

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DEL AUTOMÓVIL

**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL
SISTEMA HÍBRIDO DE UN VEHICULO TOYOTA
PRIUS IV EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN
REAL**

Trabajo realizado por INSIA-UPM para
Toyota España S.L.U.

Madrid, a 28 de Marzo de 2019

Contenido

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. METODOLOGÍA	4
3.1 Recorrido propuesto.....	4
3.2 Vehículo de ensayo.....	6
3.3 Equipos de medida y variables registradas	7
3.4 Estilo de conducción y selección de conductores	9
3.5 Procedimiento general de ejecución de los ensayos	11
4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS	12
4.1. Parámetros Analizados.....	12
5. RESULTADOS	13
5.1. Resultados globales	13
5.2. Resultados globales desglosados por características del conductor y horario de ensayo.....	16
5.2.1. Desglose de ZEVt por características del conductor y horario de ensayo	17
5.2.2. Desglose de ZEVd por características del conductor y horario de ensayo	23
5.2.3. Desglose de Consumo de combustible por características del conductor y horario de ensayo.....	29
6. CONCLUSIONES	34
7. EQUIPO DE TRABAJO	35

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍBRIDO DE UN VEHÍCULO TOYOTA PRIUS IV EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN REAL

1. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es determinar la forma en que se consume la energía en uno de los vehículos híbridos de la marca. Se muestra un interés principal en conocer el porcentaje del tiempo en el que los vehículos base del estudio se encuentran funcionando en modo cero emisiones, esto es, con el motor de combustión apagado, así como del porcentaje de distancia y de energía consumida en cada periodo.

2. ALCANCE

El alcance del presente estudio abarca la realización de las siguientes actividades por parte de INSIA-UPM:

1. Desarrollo y determinación del ciclo de conducción a realizar en los ensayos:

Esta actividad abarca el diseño del recorrido a realizar en las pruebas experimentales, determinando las principales características del mismo, tales como distancia, velocidad media y porcentaje de recorrido en zona urbana e interurbana. El recorrido se centrará en el entorno de la zona central de la ciudad de Madrid.

2. Instrumentación a emplear para la recogida de parámetros:

Esta actividad abarca la puesta a punto de la instrumentación a emplear para la adquisición de los parámetros del vehículo en uso real y la verificación de su correcto funcionamiento. Esta fase abarca también las pruebas preliminares del sistema de adquisición, registro y post-procesamiento de datos.

3. Ensayos sobre el vehículo híbrido.

Esta actividad incluye la realización de los ensayos en condiciones reales de conducción del vehículo propuesto por Toyota España S.L.U. El alcance de esta actividad incluye:

a. Instalación y montaje de los equipos de medida en el vehículo.

Se montará un equipo para el registro de las señales provenientes de la red CAN del vehículo, que servirá para la obtención de información del funcionamiento del sistema híbrido del mismo (fuente de energía que se está usando en cada momento). Las señales a registrar serán previamente definidas en la actividad 2. Al mismo tiempo, se registrará también posicionamiento y velocidad de vehículo mediante el empleo de un GPS conectado a otro equipo portátil. La frecuencia de muestreo mínima para ambos equipos será de 10 Hz.

b. Realización de ensayos en condiciones reales de circulación.

Se realizarán los ensayos en uso real de circulación, siguiendo el ciclo de conducción definido en la actividad 1. Estos ensayos se realizarán a lo largo de

varios días en diferentes franjas horarias (mañana, mediodía y tarde). Las pruebas experimentales serán realizadas por 20 conductores distintos que conducirán el vehículo en los tres tramos horarios definidos. Se pretenden obtener como resultado un total de 60 ensayos. Durante este tiempo se requerirá la disponibilidad plena y de forma continuada del vehículo.

c. Desmontaje de los equipos y entrega del vehículo.

d. Tratamiento de datos y elaboración de informe.

De cada ensayo realizado se analizará la validez del ciclo de conducción ejecutado y, en caso afirmativo, se analizarán los parámetros registrados durante el ensayo con el fin de determinar el consumo de combustible así como la distribución, con respecto al tiempo y distancia total del recorrido, en el que el vehículo se encuentra en modo cero emisiones.

Se generará un informe de resultados con los valores de consumo y porcentaje de uso en modo cero emisiones, distinguiendo entre los diferentes tramos horarios y la población de los conductores participantes en la ejecución de los ensayos.

3. METODOLOGÍA

3.1 Recorrido propuesto

El recorrido diseñado para el presente estudio consta de un tramo de ida interurbano, un tramo urbano y un tramo de vuelta interurbano fijando como inicio y final del recorrido el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA).

En la Tabla 1 se muestra la distancia recorrida y velocidad media de las dos zonas de conducción que constituyen el ciclo: zona urbana y zona periurbana. Los datos que se muestran son obtenidos en base al promedio de todos los ensayos realizados sobre el recorrido propuesto.

Tabla 1: Características del recorrido

	Ida periurbano	Vuelta periurbano	Tramo Periurbano	Tramo Urbano	TOTAL
Distancia (km)	7,2	4,9	12,1	11,0	23,1
% km sobre el total	31,2	21,2	52,4	47,6	100,0
Tiempo (s)	535,5	336,6	872,1	2237,3	3109,4
% Tiempo sobre el total	17,2	10,8	28,0	72,0	100,0
Velocidad media (km/h)	48,4	52,4	49,8	17,7	25,7

Otras características generales del trayecto son las siguientes:

- Altura máxima: 684 m
- Altura mínima: 576 m

Ref: 18IA0839

- Altura inicio y final de recorrido: 644 m
- Pendiente máxima ascendente: 10,6 %
- Pendiente máxima descendente: -11,7 %

En las Ilustraciones 1 y 2 se muestran el recorrido completo y el perfil orográfico del recorrido, y en las Ilustraciones 3 y 4, el ciclo de conducción (velocidad-tiempo y velocidad-distancia)



Ilustración 1: Trayecto del recorrido



Ilustración 2: Perfil de alturas del recorrido



Ilustración 3: Gráfico de velocidad del vehículo en función de la distancia recorrida

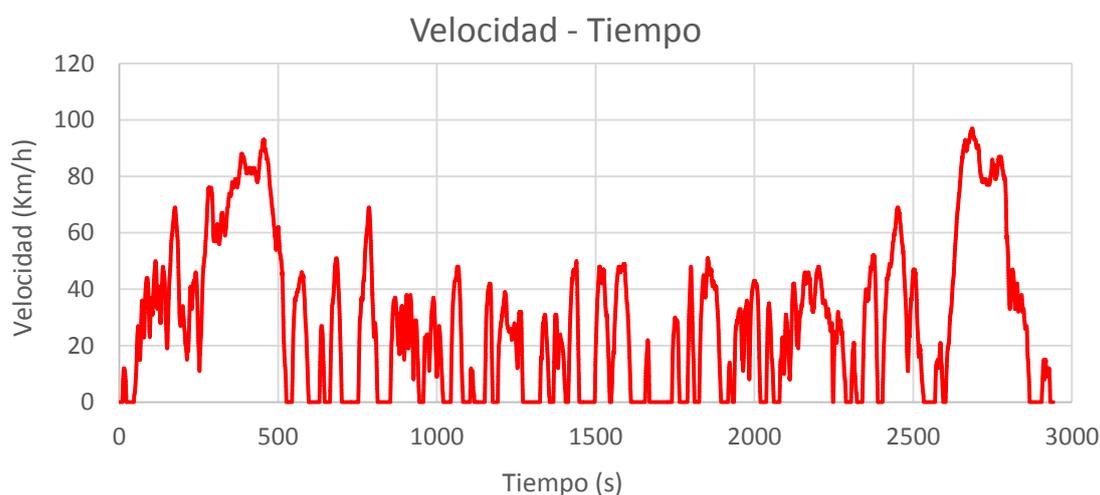


Ilustración 4: Velocidad del vehículo en función del tiempo

3.2 Vehículo de ensayo

El vehículo utilizado para abordar el estudio ha sido un Toyota Prius IV 2018 (Ilustración 5). Se trata de un vehículo híbrido que cuenta con las especificaciones detalladas en la Tabla 2, según datos publicados.

Tabla 2: Especificaciones del vehículo de ensayo Toyota Prius (Fuente: auto-data.net)

Marca	Toyota
Modelo	Prius
Generación	Prius IV (XW50)
Modificación (motor)	1.8 VVT-I (122 Hp) HYBRID CVT
Numero de puertas	5
Potencia máxima	122 CV /5200 rpm.

Capacidad de la batería	1,31 kWh
Potencia Motor Eléctrico	72 CV
Par máximo Motor Eléctrico	163 Nm
Potencia motor térmico	98 CV
Par máximo motor térmico	142 Nm /3600 rpm.
Cilindrada -real-	1798 cm ³
Sistema de combustible	Inyección multipunto
Distribución	DOHC
Distribución de los cilindros	En línea
Número Cilindros	4
Combustible	Híbrido - Gasolina / electricidad
Consumo de combustible urbano	2,9-3,3 l/100 km.
Consumo de combustible extraurbano	3,1-3,3 l/100 km.
Consumo de combustible combinado	3,0-3,3 l/100 km.
Clasificación de los gases de escape	EURO 6 AD
Emisión CO ₂ Ponderada	70-76 gr/km
Peso en orden de marcha	1375 kg.
Peso máximo admisible	1790 kg.



Ilustración 5: Vehículo de ensayo - Toyota Prius

3.3 Equipos de medida y variables registradas

Para el registro de las condiciones operativas del vehículo se ha utilizado el equipo OBD TechStream con el software específico de Toyota Techstream que permite la toma de datos del CAN Bus a través del conector OBD del vehículo. La frecuencia de medida de los datos registrados ha sido superior a 10 Hz durante el recorrido. Las variables medidas se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3: Parámetros Recogidos en TechStream

PARÁMETROS REGISTRADOS	
Vehicle Speed	WIN Control Limit Power
Execute engine Power	Powertrain Drive Mode Switch
Engine Speed	EV Mode
Calculate Load	Generator Revolution
Coolant Temperature	Generator Torque
Engine Mode	Motor Torque
Engine Stop Request	Motor Revolution
Accelerator Position	Generator Temperature
Accelerator Pedal Status	Motor Temperature
Master Cylinder Control Torque	Motor Control Mode
Atmospheric Pressure	Hybrid Battery SOC
Intake Mainfold Absolute Pressure	Hybrid Battery Voltage
Ambient Temperature	Hybrid Battery Current
Intake Air Temperature	Hybrid Battery Maximum SOC
Total Distance Traveled	Hybrid Battery Minimum SOC
A/C Consumption Power	Motor Regenerate Brake Execution Torque

Adicionalmente, para cada uno de los recorridos realizados se ha registrado posicionamiento y velocidad de vehículo. Para ello, se ha utilizado un sistema GPS (Ilustración 6), conectado a otro portátil, midiendo con una frecuencia de 10 Hz mediante el programa LabView.



Ilustración 6: Detalle GPS

Para asegurar el suministro energético del equipo de medida, se ha colocado una batería de 220Ah y 12V en la parte trasera, así como un inversor de corriente (Ilustración 7).

