 - Gestión inteligente : Interoperatividad
 - *Gestión común a todos los puntos*
 - *Inclusión de renovables*
 - *Baterías (proceso de reparto) : proceso inverso*
 - *Carga nocturna (excedentes)*
- **Pedagogia**
 - Carga lenta – rápida
 - Consumo necesario
 - Efecto en el sistema eléctrico

“El Govern Balear, junto con el IDAE, tendrá operativos este verano los primeros postes de recarga semirápida y lenta de vehículos eléctricos de su proyecto piloto Movele-Baleares”

Baleares es el perfecto escenario para la implantación progresiva del vehículo eléctrico:



- ✓ **Distancias cortas**
 - ✓ autonomía suficiente
- ✓ **Desplazamientos urbanos**
- ✓ **Entorno turístico**
 - ✓ Alquiler para turismo
 - ✓ Introducción a usuarios

“El desarrollo de la infraestructura de recarga impulsará la venta de estos vehículos”

¿Estamos Preparados para el VE?

- Las empresas eléctricas deberán hacer frente a una **generación y gestión de energía** extra para poder abastecer este nuevo sistema de movilidad
- ¿Pero cuál es ese volumen de energía?
¿Las centrales actuales son suficientes para abastecerlo? ¿Se necesitarán más?
- Necesidad de estudiar el consumo de vehículos eléctricos y su gestión eficiente

- Introducción
- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
- El simulador de consumos de vehículos eléctricos (Cátedra EndesaRed-UIB)
- Conclusiones

- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
 - El Vehículo Eléctrico utilizado: ejemplo.
 - El sistema de monitorización del vehículo.
 - Los datos experimentales.
 - El modelo matemático.



Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos

- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
 - El Vehículo Eléctrico utilizado: ejemplo.
 - El sistema de monitorización del vehículo.
 - Los datos experimentales.
 - El modelo matemático.



Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

El vehículo ejemplo

La realización de este proyecto se inició con un vehículo eléctrico Peugeot iOn, equiparable a un vehículo de combustión Peugeot 107 Urban 1.0.



Modelo	iOn	107 Urban
Potencia:	68 cv	68 cv
Velocidad máxima:	130 km/h	157 km/h
Aceleración (0-100 km/h):	15,9 s	13,7 s
Autonomía:	150 km	760 km
Tiempo de carga:	6 h	-
Peso:	1120 kg	875 kg
Longitud total:	3,475 m	3,445 m
Altura total:	1,608 m	1,630 m
Anchura total:	1,792 m	1,470 m

Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos

- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
 - El Vehículo Eléctrico utilizado: ejemplo.
 - El sistema de monitorización del vehículo.
 - Los datos experimentales.
 - El modelo matemático.

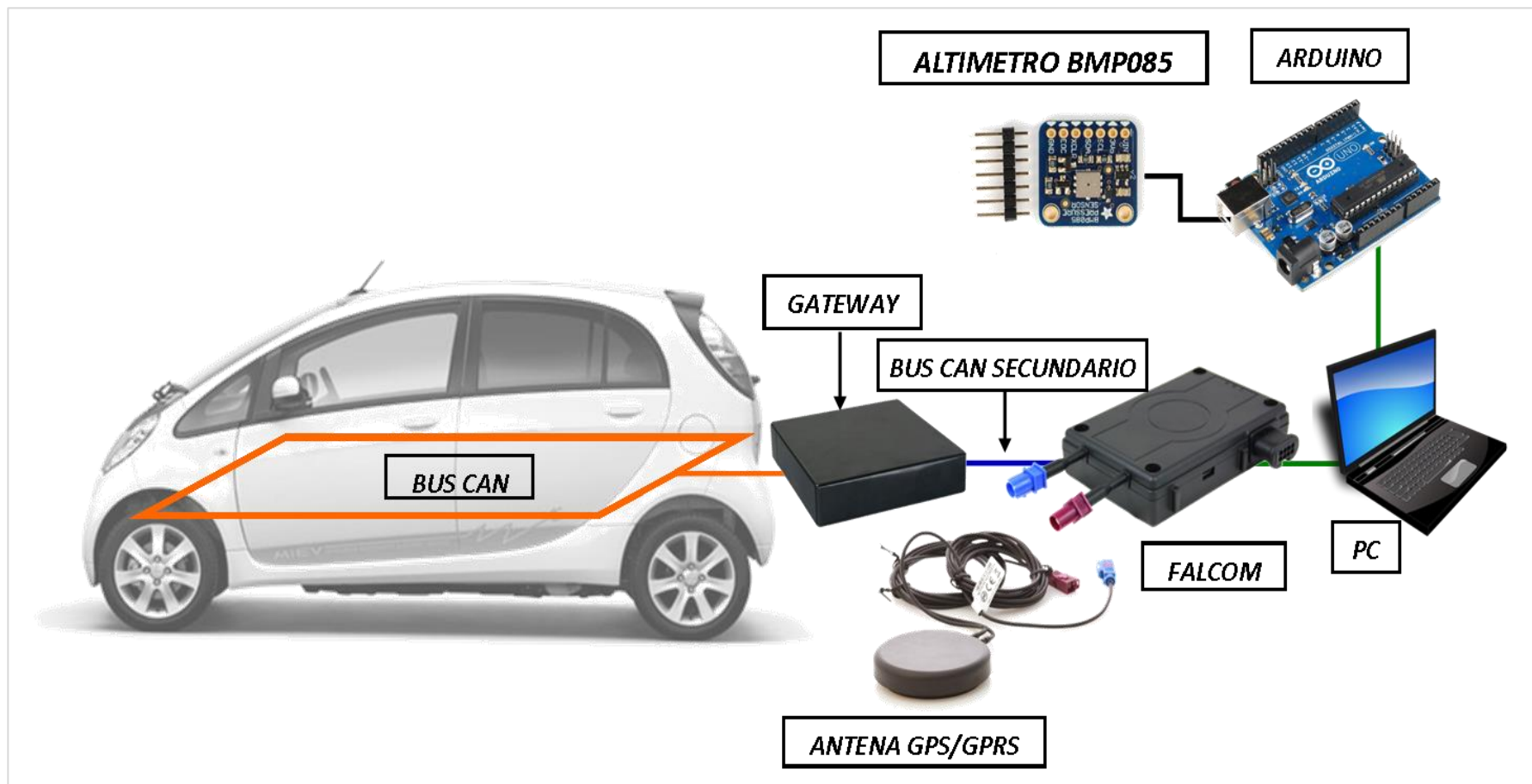


Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

Sistema de monitorización



Sistema de monitorización: Equipos

Mitsubishi Gateway :

- 1) Realiza peticiones a través del bus CAN del vehículo.

Datalogger Falcom FOX-EN:

- 1) Recaba datos de posición GPS.
- 2) Envío de los datos a un servidor de ENDESA vía GPRS (Green eMotion).
- 3) Envío de los datos a un ordenador vía RS232 - USB.



MITSUBISHI GATEWAY



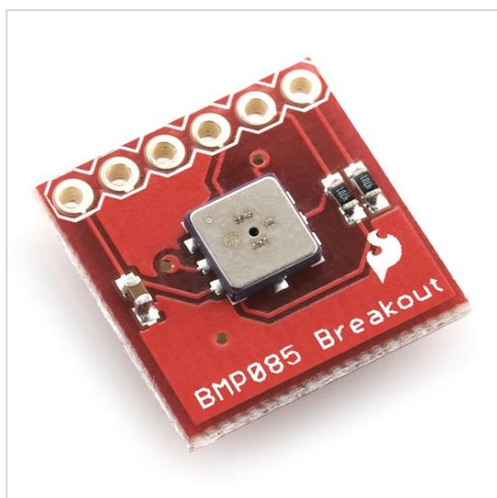
DATALOGGER FALCOM FOX-EN

Bosch BMP085:

- 1) Sensor de presión barométrico que incorpora una interface de comunicación I²C.

Arduino UNO:

- 1) Gestiona la comunicación con el sensor de presión barométrico.
- 2) Calculo la altura a partir de los datos presión atmosférica.
- 3) Envío de los datos a un ordenador vía USB.



BOSCH BMP085



ARDUINO UNO

Sistema de monitorización: Equipos

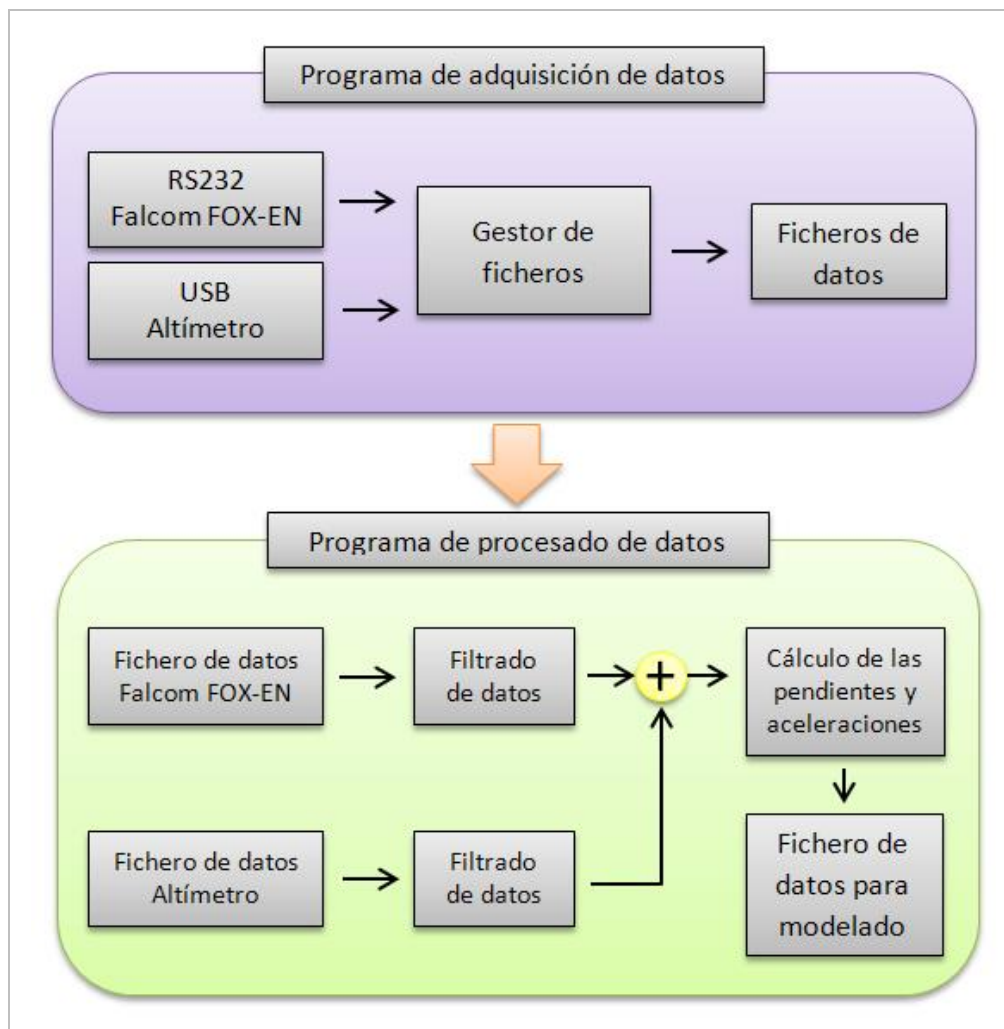


MITSUBISHI GATEWAY



DATALOGGER FALCOM FOX-EN

Sistema de monitorización: Software



Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos

- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
 - El Vehículo Eléctrico utilizado: ejemplo.
 - El sistema de monitorización del vehículo.
 - Los datos experimentales.
 - El modelo matemático.