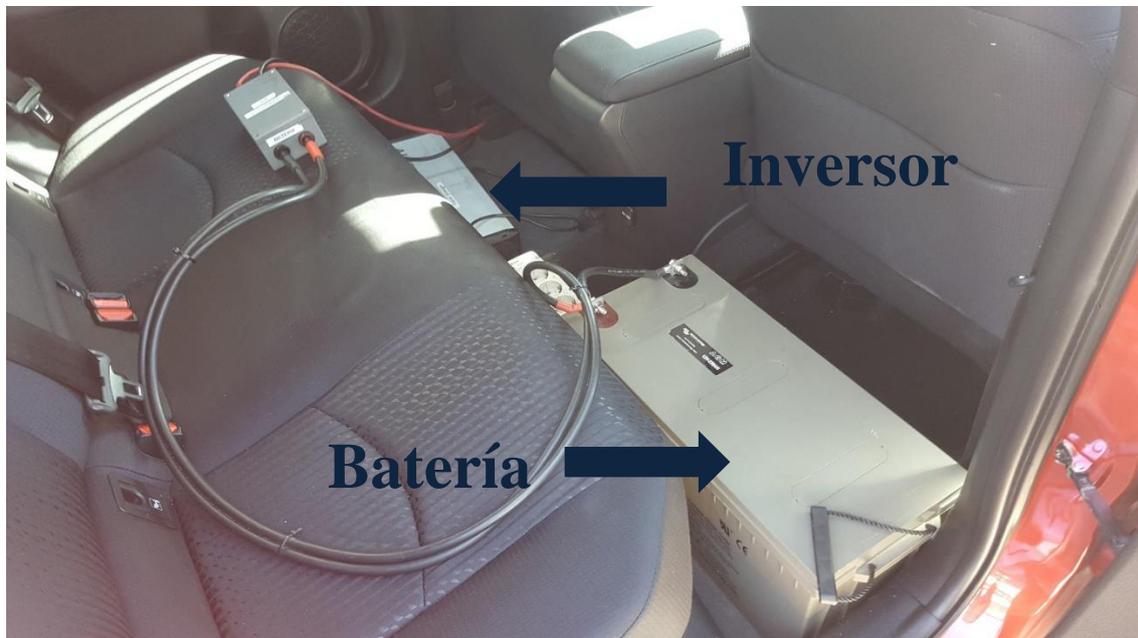


Ilustración 7: Batería e Inversor

3.4 Estilo de conducción y selección de conductores

En el estudio han participado un total de 20 conductores voluntarios (de los cuales 8 tenían algún tipo de experiencia en conducción híbrida), todos ellos del entorno del INSIA (investigadores, profesores, alumnos, PAS, etc...), con la siguiente distribución de por sexo y edad:

- 10 Hombres:
 - 5 mayores de 35 años (3 de ellos con experiencia en conducción híbrida)
 - 5 menores de 35 años (3 de ellos con experiencia en conducción híbrida)
- 10 Mujeres:
 - 5 mayores de 35 años
 - 5 menores de 35 años (2 de ellas con experiencia en conducción híbrida)

La forma de conducción de cada uno de los conductores ha sido la “normal” según el criterio de cada uno de ellos, atendiendo a los límites de velocidad y condiciones de tráfico. Los ensayos han sido realizados en días laborables y entre las 10:00 h y 17:00 h, abarcando de esta manera las condiciones de tráfico en un amplio rango horario. Con el fin de garantizar las mismas condiciones durante los ensayos, éstos se han realizado siempre teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- Modo de conducción ECO
- A/C apagado, y climatizador en modo ECO, a 21°C



- Motor caliente antes de comenzar el ensayo ($T_{\text{refrigerante}} > 70^{\circ}\text{C}$). Para ello, se ha realizado una vuelta de calentamiento por el campus hasta alcanzar la temperatura indicada (aprox. 5-10 min.)

Cada conductor ha realizado un total de 3 ensayos válidos, sumando un total de 60 ensayos, distribuidos en tres franjas horarias (mañana, mediodía y tarde) con el horario siguiente:

- Mañana: 10:00 h – 11:00 h
- Mediodía: 12:45 h – 13:45 h
- Tarde: 16:00 h – 17:00 h

La distribución o planificación temporal de los ensayos se ha realizado en base a la disponibilidad de los conductores, resultando en lo expuesto en la Tabla 4:

Tabla 4: Planificación temporal de los ensayos

Fecha	Código conductor*	Momento del ensayo	Ensayo nº
16/01/2019	Hm1	Mañana	1
16/01/2019	Hm1	Tarde	2
17/01/2019	MM2	Mañana	1
17/01/2019	MM2	Mediodía	2
17/01/2019	MM2	Tarde	3
18/01/2019	HM2	Mañana	1
18/01/2019	HM2	Mediodía	2
18/01/2019	Mm1	Tarde	1
21/01/2019	Mm3	Mañana	1
21/01/2019	Mm3	Mediodía	2
21/01/2019	Mm3	Tarde	3
22/01/2019	HM3	Mañana	1
22/01/2019	Mm2	Mediodía	1
22/01/2019	Mm2	Tarde	2
23/01/2019	Hm3	Mañana	1
23/01/2019	Hm3	Mediodía	2
23/01/2019	Hm3	Tarde	3
24/01/2019	HM4	Mañana	1
24/01/2019	HM4	Mediodía	2
24/01/2019	HM4	Tarde	3
25/01/2019	MM4	Mañana	1
25/01/2019	Mm5	Mediodía	1
25/01/2019	Mm5	Tarde	2
29/01/2019	Mm1	Mañana	2
29/01/2019	HM3	Mediodía	2
29/01/2019	MM1	Tarde	1
30/01/2019	Mm2	Mañana	3



30/01/2019	Mm1	Mediodía	3
30/01/2019	HM2	Tarde	3
31/01/2019	Hm2	Mañana	1
31/01/2019	Hm1	Mediodía	3
01/02/2019	HM1	Mañana	1
01/02/2019	HM1	Mediodía	2
01/02/2019	HM1	Tarde	3
04/02/2019	Hm4	Mañana	1
04/02/2019	Hm4	Mediodía	2
04/02/2019	HM3	Tarde	3
05/02/2019	Mm5	Mañana	3
05/02/2019	MM4	Mediodía	2
05/02/2019	MM4	Tarde	3
06/02/2019	Hm2	Mediodía	2
06/02/2019	Hm2	Tarde	3
07/02/2019	Hm5	Mañana	1
07/02/2019	Hm5	Mediodía	2
07/02/2019	Hm5	Tarde	3
08/02/2019	MM1	Mañana	2
08/02/2019	MM1	Mediodía	3
08/02/2019	Mm4	Tarde	1
11/02/2019	Mm4	Mañana	2
11/02/2019	Mm4	Mediodía	3
12/02/2019	MM3	Tarde	1
13/02/2019	MM3	Mañana	2
13/02/2019	MM	Mediodía	3
13/02/2019	MM5	Tarde	1
14/02/2019	MM5	Mañana	2
15/02/2019	MM5	Mediodía	3
15/02/2019	HM5	Tarde	1
18/02/2019	HM5	Mañana	2
18/02/2019	HM5	Mediodía	3
18/02/2019	Hm4	Tarde	3

*Codificación de los conductores:

HM: Hombre mayor de 35 años

Hm: Hombre menor de 35 años

MM: Mujer mayor de 35 años

Mm: Mujer menor de 35 años

3.5 Procedimiento general de ejecución de los ensayos

Para la ejecución de los ensayos se ha seguido el siguiente procedimiento:

- 1- Montaje en el vehículo de la instrumentación empleada.

- 2- Registro de los datos del conductor.
- 3- La jornada normal de ensayos comienza con un primer ensayo para el calentamiento del vehículo y prueba de verificación de la correcta operatividad de los equipos de medida. Se realiza para ello tres vueltas alrededor del Campus Sur de la UPM (aprox. 5 km). Este ensayo se hace para garantizar además que los ensayos no incluyen la etapa de arranque en frío. A continuación, se lleva a cabo el ensayo. Una vez finalizado el último ensayo del día, se desconectan los equipos de medida y se pone a cargar la batería. Se busca completar como mínimo tres ensayos válidos por conductor (uno por franja horaria). Para garantizar la correcta operación de los equipos y realización de ensayos, se cumplimenta una ficha de ensayos que se archiva.

Por cada uno de los ensayos realizados, se generan dos ficheros con medidas en bruto:

- 1- Fichero datos OBD TechStream: se registra las condiciones operativas del motor (ver Tabla 3) y vehículo a frecuencia superior a 10 Hz.
- 2- Fichero datos GPS: se registra velocidad y posicionamiento del vehículo a frecuencia de 10 Hz.

4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Los ficheros en bruto se pasan a la fase de postprocesamiento. Debido a la diferencia en el comienzo de medición de ambos equipos de medida se hace necesario llevar a cabo una sincronización de las señales así como de la frecuencia de registro. Se prepara también una plantilla para el cálculo de los parámetros a analizar en el estudio.

Por otro lado, en cuanto al consumo de combustible se refiere, se comprobó que el consumo dado por el ordenador de a bordo del vehículo para la zona periurbana era muy elevado, debido al trayecto tan corto de esta fase de recorrido. Se determinó una ecuación predictiva del consumo en base a la potencia del motor. Para ello se realizaron ensayos complementarios registrando variables de la ECU del motor térmico y tratando los datos de manera estadística mediante software estadístico. Se verificó que los consumos calculados se aproximan mucho a los consumos dados por el ordenador de a bordo, especialmente el correspondiente al trayecto urbano.

4.1. Parámetros Analizados

El análisis del funcionamiento del sistema híbrido del vehículo Toyota Prius IV durante su circulación por el recorrido propuesto se ha realizado en base a los siguientes parámetros:

- Porcentaje de tiempo en cero emisiones (ZEVt):** porcentaje de tiempo (respecto al tiempo total) en el cual el vehículo no produce emisiones (Potencia motor térmico=0) engloba las siguientes situaciones:



- “ZEVt con tracción”: el vehículo se mueve en modo exclusivamente eléctrico ($v>0$ y Potencia de tracción >0). Porcentaje calculado sobre el tiempo total en modo cero emisiones (ZEVt).
 - “ZEVt sin tracción”: el vehículo está en movimiento ($v>0$), pero en condiciones de recuperación de energía (Potencia de tracción ≤ 0). Porcentaje calculado sobre el tiempo total en modo cero emisiones (ZEVt).
 - “ZEVt parado”: El vehículo está parado ($v=0$) y el motor térmico apagado (Potencia motor térmico $=0$). Porcentaje calculado sobre el tiempo total en modo cero emisiones (ZEVt).
- Porcentaje de distancia en cero emisiones (ZEVd)**: porcentaje de distancia recorrida (respecto al total) en cero emisiones (Potencia motor térmico $=0$). Incluye las siguientes situaciones:
- “ZEVd con tracción”: el vehículo se mueve en modo exclusivamente eléctrico ($v>0$ y Potencia de tracción >0). Porcentaje calculado sobre la distancia total en modo cero emisiones (ZEVd).
 - “ZEVd sin tracción”: el vehículo está en movimiento ($v>0$), pero en condiciones de recuperación de energía (Potencia de tracción ≤ 0). Porcentaje calculado sobre la distancia total en modo cero emisiones (ZEVd).
- Porcentaje de tiempo en vehículo eléctrico (EVt)**: tiempo recorrido en modo exclusivamente eléctrico. Porcentaje calculado respecto al total del tiempo en el que existe tracción en las ruedas.
- Porcentaje de distancia en vehículo eléctrico (EVd)**: distancia recorrida en modo exclusivamente eléctrico. Porcentaje calculado respecto al total de la distancia en la que existe tracción en las ruedas.
- Consumo combustible**: consumo determinado mediante cálculo (en L/100Km).

5. RESULTADOS

5.1. Resultados globales

En la siguiente tabla (Tabla 5) se muestra el porcentaje promedio en tiempo (ZEVt) y distancia (ZEVd) de todos los ensayos realizados en el cual el vehículo ha estado en condiciones de cero emisiones durante la realización del recorrido.

Otros valores de interés que se muestra en la tabla son los concernientes al funcionamiento del vehículo en modo exclusivamente eléctrico (EV), medidos sobre el total del tiempo o distancia en modo ZEV en los que el vehículo se ha estado moviendo con potencia de tracción en las ruedas (se excluyen los intervalos de tiempo o de distancia del modo ZEV en los que no ha existido tracción en las ruedas).

En la última fila de la tabla se aporta los datos de consumo de combustible que se han obtenido.

Tabla 5: Resumen de resultados globales

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
ZEVt	64,2% ± 3,9%	84,4% ± 2,9%	55,5% ± 5,4%	60,9% ± 3,4%	78,5% ± 2,7%
ZEVt Con tracción	36,5% ± 4,6%	28,1% ± 3,7%	27,8% ± 4,9%	33,5% ± 4,0%	29,1% ± 3,4%
ZEVt sin tracción	56,5% ± 5,6%	30,6% ± 2,9%	57,3% ± 6,9%	56,5% ± 4,5%	35,6% ± 2,7%
ZEVt parado	6,9% ± 4,3%	41,3% ± 4,9%	14,8% ± 8,3%	10% ± 4,7%	35,3% ± 4,3%
ZEVd	60,2% ± 4,6%	70,0% ± 3,8%	38,5% ± 3,8%	51,4% ± 3,6%	61,0% ± 3,2%
ZEVd con tracción	34,4% ± 5,5%	43,0% ± 4,3%	26,4% ± 5,9%	32,1% ± 4,4%	38,6% ± 3,4%
ZEVd sin tracción	65,6% ± 5,5%	57,0% ± 4,3%	73,6% ± 5,9%	67,9% ± 4,4%	61,4% ± 3,4%
EVt	39,6% ± 6,1%	60,3% ± 6,5%	25,9% ± 5,8%	34,3% ± 5%	51,5% ± 5,5%
EVd	34,3% ± 6,3%	50,2% ± 6,5%	14,3% ± 3,7%	25,4% ± 4,1%	37,7% ± 4,5%
Consumo (L/100km)	3,7± 0,4	3,7± 0,4	5,2± 0,3	4,3± 0,3	4,0± 0,3

A continuación en los siguientes gráficos se muestra la distribución del modo de funcionamiento cero emisiones del vehículo según el tramo del recorrido (urbano y periurbano) y según la situación que lo provoca (modo eléctrico con tracción, sin tracción o parado).

- Porcentaje de funcionamiento del vehículo en modo Cero Emisiones con respecto al total del recorrido (ZEVt)

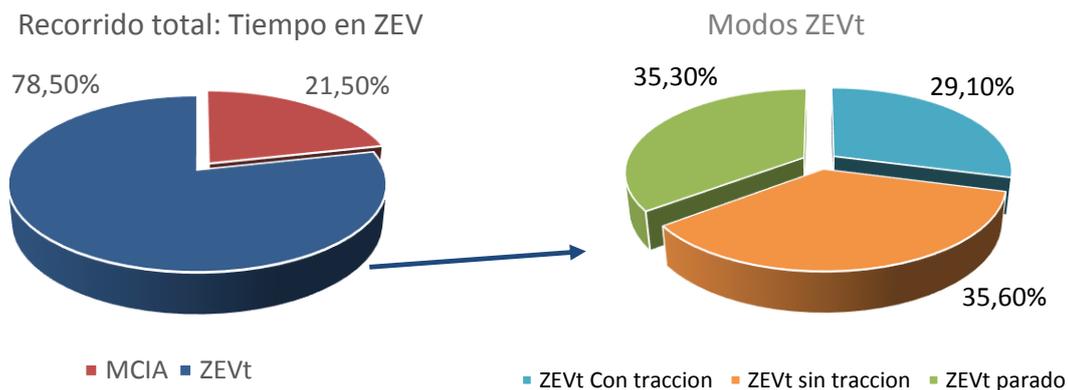
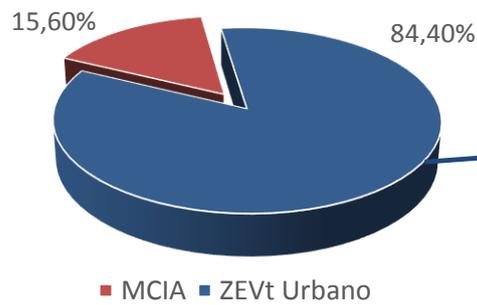


Ilustración 8: Porcentaje del tiempo en modo ZEV (ZEVt)

Ref: 18IA0839

Recorrido urbano: Tiempo en ZEV



Modos ZEVt Urbano

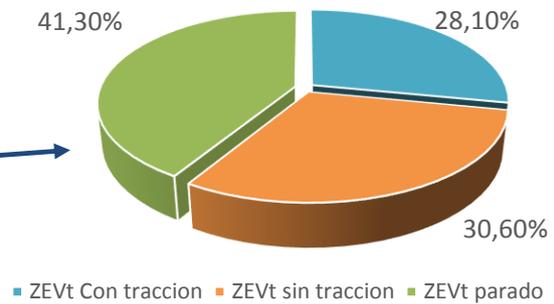
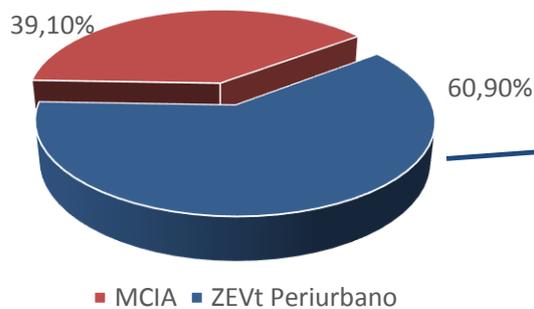


Ilustración 9: Porcentaje del tiempo en modo ZEV en tramo urbano (ZEVt urbano)

Recorrido periurbano: Tiempo en ZEVt



Modos ZEVt Periurbano

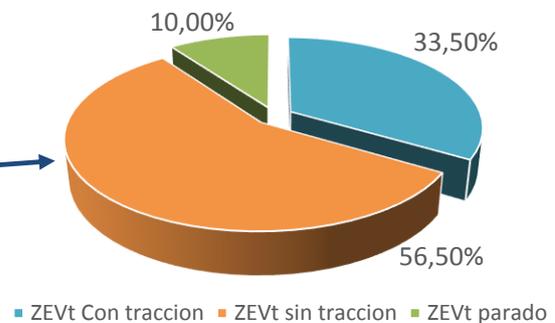
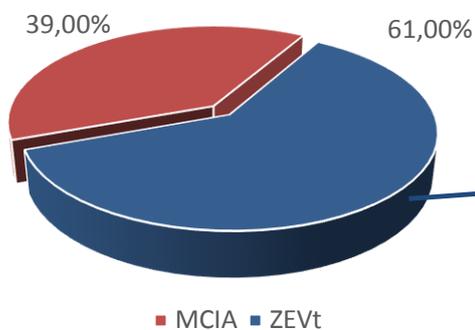


Ilustración 10: Porcentaje del tiempo en modo ZEV en tramo periurbano (ZEVt periurbano)

- Porcentaje de funcionamiento del vehículo en modo Cero Emisiones con respecto a la distancia del recorrido (ZEVd)

Recorrido total: Distancia en ZEV



Modos ZEVd

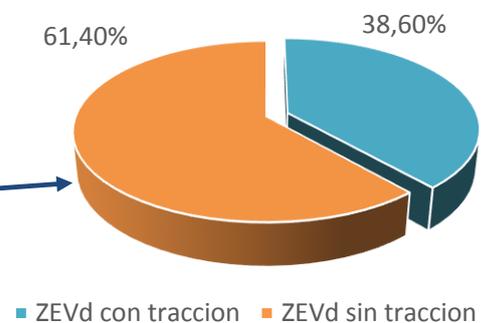


Ilustración 11: Porcentaje de la distancia en modo ZEV (ZEVd)

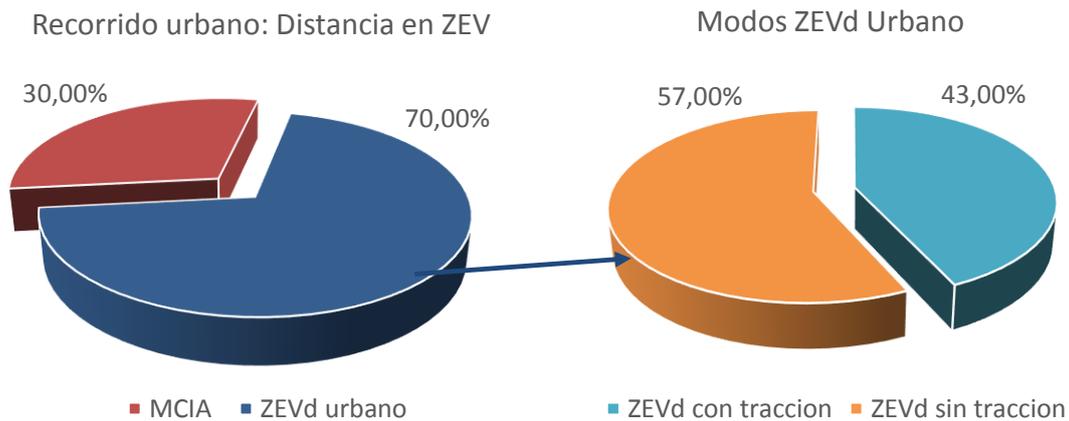


Ilustración 12: Porcentaje de la distancia en modo ZEV en tramo urbano (ZEVd urbano)

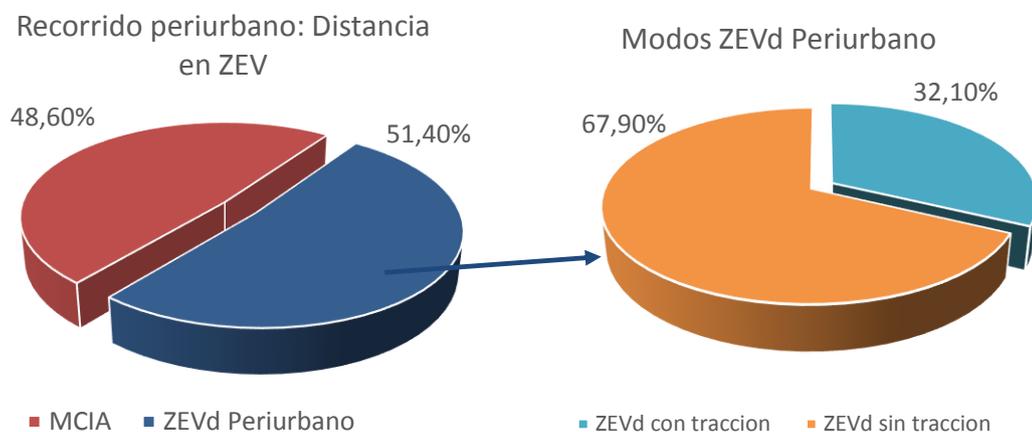


Ilustración 13: Porcentaje de la distancia en modo ZEV en tramo periurbano (ZEVd periurbano)

5.2. Resultados globales desglosados por características del conductor y horario de ensayo

En este apartado se mostrarán los resultados de los valores promedios de los parámetros analizados y agrupados en base a las características de los conductores: por sexo, edad y experiencia en la conducción de vehículos híbridos. También se distinguirá por horario en el que el ensayo fue ejecutado (mañana, mediodía y tarde).