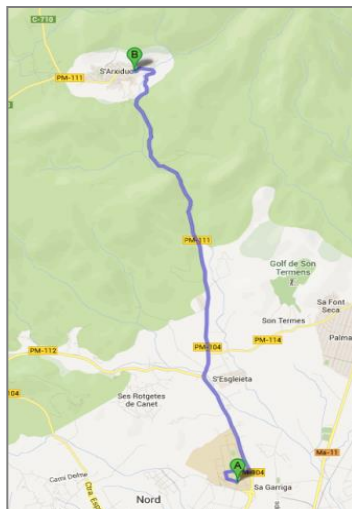


Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

Datos experimentales: Ejemplo de ruta

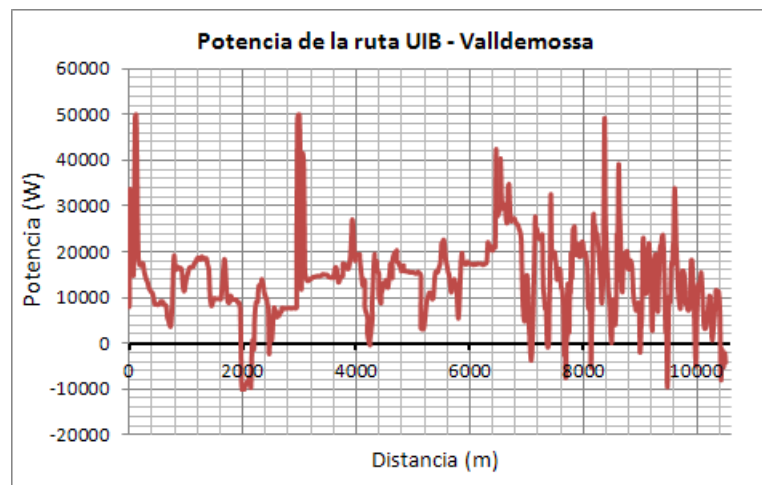
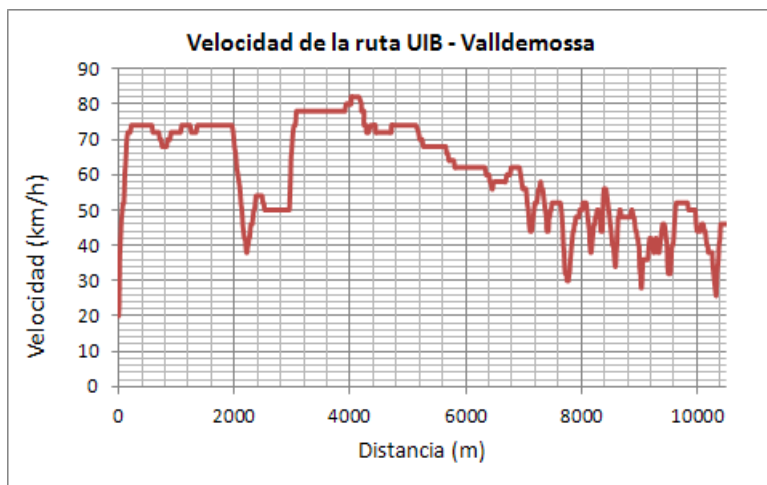
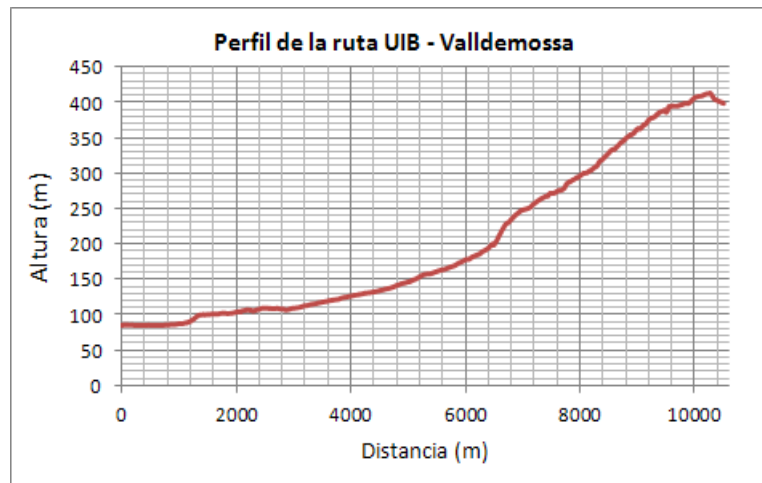