En la Tabla 6 se muestran los resultados promedios de los parámetros analizados, tanto los valores globales (considerando todos los ensayos) como los obtenidos por características del conductor. De esta tabla se puede observar que no hay variaciones apreciables en el modo de conducción entre hombres y mujeres, edad y experiencia en la conducción de vehículos híbridos, pues los valores obtenidos son muy próximos entre sí y al valor medio global de todos los ensayos.

Tabla 6: Resumen de resultados globales y desglosados por características del conductor.

	Media	Sexo		Edad		Experiencia Híbridos	
		Hombres	Mujeres	> 35años	< 35años	SI	NO
ZEVt (%)	78,5 ± 2,7	78,7 ± 2,3	78,3 ± 3	77,9 ± 3	79,2 ± 2,1	78,2 ± 2,4	78,8 ± 2,9
ZEVd (%)	61 ± 3,2	61,4 ± 3,3	60,3 ± 3,1	60,5 ± 3,5	61,3 ± 2,9	60,2 ± 3,4	61,2 ± 3,1
EVt (%)	51,5 ± 5,5	52,7 ± 4,9	50,4 ± 6	51,2 ± 5,7	51,8 ± 5,4	51 ± 4,7%	51,9 ± 6
EVd (%)	37,7 ± 4,5	38,8 ± 4,6	36,5 ± 4,3	37,2 ± 4,7	38,1 ± 4,4	37,3 ± 4,6	37,9 ± 4,5
Consumo (L/100km)	4 ± 0,3	3,9 ± 0,3	4,1 ± 0,3	4,1 ± 0,4	3,9 ± 0,3	4 ± 0,3	4 ± 0,3

5.2.1. Desglose de ZEVt por características del conductor y horario de ensayo

A continuación se muestra un análisis más detallado de los resultados del porcentaje de funcionamiento del vehículo en cero emisiones en el tiempo (ZEVt).

Tabla 7: Resumen globales de ZEVt (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
ZEVt	64,2 ± 3,9	84,4 ± 2,9	55,5 ± 5,4	60,9 ± 3,4	78,5 ± 2,7
ZEVt Con tracción	36,5 ± 4,6	28,1 ± 3,7	27,8 ± 4,9	33,5 ± 4,0	29,1 ± 3,4
ZEVt sin tracción	56,5 ± 5,6	30,6 ± 2,9	57,3 ± 6,9	56,5 ± 4,5	35,6 ± 2,7
ZEVt parado	6,9 ± 4,3	41,3 ± 4,9	14,8 ± 8,3	10,0 ± 4,7	35,3 ± 4,3
EVt	39,6 ± 6,1	60,3 ± 6,5	25,9 ± 5,8	34,3 ± 5,0	51,5 ± 5,5

En la Ilustración 14 se ha representado los resultados de ZEVt por características del conductor y al mismo tiempo, atendiendo a la variable del horario en el que el ensayo fue realizado, donde puede observarse una tendencia creciente en los resultados ZEVt cuando los ensayos son realizados en horario de mediodía, mientras que los realizados a primera hora son los que presentan un menor tiempo del vehículo en modo cero emisiones.

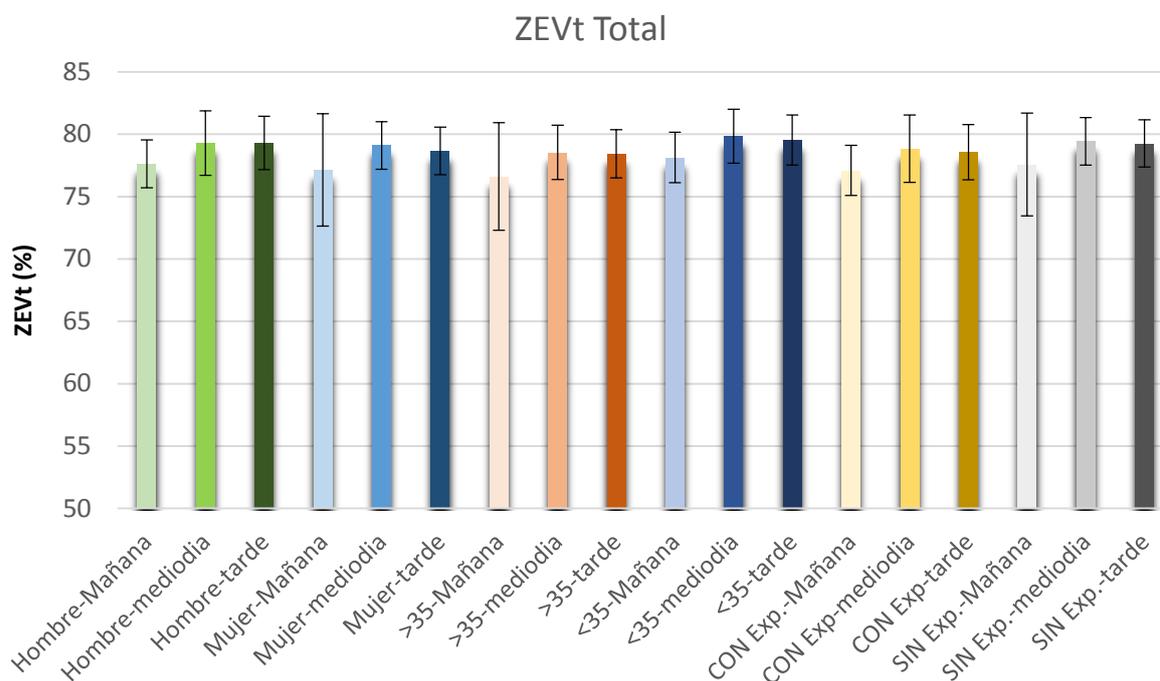


Ilustración 14: Resultados de ZEVt según tipo de conductor y horario de realización de ensayos

5.2.1.1. Desglose de ZEVt por sexo del conductor

Tabla 8: Resultados ZEVt por tramo recorrido y sexo del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
HOMBRES					
ZEVt	64,4 ± 4,2	84,7 ± 2,2	56,9 ± 5,2	61,6 ± 3,3	78,7 ± 2,3
ZEVt con tracción	35,9 ± 5,1	29,4 ± 3,7	28,6 ± 4,8	33,2 ± 4,4	30,1 ± 3,4
ZEVt sin tracción	57,1 ± 5	30,8 ± 3,1	55,8 ± 7,3	56,3 ± 4,3	35,8 ± 2,5
ZEVt parado	7,0 ± 3,8	39,9 ± 4,7	15,6 ± 9,1	10,5 ± 5,3	34,1 ± 3,8
EVt	39,5 ± 6,8	61,7 ± 5,3	27,5 ± 5,5	34,8 ± 5,3	52,7 ± 4,9
MUJERES					
ZEVt	63,9 ± 3,7	84,2 ± 3,5	54,2 ± 5,3	60,3 ± 3,4	78,3 ± 3,0
ZEVt con tracción	37,1 ± 4,1	26,8 ± 3,3	27,0 ± 5,0	33,7 ± 3,7	28,1 ± 3,2
ZEVt sin tracción	56,0 ± 6,1	30,5 ± 2,8	58,9 ± 6,2	56,7 ± 4,8	35,4 ± 2,9
ZEVt parado	6,9 ± 4,9	42,7 ± 4,7	14,1 ± 7,6	9,6 ± 4,1	36,5 ± 4,5
EVt	39,7 ± 5,5	58,8 ± 7,3	24,4 ± 5,7	33,9 ± 4,7	50,4 ± 6,0

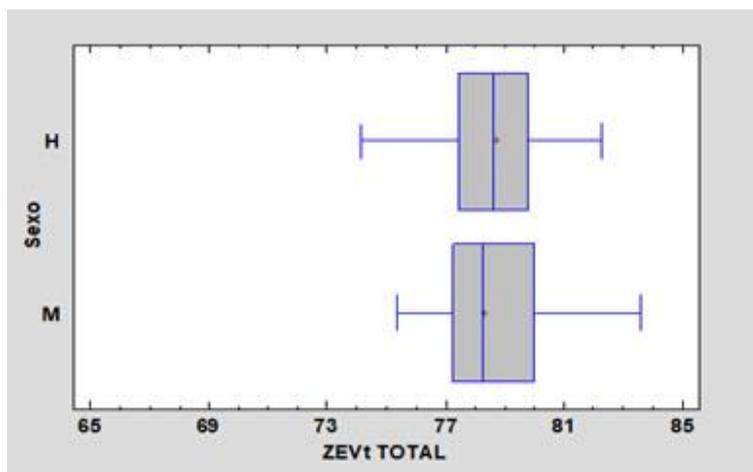


Ilustración 15: Resultados de ZEVt por sexo del conductor (%)

De la Tabla 8 puede observarse que no se han obtenido diferencias apreciables entre hombres y mujeres con respecto al porcentaje de tiempo en el que han conducido el vehículo en modo Zero Emisiones, pues el valor promedio en ambos casos es muy similar. El análisis estadístico (Ilustración 15) indica que, con un nivel de confianza del 95% no existe una diferencia significativa entre ambos sexos.

5.2.1.2. Desglose de ZEVt por edad del conductor

Tabla 9: Resultados ZEVt por tramo recorrido y edad del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
< 35 años					
ZEVt	64,6 ± 3,8	85,1 ± 2,0	55,3 ± 5,7	61,1 ± 3,6	79,2 ± 2,1
ZEVt con tracción	36,9 ± 4,5	27,2 ± 3,8	27,4 ± 5,2	33,6 ± 4,3	28,4 ± 3,5
ZEVt sin tracción	56,3 ± 6,1	30,9 ± 3,0	57,5 ± 6,6	56,2 ± 4,0	35,7 ± 2,6
ZEVt parado	6,8 ± 5,0	41,8 ± 5,4	15,1 ± 9,0	10,1 ± 4,9	35,8 ± 4,6
EVt	40,3 ± 6,1	60,7 ± 6,1	25,5 ± 6,2	34,6 ± 5,3	51,8 ± 5,4
> 35 años					
ZEVt	63,7 ± 4,1	83,7 ± 3,4	55,8 ± 5,1	60,8% ± 3,3	77,9 ± 3,0
ZEVt con tracción	36,1 ± 4,8	28,9 ± 3,6	28,2 ± 4,7	33,3% ± 3,9	29,8 ± 3,3
ZEVt sin tracción	56,8 ± 5,0	30,3 ± 2,9	57,2 ± 7,3	56,8% ± 5,0	35,5 ± 2,9
ZEVt parado	7,1 ± 3,7	40,7 ± 4,3	14,6 ± 7,7	9,9% ± 4,7	34,7 ± 4,0
EVt	38,9 ± 6,2	59,8 ± 6,8	26,4 ± 5,4	34,1% ± 4,8	51,2 ± 5,7

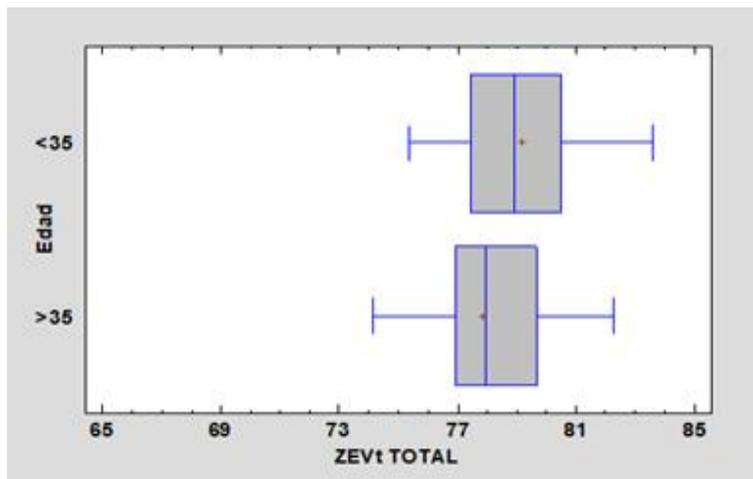


Ilustración 16: Resultados de ZEVt por edad del conductor (%)

Atendiendo a la variable de edad del conductor, la Ilustración 16 pone de manifiesto que la mediana de la población menor de 35 años presenta un mayor tiempo de conducción en modo ZEV, pero la diferencia porcentual en el valor promedio entre ambos grupos de edad no es superior al 2%.

5.2.1.3. Desglose de ZEVt por experiencia previa en la conducción de vehículos híbridos por parte del conductor

Tabla 10: Resultados ZEVt por tramo recorrido y experiencia del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
SI					
ZEVt	63,4 ± 4,5	84,3 ± 2,2	55,5 ± 5,5	60,5 ± 3,6	78,2 ± 2,4
ZEVt con tracción	34,8 ± 5,0	28,3 ± 3,2	27,4 ± 4,7	32,2 ± 4,5	29,0 ± 2,8
ZEVt sin tracción	57,2 ± 7,1	32,0 ± 3,1	55,1 ± 7,7	55,9 ± 4,8	36,7 ± 2,7
ZEVt parado	7,9 ± 5,4	39,7 ± 4,4	17,5 ± 9,7	11,9 ± 5,5	34,3 ± 3,6
EVt	37,7 ± 6,8	60,2 ± 5,1	25,6 ± 5,5	33,0 ± 5,0	51,0 ± 4,7
NO					
ZEVt	64,7 ± 3,5	84,5 ± 3,3	55,6 ± 5,3	61,2 ± 3,3	78,8 ± 2,9
ZEVt con tracción	37,7 ± 4,0	27,9 ± 4,1	28,1 ± 5,1	34,3 ± 3,6	29,1 ± 3,8
ZEVt sin tracción	56,1 ± 4,3	29,7 ± 2,4	58,8 ± 6,0	56,9 ± 4,3	34,9 ± 2,5
ZEVt parado	6,3 ± 3,3	42,3 ± 5,0	13,1 ± 6,8	8,8 ± 3,8	35,9 ± 4,6
EVt	40,9 ± 5,4	60,3 ± 7,3	26,2 ± 6,0	35,2 ± 4,9	51,9 ± 6,0

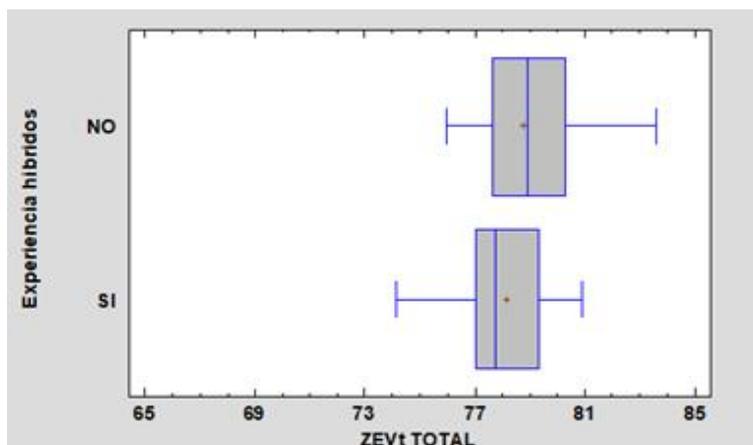


Ilustración 17: Resultados de ZEVt por experiencia previa del conductor (%)

Los resultados de la Tabla 10 muestran que la diferencia en relación a la experiencia del conductor en la conducción de vehículos híbridos es inferior al 1%. Sin embargo, se observa que los conductores sin experiencia en el trayecto de vuelta han estado un porcentaje de tiempo algo mayor en modo puramente eléctrico, principalmente en el caso del modo de recuperación de energía. La Ilustración 17 igualmente muestra que la mediana de la población perteneciente al grupo de NO experiencia presenta un tiempo ligeramente mayor en modo ZEVt. Una razón podría ser que la propia inexperiencia les haga conducir con especial cuidado.

5.2.1.4. Desglose de ZEVt según el momento del día en realizar el ensayo

Tabla 11: Resultados ZEVt por tramo recorrido y momento del día en realizar el ensayo (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
MAÑANA					
ZEVt	62,8 ± 3,7	83,2 ± 4,0	55,1 ± 6,3	59,9 ± 3,3	77,4 ± 3,4
ZEVt con tracción	37,3 ± 5,7	28,7 ± 4,3	27,6 ± 4,5	33,8 ± 4,7	29,6 ± 3,9
ZEVt sin tracción	55,7 ± 5,7	30,7 ± 3,0	56,6 ± 8,2	55,6 ± 4,6	35,4 ± 3,0
ZEVt parado	7,1 ± 4,5	40,6 ± 5,4	15,8 ± 9,7	10,6 ± 5,7	35,0 ± 4,9
Evt	38,6 ± 6,4	58,8 ± 8,1	25,5 ± 5,6	33,5 ± 4,9	50,4 ± 6,6
MEDIODÍA					
ZEVt	65,3 ± 4,6	85,1 ± 1,8	55,3 ± 5,4	61,6 ± 4,2	79,2 ± 2,2
ZEVt con tracción	37,0 ± 4,2	28,5 ± 3,3	28,8 ± 6,2	34,2 ± 4,2	29,6 ± 3,2
ZEVt sin tracción	55,1 ± 6,1	30,5 ± 3,0	58,2 ± 6,1	55,9 ± 5,1	35,5 ± 2,7
ZEVt parado	7,9 ± 5,2	41,0 ± 4,1	13,0 ± 8,1	9,8 ± 5,0	34,9 ± 3,4
Evt	41,2 ± 6,9	61,8 ± 5,4	26,3 ± 6,6	35,6 ± 6,0	52,9 ± 5,2
TARDE					
ZEVt	64,4 ± 3,1	84,9 ± 2,0	56,3 ± 4,4	61,3 ± 2,6	79,0 ± 2,0
ZEVt con tracción	35,3 ± 3,7	27,1 ± 3,4	27,0 ± 4,0	32,3 ± 3,0	28,1 ± 3,1
ZEVt sin tracción	58,8 ± 4,3	30,7 ± 2,9	57,2 ± 6,6	58,0 ± 3,5	36,0 ± 2,4
ZEVt parado	5,9 ± 2,9	42,2 ± 5,1	15,8 ± 7,0	9,7 ± 3,4	35,9 ± 4,6
Evt	39,0 ± 4,9	60,2 ± 5,4	26,0 ± 5,3	33,9 ± 3,9	51,3 ± 4,7

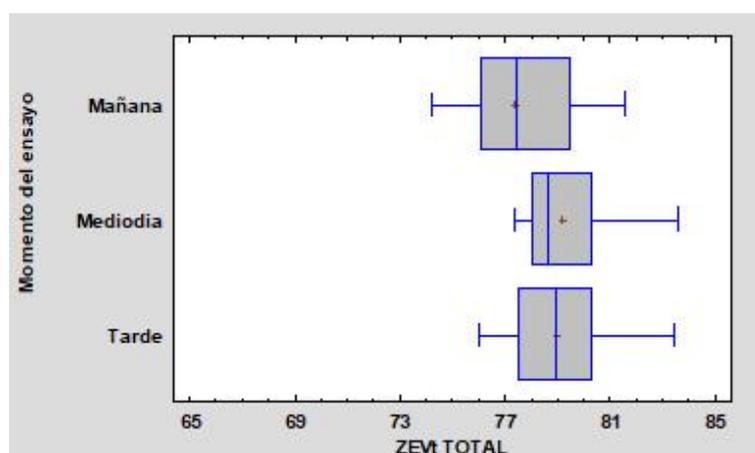


Ilustración 18: Resultados de ZEVt según momento del día en realizar el ensayo (%)

Se observa en la Ilustración 18 que en el horario de mediodía hay un mayor porcentaje de tiempo en modo cero emisiones, seguido del horario de tarde. El análisis estadístico nos dice que solamente la diferencia entre el ensayo de mañana y mediodía es estadísticamente significativa (nivel de confianza del 95%).

5.2.1.5. Desglose de ZEV según el orden de ejecución de los ensayos

Tabla 12: Resultados ZEVt por tramo recorrido y orden de ejecución del ensayo (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
Ensayo 1					
ZEVt	63,2 ± 3,7	83,9 ± 2,2	55,9 ± 6,6	60,6 ± 3,2	78,0 ± 2,2
ZEVt con tracción	35,9 ± 4,4	28,0 ± 3,8	27,4 ± 5,0	32,8 ± 3,9	28,9 ± 3,3
ZEVt sin tracción	56,0 ± 6,6	31,1 ± 3,2	56,4 ± 8,1	55,6 ± 5,3	35,8 ± 3,1
ZEVt parado	8,1 ± 6,2	40,9 ± 5,8	16,2 ± 9,5	11,6 ± 5,9	35,2 ± 5,2
EVt	38,2 ± 5,6	59,3 ± 5,1	26,0 ± 6,0	33,5 ± 4,4	50,6 ± 4,4
Ensayo 2					
ZEVt	64,1 ± 4,7	83,9 ± 4,0	54,8 ± 4,4	60,6 ± 4,0	78,1 ± 3,5
ZEVt con tracción	37,1 ± 5,3	27,7 ± 4,1	27,7 ± 5,5	33,8 ± 4,6	28,8 ± 3,9
ZEVt sin tracción	55,7 ± 5,5	30,5 ± 3,4	57,1 ± 6,5	56,0 ± 4,8	35,3 ± 3,1
ZEVt parado	7,2 ± 3,1	41,9 ± 5,4	15,2 ± 8,9	10,1 ± 4,2	35,8 ± 4,7
EVt	40,0 ± 7,4	59,2 ± 7,8	25,2 ± 5,9	34,3 ± 6,2	50,8 ± 6,6
Ensayo 3					
ZEVt	65,1 ± 3,3	85,4 ± 2,0	55,9 ± 5,1	61,6 ± 3,0	79,4 ± 2,0
ZEVt con tracción	36,5 ± 4,3	28,6 ± 3,4	28,3 ± 4,6	33,7 ± 3,7	29,5 ± 3,1
ZEVt sin tracción	57,9 ± 4,4	30,4 ± 2,0	58,6 ± 6,2	57,9 ± 2,8	35,7 ± 1,8
ZEVt parado	5,6 ± 2,6	41,1 ± 3,2	13,1 ± 6,3	8,3 ± 3,4	34,7 ± 2,7
EVt	40,6 ± 5,3	62,3 ± 6,0	26,6 ± 5,6	35,2 ± 4,3	53,2 ± 5,3

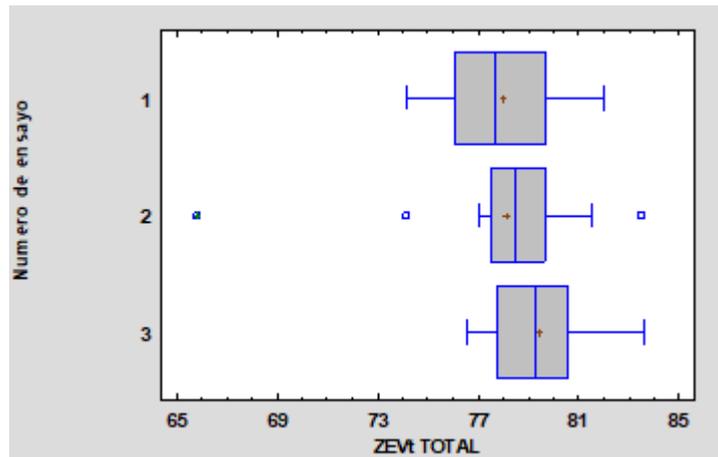


Ilustración 19: Resultados de ZEVt según orden de ejecución del ensayo (%).