Información de la ruta

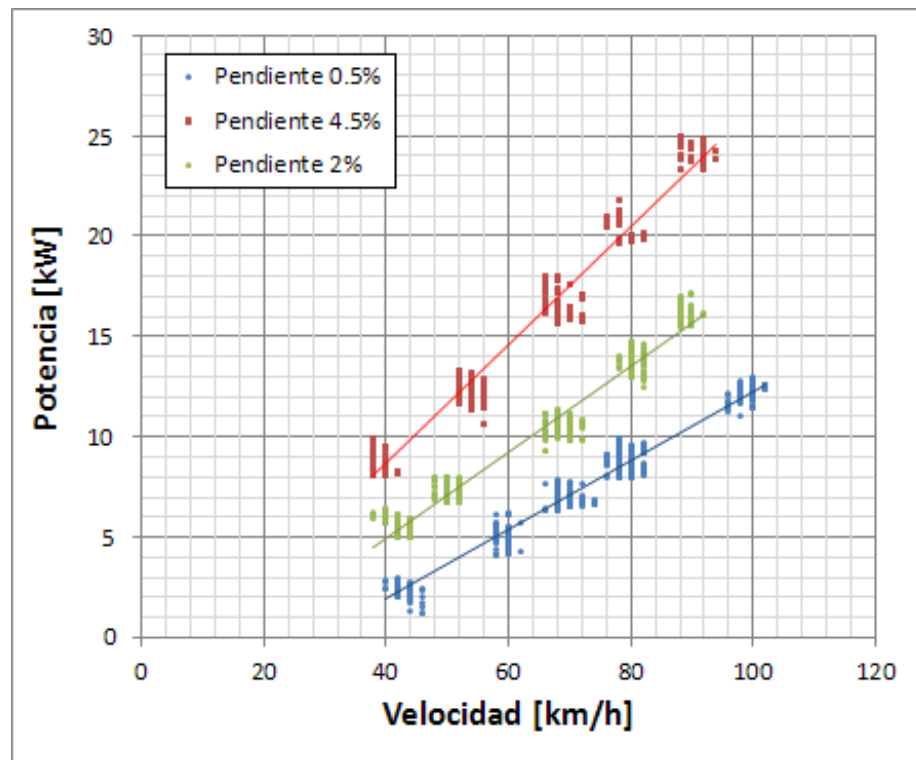
Origen: Universidad de les Illes Balears.

Destino: Valldemossa.

Distancia total: 10,3 km.