Los resultados muestran un ligero aumento en el tiempo del modo de conducción eléctrica al aumentar el número de ensayos realizados por el mismo conductor. Esto se debe a que los conductores comprenden mejor el funcionamiento del vehículo, adquiriendo experiencia. No obstante, estas diferencias son pequeñas (menores del 3 %) y no suponen una diferencia estadísticamente significativa.

5.2.2. Desglose de ZEVd por características del conductor y horario de ensayo

A continuación se muestra un análisis más detallado de los resultados del porcentaje, en distancia recorrida, de funcionamiento del vehículo en cero emisiones (ZEVd).

Tabla 13: Resumen globales de ZEVd (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
ZEVd	60,2 ± 4,6	70,0 ± 3,8	38,5 ± 3,8	51,4 ± 3,6	61,0 ± 3,2
ZEVd Con tracción	34,4 ± 5,5	43,0 ± 4,3	26,4 ± 5,9	32,1 ± 4,4	38,6 ± 3,4
ZEVd sin tracción	65,6 ± 5,5	57,0 ± 4,3	73,6 ± 5,9	67,9 ± 4,4	61,4 ± 3,4
EVd	34,3 ± 6,3	50,2 ± 6,5	14,3 ± 3,7	25,4 ± 4,1	37,7 ± 4,5

En la Ilustración 20 se ha representado los resultados de ZEVd por características del conductor y al mismo tiempo, atendiendo a la variable del horario en el que el ensayo fue realizado, donde puede observarse una tendencia creciente en los resultados ZEVd cuando los ensayos son realizados en horario de mediodía, mientras que los realizados a primera hora son los que presentan una menor distancia recorrida en modo cero emisiones.

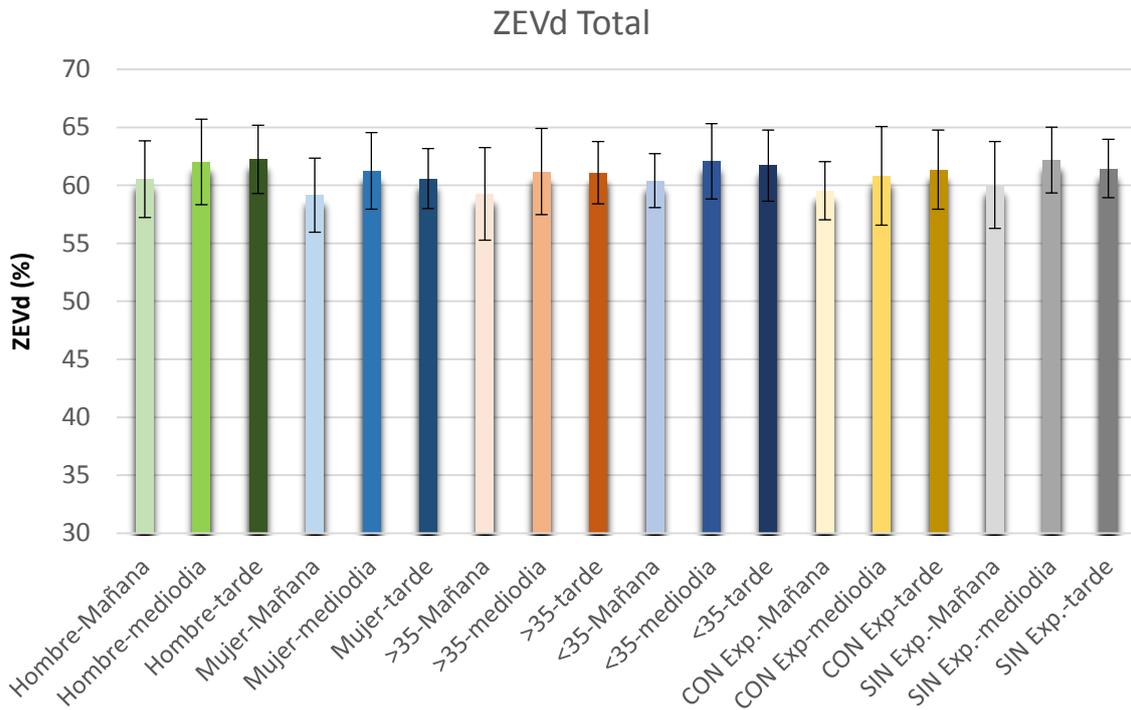


Ilustración 20: Resultados de ZEVd según tipo de conductor y horario de realización de ensayos.

5.2.2.1. Desglose de ZEVd por sexo del conductor

Tabla 14: Resultados ZEVd por tramo recorrido y sexo del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
HOMBRES					
ZEVd	60,5 ± 5,1	70,9 ± 3,8	38,3 ± 3,4	51,3 ± 3,7	61,4 ± 3,3
ZEVd con tracción	33,7 ± 5,3	44,7 ± 4,0	26,1 ± 5,7	31,5 ± 4,2	39,4 ± 2,9
ZEVd sin tracción	66,3 ± 5,3	55,3 ± 4,0	73,9 ± 5,7	68,5 ± 4,2	60,6 ± 2,9
EVd	34,3 ± 7,0	52,3 ± 6,2	14,3 ± 3,8	25,3 ± 4,5	38,8 ± 4,6
MUJERES					
ZEVd	59,8 ± 4,2	69,0 ± 3,5	38,4 ± 4,2	51,1 ± 3,6	60,3 ± 3,1
ZEVd con tracción	35,1 ± 5,7	41,3 ± 4,0	26,7 ± 6,2	32,6 ± 4,6	37,7 ± 3,7
ZEVd sin tracción	64,9 ± 5,7	58,7 ± 4,0	73,3 ± 6,2	67,4 ± 4,6	62,3 ± 3,7
EVd	34,4 ± 5,7	48,0 ± 6,1	14,3 ± 3,6	25,5 ± 3,7	36,5 ± 4,3

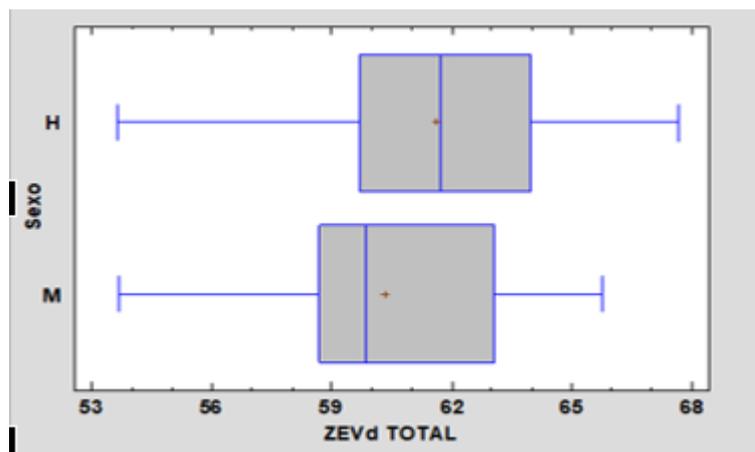


Ilustración 21: Resultados de ZEVd por sexo del conductor (%)

La Ilustración 21 muestra que la proporción de ZEVd es muy similar para ambos sexos, aunque ligeramente mayor y más simétrica en el caso de los hombres. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

5.2.2.2. Desglose de ZEVd por edad del conductor

Tabla 15: Resultados ZEVd por tramo recorrido y edad del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
HOMBRES					
ZEVd	60,6 ± 3,9	70,4 ± 3,8	38,5 ± 3,8	51,6 ± 3,3	61,3 ± 2,9
ZEVd con tracción	35,7 ± 5,4	42,5 ± 4,2	26,6 ± 6,1	33,0 ± 4,3	38,6 ± 3,3
ZEVd sin tracción	64,3 ± 5,4	57,5 ± 4,2	73,4 ± 6,1	67,0 ± 4,3	61,4 ± 3,3
EVd	35,5 ± 5,9	50,4 ± 6,8	14,6 ± 3,9	26,2 ± 3,9	38,1 ± 4,4
MUJERES					
ZEVd	59,8 ± 5,3	69,6 ± 3,7	38,1 ± 3,8	51,0 ± 3,9	60,5 ± 3,5
ZEVd con tracción	33,1 ± 5,3	43,6 ± 4,4	26,3 ± 5,8	31,1 ± 4,4	38,5 ± 3,5
ZEVd sin tracción	66,9 ± 5,3	56,4 ± 4,4	73,7 ± 5,8	68,9 ± 4,4	61,5 ± 3,5
EVd	33,2 ± 6,6	49,9 ± 6,3	13,9 ± 3,5	24,5 ± 4,1	37,2 ± 4,7

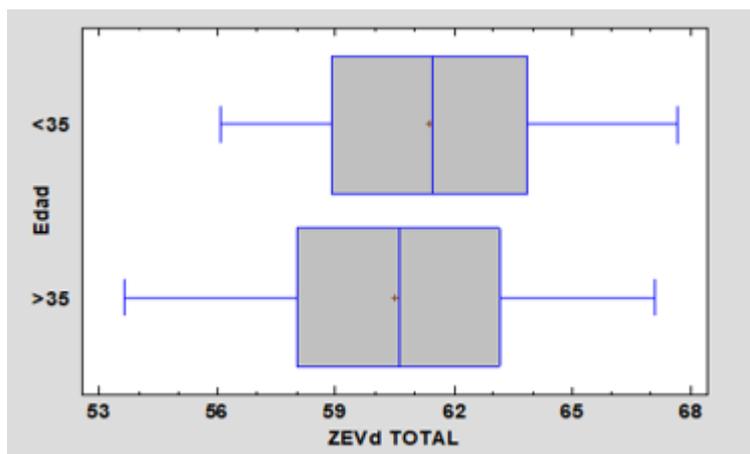


Ilustración 22: Resultados de ZEVd por sexo del conductor (%)

La ilustración 22 demuestra que la distancia recorrida en modo cero emisiones (ZEVd) es muy similar por edades, con una mayor variabilidad en los resultados de los conductores mayores de 35 años. Como en otros casos, no se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre ambas muestras.

5.2.2.3. Desglose de ZEVd por experiencia previa en la conducción de vehículos híbridos por parte del conductor

Tabla 16: Resultados ZEVd por tramo recorrido y experiencia del conductor (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
SI					
ZEVd	59,3 ± 5,2	69,6 ± 3,7	37,8% ± 4,1	50,3 ± 4,0	60,2 ± 3,4
ZEVd con tracción	33,6 ± 6,9	43,3 ± 4,1	26,9% ± 5,3	31,6 ± 5,2	38,6 ± 3,1
ZEVd sin tracción	66,4 ± 6,9	56,7 ± 4,1	73,1% ± 5,3	68,4 ± 5,2	61,4 ± 3,1
EVd	32,9 ± 7,4	50,3 ± 6,2	14,3% ± 3,9	24,5 ± 4,8	37,3 ± 4,6
NO					
ZEVd	60,8 ± 4,2	70,0 ± 3,8	39% ± 3,6	51,9 ± 3,3	61,2 ± 3,1
ZEVd con tracción	35,0 ± 4,2	42,8 ± 4,5	26,1% ± 6,3	32,4 ± 3,9	38,5 ± 3,6
ZEVd sin tracción	65,0 ± 4,2	57,2 ± 4,5	73,9% ± 6,3	67,6 ± 3,9	61,5 ± 3,6
EVd	35,3 ± 5,4	50,1 ± 6,7	14,3% ± 3,5	25,9 ± 3,4	37,9 ± 4,5

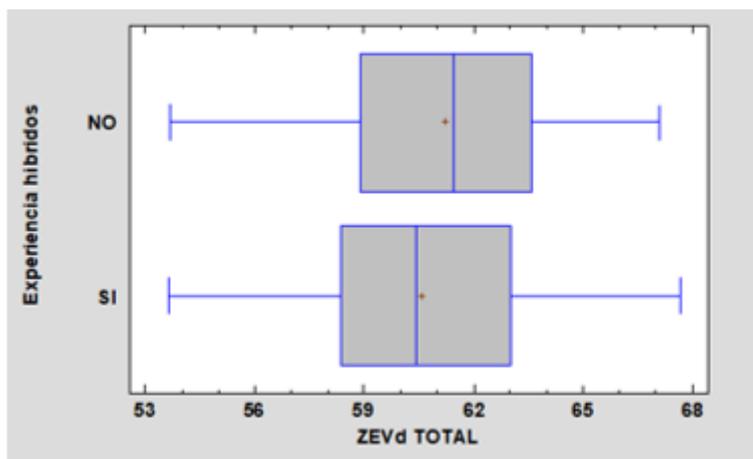


Ilustración 23: Resultados de ZEVd por experiencia previa del conductor (%)

De acuerdo con la Ilustración 23, no se encuentran diferencias entre los conductores con y sin experiencia. Paradójicamente, tanto la media como la mediana de distancia son algo superiores en el grupo de conductores sin experiencia, provocado probablemente por el especial cuidado de éstos al llevar un coche con un sistema nuevo para ellos.

5.2.2.4. Desglose de ZEVd según el momento del día en realizar el ensayo

Tabla 17: Resultados ZEVd por tramo recorrido y momento del día en realizar el ensayo (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
MAÑANA					
ZEVd	58,6 ± 4,7	70,9 ± 3,9	39,1 ± 2,8	52,0 ± 3,4	61,7 ± 3,2
ZEVd con tracción	35,4 ± 5,7	43,1 ± 4,5	27,3 ± 5,9	33,0 ± 4,5	39,0 ± 3,3
ZEVd sin tracción	64,6 ± 5,7	56,9 ± 4,5	72,7 ± 5,9	67,0 ± 4,5	61,0 ± 3,3
EVd	33,5 ± 6,8	49,2 ± 6,9	14,1 ± 3,5	24,9 ± 4,1	36,9 ± 4,6
MEDIODÍA					
ZEVd	60,8 ± 5,1	70,8 ± 3,4	39,0 ± 5,1	52,0 ± 4,5	61,6 ± 3,4
ZEVd con tracción	35,4 ± 5,7	43,9 ± 4,1	27,0 ± 6,5	32,9 ± 4,7	39,4 ± 3,4
ZEVd sin tracción	64,6 ± 5,7	56,1 ± 4,1	73,0 ± 6,5	67,1 ± 4,7	60,6 ± 3,4
EVd	35,6 ± 6,8	51,5 ± 5,8	14,8 ± 4,1	26,4 ± 4,7	38,8 ± 4,6
TARDE					
ZEVd	61,1 ± 3,7	70,2 ± 3,9	39,1 ± 2,9	52,2 ± 2,4	61,4 ± 2,8
ZEVd con tracción	32,5 ± 4,7	42,1 ± 4,3	25,1 ± 5,3	30,3 ± 3,7	37,2 ± 3,2
ZEVd sin tracción	67,5 ± 4,7	57,9 ± 4,3	74,9 ± 5,3	69,7 ± 3,7	62,8 ± 3,2
EVd	33,8 ± 5,4	49,8 ± 6,8	13,9 ± 3,4	24,8 ± 3,2	37,3 ± 4,3

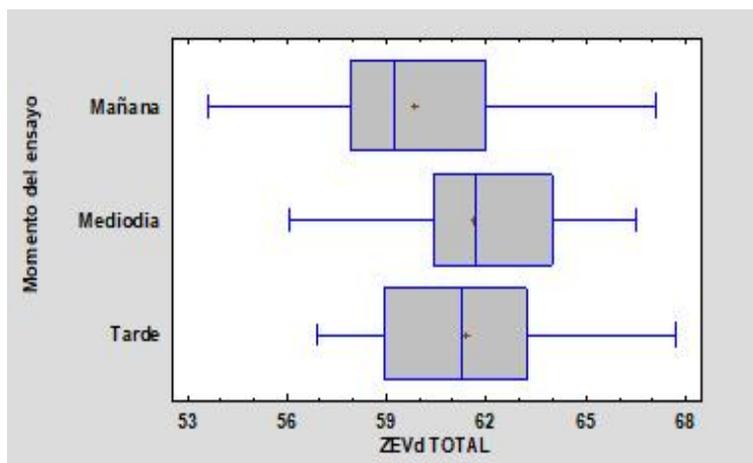


Ilustración 24: Resultados de ZEVd según momento del día en realizar del ensayo (%)

Se observa en la Ilustración 24 que la media de ZEVd más baja se da por las mañanas, así como la mayor variabilidad. Durante el mediodía y la tarde la media es superior, aunque no lo suficiente como para arrojar una diferencia estadísticamente significativa.

5.2.2.5. Desglose de ZEVd según el orden de ejecución de los ensayos

Tabla 18: Resultados ZEVd por tramo recorrido y momento de ejecución del ensayo (%)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
MAÑANA					
ZEVd	58,8 ± 4,7	69,1 ± 3,3	38,5 ± 3,0	50,6 ± 3,4	60,1 ± 2,8
ZEVd con tracción	34,5 ± 5,8	42,5 ± 4,4	27,6 ± 7,4	32,5 ± 5,0	38,4 ± 3,7
ZEVd sin tracción	65,5 ± 5,8	57,5 ± 4,4	72,4 ± 7,4	67,5 ± 5,0	61,6 ± 3,7
EVd	33,1 ± 6,3	48,7 ± 5,8	14,7 ± 3,8	24,9 ± 3,8	36,6 ± 3,9
MEDIODÍA					
ZEVd	60,0 ± 5,0	69,7 ± 4,0	38,1 ± 4,4	51,1 ± 4,3	60,7 ± 3,7
ZEVd con tracción	35,4 ± 6,2	42,7 ± 4,3	27,1 ± 5,0	32,9 ± 4,9	38,7 ± 3,7
ZEVd sin tracción	64,6 ± 6,2	57,3 ± 4,3	72,9 ± 5,0	67,1 ± 4,9	61,3 ± 3,7
EVd	34,8 ± 7,4	49,6 ± 6,7	14,4 ± 3,8	25,7 ± 5,3	37,5 ± 5,4
TARDE					
ZEVd	61,7 ± 3,9	71,3 ± 3,8	39,0 ± 4,0	52,5 ± 2,9	62,2 ± 2,8
ZEVd con tracción	33,4 ± 4,4	43,9 ± 4,4	24,6 ± 4,9	30,9 ± 3,1	38,6 ± 2,9
ZEVd sin tracción	66,6 ± 4,4	56,1 ± 4,4	75,4 ± 4,9	69,1 ± 3,1	61,4 ± 2,9
EVd	35,1 ± 5,1	52,2 ± 6,7	13,7 ± 3,6	25,5 ± 2,8	38,8 ± 4,2

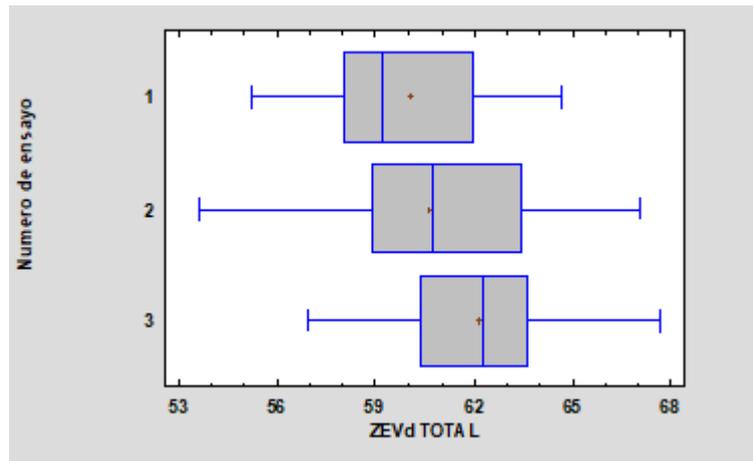


Ilustración 25: Resultados de ZEVd según el orden de ejecución del ensayo (%)

En la Ilustración 25 se aprecia un aumento en la distancia recorrida en cero emisiones a medida que los conductores adquieren experiencia. La diferencia entre ensayos no es demasiado apreciable, pero el efecto se acumula hasta encontrarse una diferencia estadísticamente significativa entre el primer y el tercer ensayo.

5.2.3. Desglose de consumo de combustible por características del conductor y horario de ensayo

A continuación (Tabla 19) se muestran los resultados relativos al consumo de combustible durante la ejecución de los ensayos.

Tabla 19: Resultados promedio del consumo de combustible

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
Consumo (l/100 km)	3,7 ± 0,4	3,7 ± 0,4	5,2 ± 0,3	4,3 ± 0,3	4,0 ± 0,3

En la Ilustración 26 se ha representado los resultados del consumo de combustible durante el recorrido por características del conductor y al mismo tiempo, atendiendo a la variable del horario en el que el ensayo fue realizado. Se puede observar una tendencia creciente en el consumo en los ensayos realizados a primera hora de la mañana.

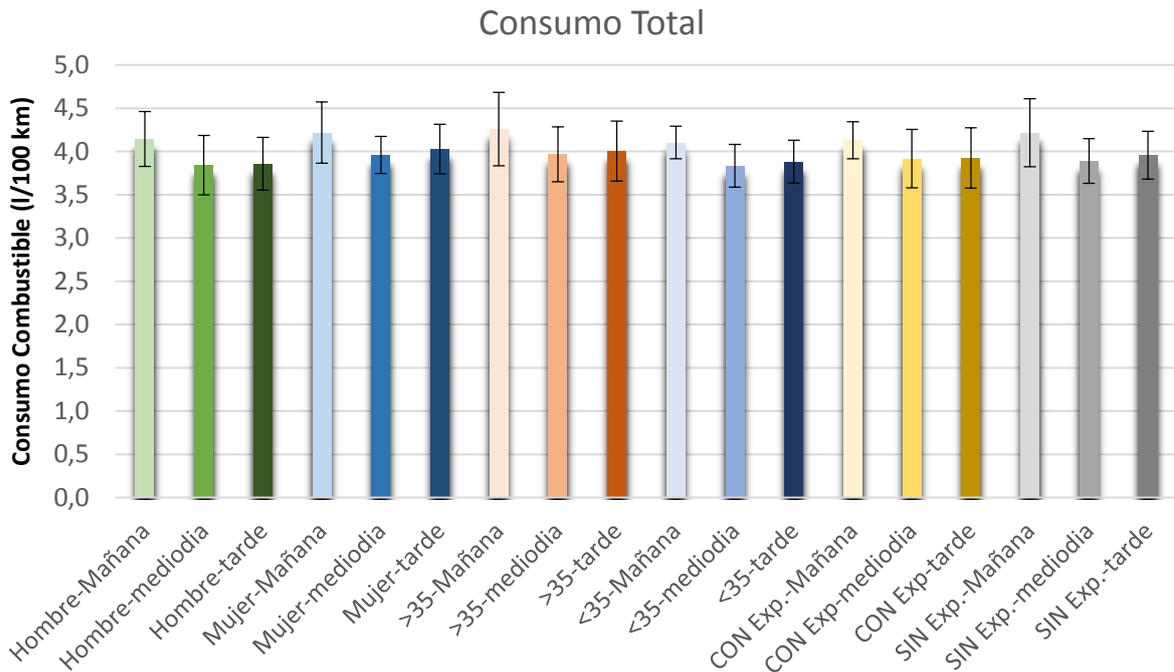


Ilustración 26: Resultados de consumo de combustible según tipo de conductor y horario de realización de los ensayos.