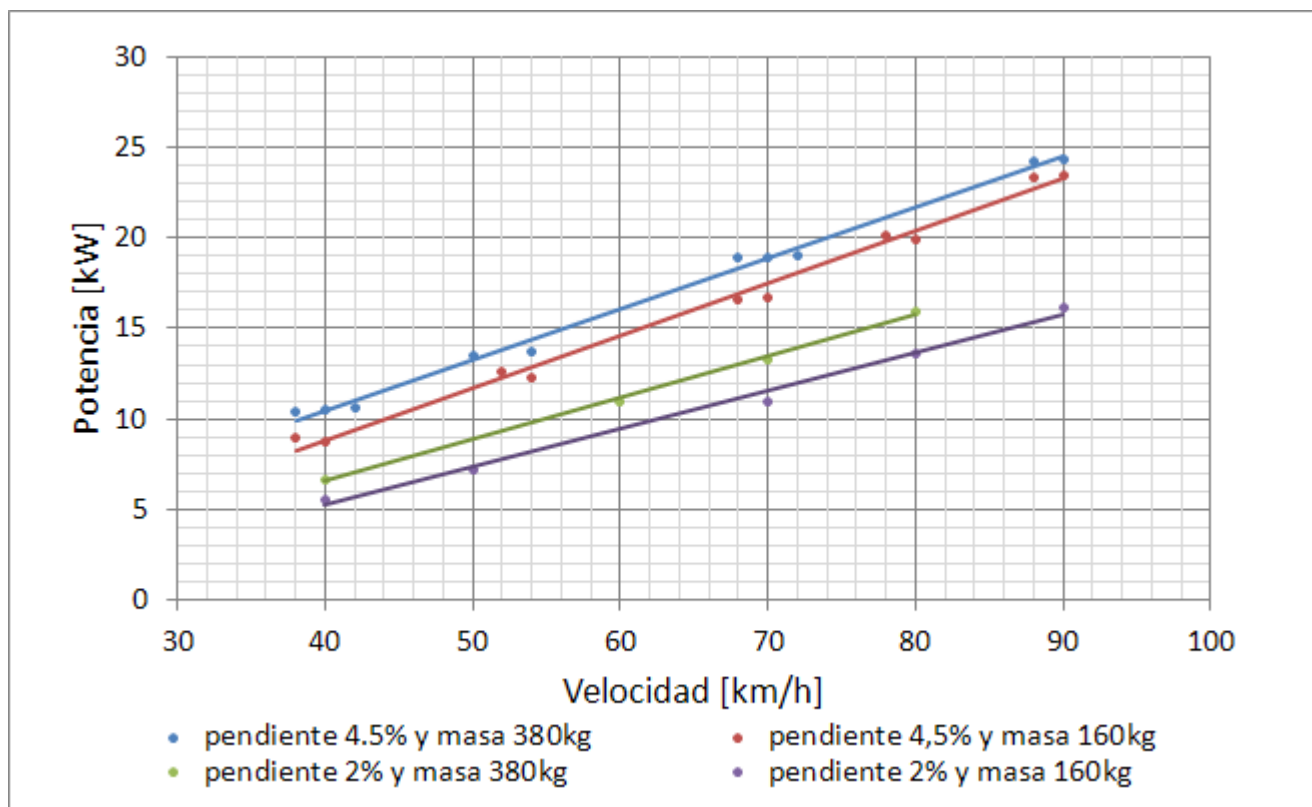


Datos de potencia en función de la velocidad para distintas pendientes de subida

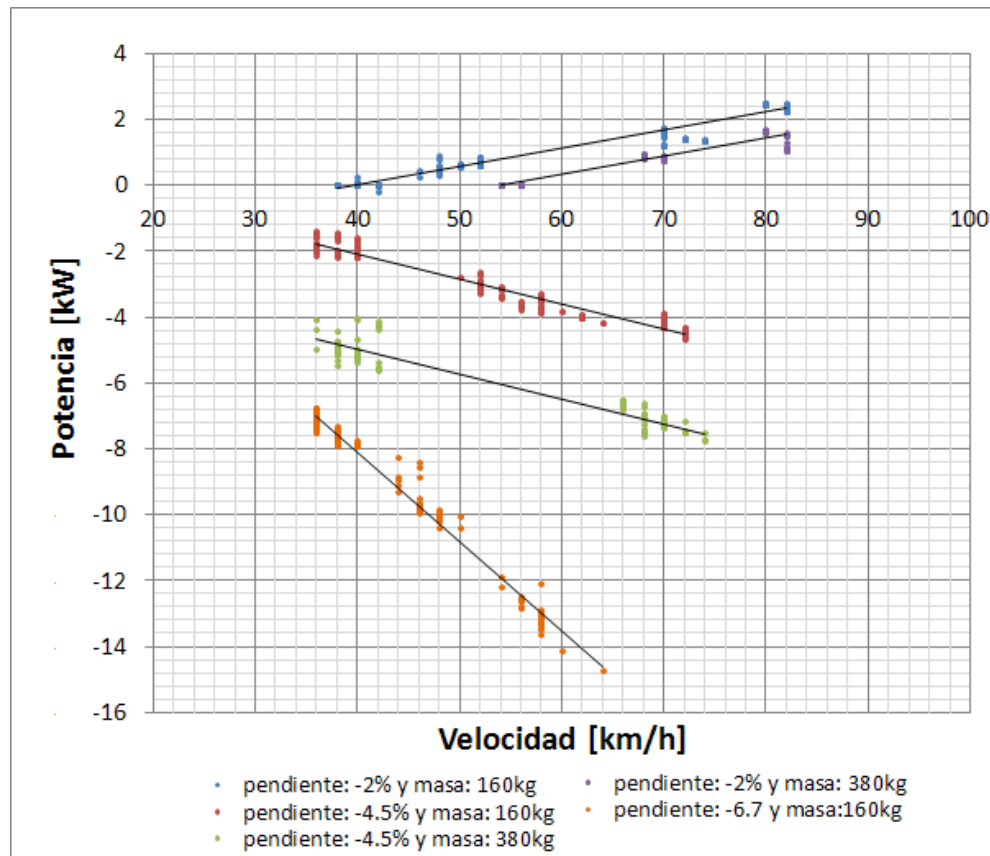


Dispersión media de los datos = ± 1 kW (Adquisición de los datos con tráfico real).

Datos de potencia en función de la velocidad para distintas pendientes de subida y masas

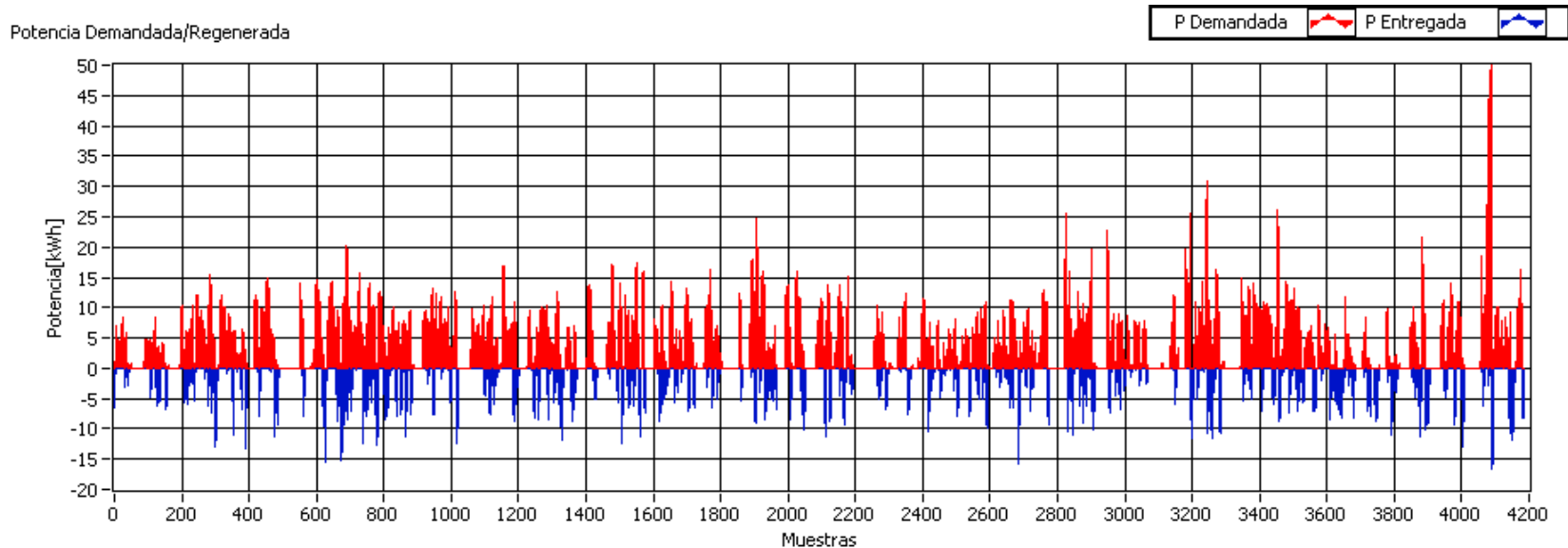


Datos de potencia en función de la velocidad para distintas pendientes de bajada (regeneración) y masas



Datos experimentales: El VE en entornos urbanos

Datos de Regeneración Energética en Trayectos Urbanos



Energía neta = 2,547 kWh
Energía demandada = 3,662 kWh
Energía regenerada = 1,115 kWh
% Energía regenerada = 30,45%
Distancia total del trayecto = 32,93 km

Vehículo (sector A)	Consumo estimado	Coste del trayecto
Volkswagen UP	1,84 l (17,77kWh)	2,58 € (1,40 €/l)
Peugeot 107	1,82 l (16,22kWh)	2,55 € (1,40 €/l)
Peugeot iOn	2,54 kWh	0,12 € (0,045 €/kWh)

Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos

- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
 - El Vehículo Eléctrico utilizado: ejemplo.
 - El sistema de monitorización del vehículo.
 - Los datos experimentales.
 - El modelo matemático.



Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

- **Expresión analítica propuesta:**

$$P(v, p, m) = \beta_1 + \beta_2 \cdot m \cdot g \cdot v + \beta_3 \cdot m \cdot g \cdot v \cdot (p/100)$$

P : Potencia instantánea en kW.

v : Velocidad instantánea en m/s.

p : Pendiente de la calzada en %.

m : Masa total (vehículo + pasaje) en kg.

- **Los coeficientes β se ajustan mediante la herramienta nlinfit de Matlab.**

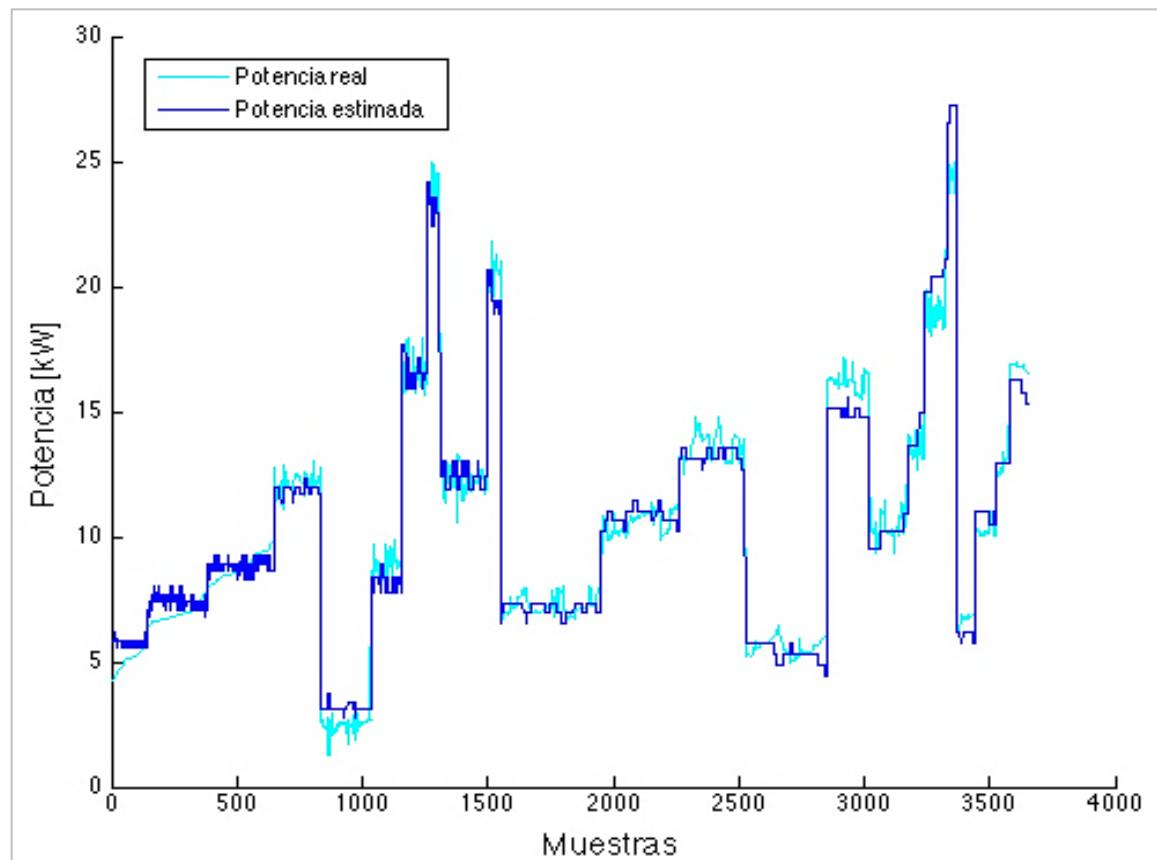
Expresión y coeficientes de regresión obtenidos para un vehículo eléctrico Peugeot iOn:

$$P(v, p, m) = \beta_1 + \beta_2 \cdot m \cdot g \cdot v + \beta_3 \cdot m \cdot g \cdot v \cdot (p/100)$$

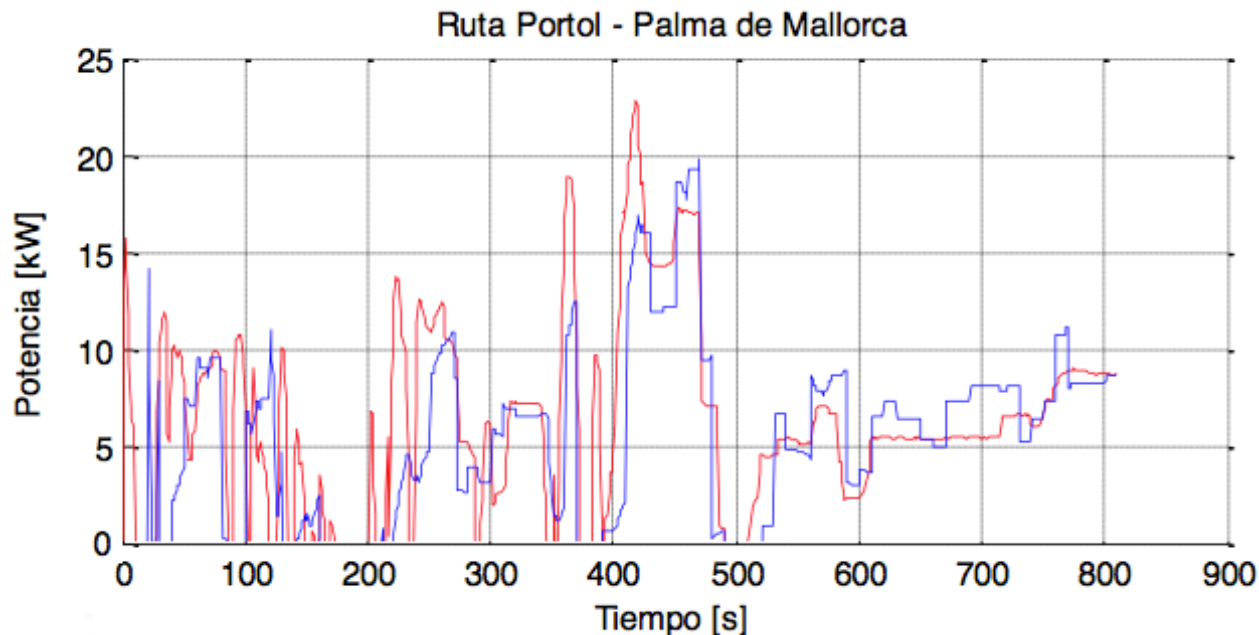
donde,

β_1	-3,3422
β_2	$3,6752 \cdot 10^{-05}$
β_3	$9,3567 \cdot 10^{-04}$

Comparación entre potencia real y la estimada por el modelo para los datos experimentales de modelado



Potencia real vs Potencia estimada (para un trayecto no utilizado en el ajuste)



Información de la ruta

Origen: Portol.

Destino: Palma (Calle Aragón).

Distancia total: 12,4 km.

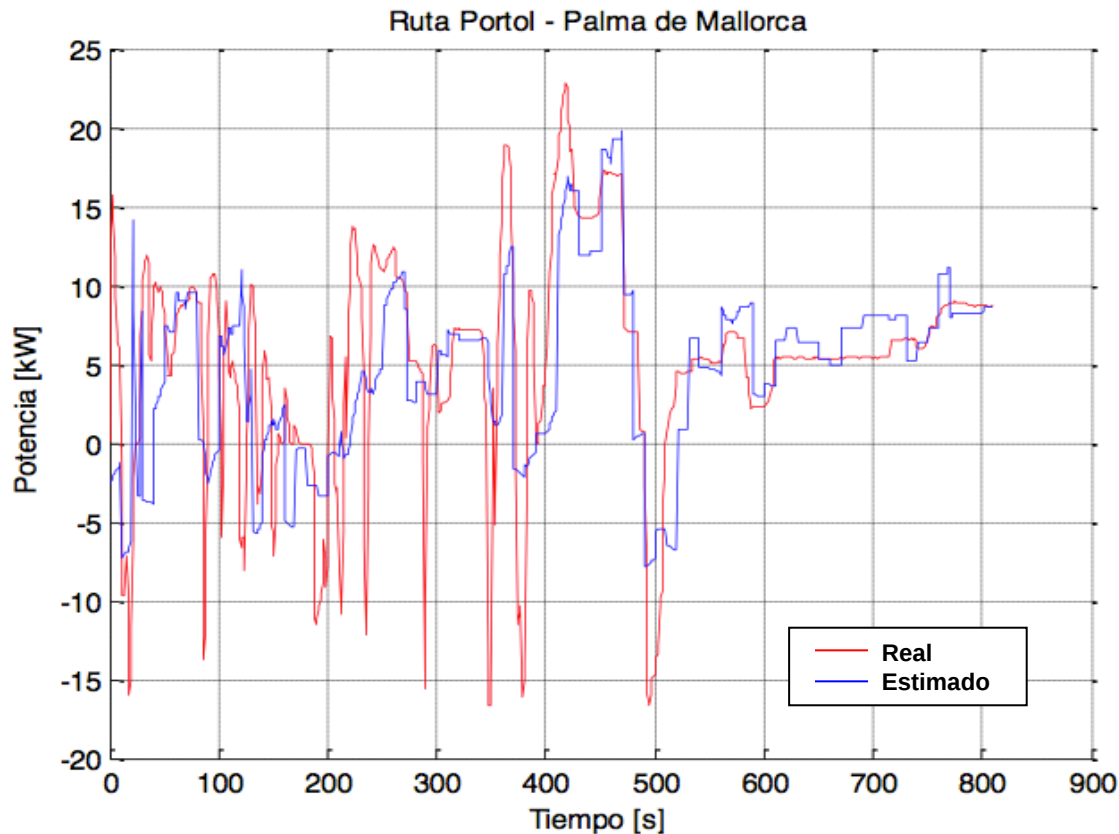
Velocidad media: 68 km/h

Pendiente media de subida: 1,6%

Pendiente media de bajada: -2,0%

Masa: 1360 kg

Potencia real vs Potencia estimada (para un trayecto no utilizado en el ajuste)



Información de la ruta

Origen: Portol.

Destino: Palma (Calle Aragón).

Distancia total: 12,4 km.

Velocidad media: 68 km/h

Pendiente media de subida: 1,6%

Pendiente media de bajada: -2,0%

Masa: 1360 kg

Energía Real = 1.19 kWh

Energía Estimada = 1.06 kWh

Error medio = 0.130 kWh

Error medio % = 10.95 %

Error cuadrático medio = 0.138

- Introducción
- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
- El simulador de consumos de vehículos eléctricos (Cátedra EndesaRed-UIB)
- Conclusiones.

El simulador de consumo

<http://catedraendesared.uib.es/simuladorve>



Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

1. Selección del Vehículo Eléctrico



PEUGEOT



VEHÍCULO

Peugeot iOn

PRESTACIONES

Potencia:	66	cv
Velocidad máxima:	130	km/h
Aceleración (0-50 km/h):	5.9	s
Aceleración (0-100 km/h):	15.9	s
Autonomía:	120	km
Tiempo de carga:	6	horas

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

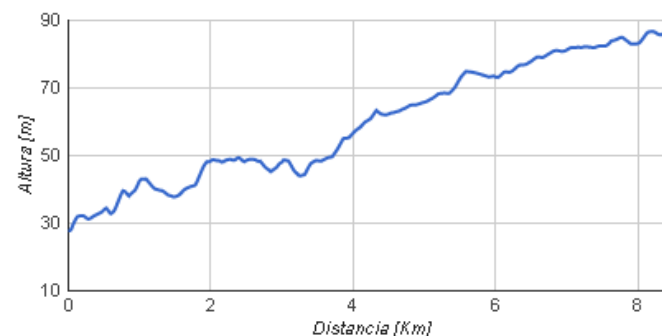
Peso:	1120	kg
Longitud total:	3.475	m
Altura total:	1.608	m
Anchura total:	1.792	m

www.peugeot.com

El simulador de consumo

<http://catedraendesared.uib.es/simuladorve>

2. Selección de la Ruta



PARÁMETROS DE LA RUTA

Origen: Plaza de España, 6, 07002 Palma de Mallorca, Islas Baleares, España

Destino: PM-104, 07120 Palma de Mallorca, Islas Baleares, España

Distancia total del trayecto:	8.5	km
Pendiente media de subida:	1.5	%
Pendiente media de bajada:	-1.0	%

El simulador de consumo

<http://catedraendesared.uib.es/simuladorve>

3. Parámetros del Usuario

Número de pasajeros:

Conductor + 1 pasajero ▼

Peso del cargamento:

15 kg ▼

Velocidad media:

80 km/h ▼

Estado de la batería:

100 % ▼

Tipo de conducción:

Normal ▼

Confirmar Ruta

4. Resultados

RESULTADOS TÉCNICOS

Energía consumida en el trayecto:	1.01 kWh	
Autonomía restante al finalizar el trayecto:	112 km	94%

RESULTADOS ECONÓMICOS

COSTE ECONÓMICO DEL TRAYECTO *(según resolución del DGPEM de 31/01/2014)*

Con tarifa PVPC sin discriminación horaria:	0.125 €	100%
Con tarifa PVPC SuperValle (de 1h a 7h):	0.044 €	36%
Coste con un vehículo de combustión (Peugeot 107 4.5/100km 1.40€/l):	0.533 €	426%

RESULTADOS EMISIONES DE CO2

Sistema Balear:	0.62 kg	258%
Sistema Peninsular:	0.24 kg	100%
Emisiones con un vehículo de combustión (Peugeot 107 106g CO2/km):	0.90 kg	371%

- Introducción
- Análisis experimental y modelado del consumo de vehículos eléctricos
- El simulador de consumos de vehículos eléctricos (Cátedra EndesaRed-UIB)
- Conclusiones.

- Se ha desarrollado un **modelo matemático de consumo eléctrico** para vehículos eléctricos
- Se ha desarrollado un **simulador web** (de acceso público) que posibilita la estimación de diferentes parámetros (energéticos, económicos y medioambientales) a partir de dicho modelo basado en registros reales de consumo



Simulador de consumo de Vehículos Eléctricos

Cátedra Endesa Red - Universidad de las Islas Baleares

catedraendesared.uib.es/simuladorve

Es importante:

- Estudio del consumo del vehículo en función del modo de conducción del usuario.
- Desarrollo de un modelo de consumo que incluya los sistemas de regeneración de energía (frenado generativo + motor).
- Estudio del consumo del vehículo en entornos puramente urbanos (más eficiente energéticamente)
- Inclusión de múltiples vehículos en el simulador de consumos.

<http://catedraendesared.uib.es>



Thank you!

Miquel Roca Adrover y Vicenç Salas Gomila

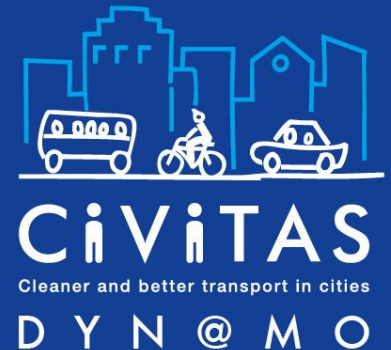
Contact Details

Cátedra Endesa Red-UIB

Ed. Mateu Orfila i Rotger, UIB

miquel.roca@uib.es

<http://www.civitas.eu>



THE CIVITAS INITIATIVE
IS CO-FINANCED BY THE
EUROPEAN UNION