5.2.3.1. Desglose de consumo por sexo del conductor

Tabla 20: Resultados del Consumo por tramo recorrido y sexo del conductor (l/100 km)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
HOMBRE	3,7 ± 0,5	3,6 ± 0,4	5,2 ± 0,2	4,3 ± 0,3	3,9 ± 0,3
MUJER	3,7 ± 0,3	3,8 ± 0,4	5,2 ± 0,3	4,3 ± 0,3	4,1 ± 0,3

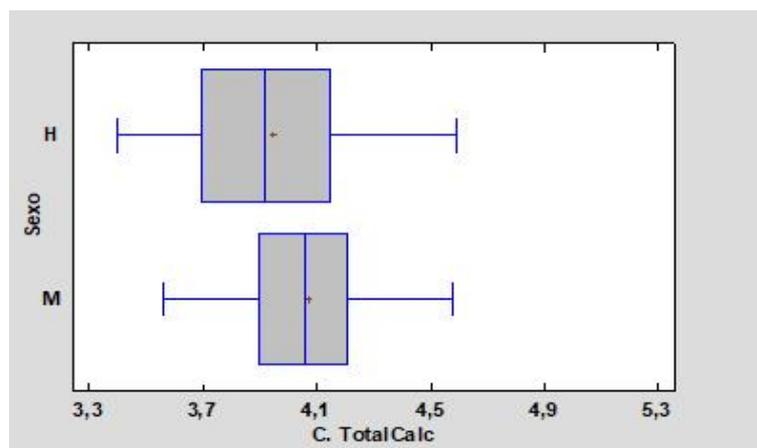


Ilustración 27: Resultados de consumo de combustible por sexo del conductor

Según la Ilustración 27, se observa un consumo algo menor en el caso de los hombres. Sin embargo, el análisis estadístico no muestra que esta diferencia sea estadísticamente significativa entre ambos grupos.

5.2.3.2. Desglose de consumo por edad del conductor

Tabla 21: Resultados del consumo por tramo recorrido y edad del conductor (l/100 km)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
< 35 años	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,4	5,1 ± 0,3	4,2 ± 0,2	3,9 ± 0,3
> 35 años	3,8 ± 0,5	3,8 ± 0,5	5,2 ± 0,3	4,4 ± 0,3	4,1 ± 0,4

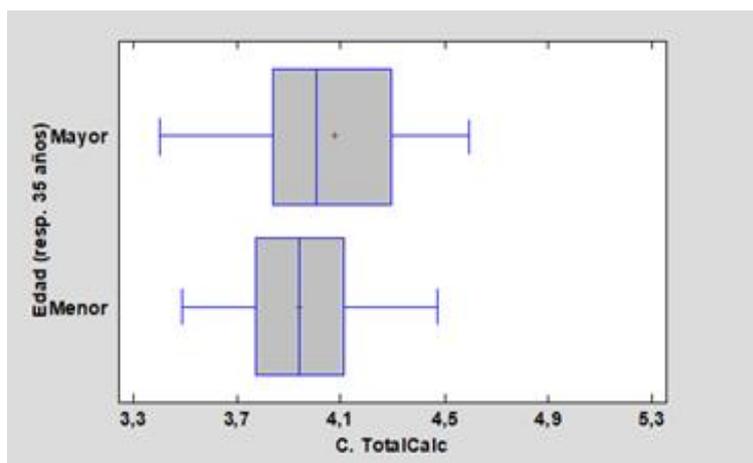


Ilustración 28: Resultados de consumo de combustible por edad del conductor (l/100 km)

Como se ve en la Ilustración 28, los consumos son muy similares entre ambos grupos de edades, aunque ligeramente mayores y con más dispersión en el grupo de mayores de 35 años. Estas diferencias tampoco son estadísticamente significativas.

5.2.3.3. Desglose de consumo por experiencia previa en la conducción de vehículos híbridos por parte del conductor

Tabla 22: Resultados del consumo por tramo recorrido y experiencia del conductor (l/100 km)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
SÍ	3,7 ± 0,5	3,7 ± 0,4	5,2 ± 0,2	4,3 ± 0,3	4,0 ± 0,3
NO	3,7 ± 0,5	3,7 ± 0,4	5,2 ± 0,2	4,3 ± 0,3	4,0 ± 0,3

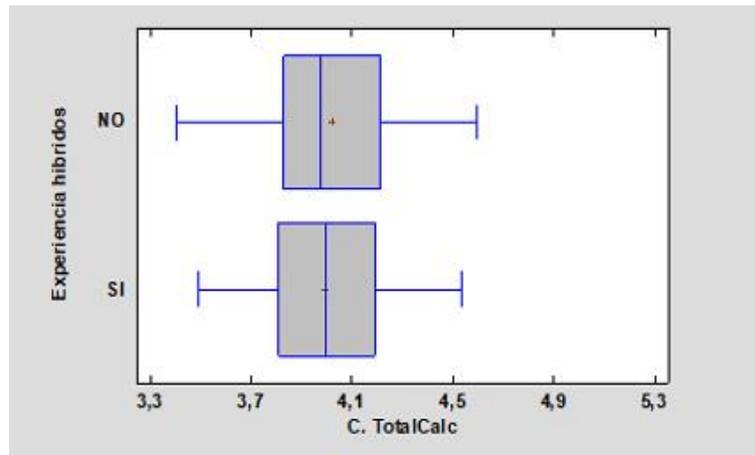


Ilustración 29: Resultados de consumo de combustible por experiencia previa del conductor (l/100 km)

Como se observa en la Ilustración 29, la media de consumos no parece verse afectada por la experiencia previa con coches híbridos, teniendo ambos grupos una media prácticamente idéntica, aunque con menos variabilidad en el caso de los conductores experimentados.

5.2.3.4. Desglose de consumo según el momento del día en realizar el ensayo

Tabla 23: Resultados del Consumo por tramo recorrido y momento del día en realizar el ensayo (l/100 km)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
MAÑANA	3,8 ± 0,4	3,9 ± 0,4	5,3 ± 0,3	4,5 ± 0,3	4,2 ± 0,3
MEDIODÍA	3,6 ± 0,5	3,6 ± 0,3	5,1 ± 0,2	4,2 ± 0,3	3,9 ± 0,3
TARDE	3,6 ± 0,4	3,7 ± 0,4	5,1 ± 0,2	4,2 ± 0,2	3,9 ± 0,3

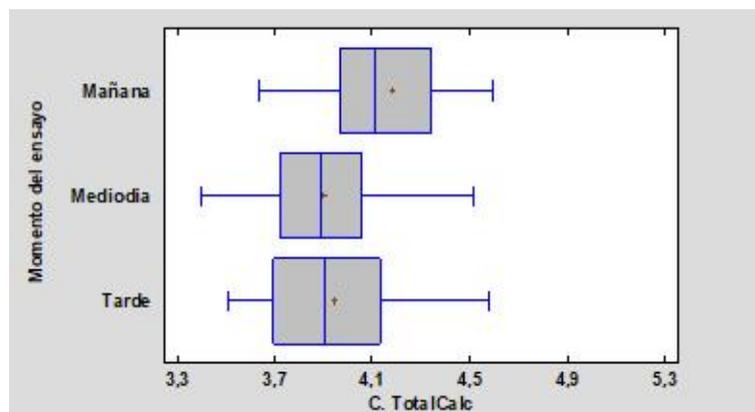


Ilustración 30: Resultados de consumo de combustible según el momento del día en realizar el ensayo (l/100 km)

Según la Ilustración 30, la media del consumo de los ensayos de la mañana es notablemente más alta que las de los ensayos de mediodía y tarde, existiendo

Ref: 18IA0839

diferencias estadísticamente significativas entre el consumo registrado por la mañana, y los registrados a mediodía y por la tarde.

5.2.3.5. Desglose de consumo según el orden de ejecución del ensayo

Tabla 24: Resultados del consumo por tramo recorrido y orden de ejecución del ensayo (l/100 km)

	Ida	Urbano	Vuelta	Periurbano	Total
Ensayo 1	3,8 ± 0,4	3,9 ± 0,4	5,2 ± 0,3	4,4 ± 0,3	4,1 ± 0,3
Ensayo 2	3,7 ± 0,5	3,8 ± 0,4	5,2 ± 0,3	4,3 ± 0,3	4,0 ± 0,4
Ensayo 3	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,4	5,1 ± 0,2	4,2 ± 0,2	3,9 ± 0,3

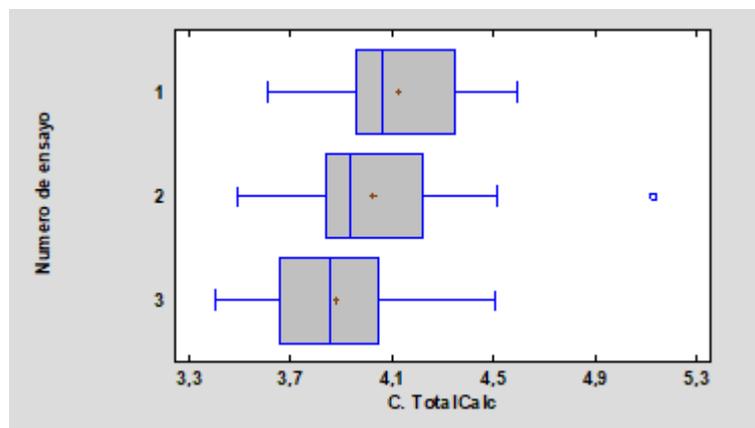


Ilustración 31: Resultados de consumo de combustible según el orden de ejecución del ensayo (l/100 km)

De acuerdo con la Ilustración 31, se aprecia una disminución en el consumo a medida que avanzan los ensayos. Aunque la diferencia entre los ensayos consecutivos es pequeña, se acumulan, llegando a mostrar una diferencia estadísticamente significativa entre el primer y el último ensayo.

6. CONCLUSIONES

De los 60 ensayos realizados con el vehículo de ensayo del presente estudio (Toyota Prius) durante los meses de Enero y Febrero de 2019 por los 20 conductores, de características detalladas en el apartado 3.4, se puede concluir que:

- Ha recorrido el **78,5%** del tiempo y el **61,0%** de la distancia en modo cero emisiones (ZEVt y ZEVd, respectivamente), es decir, con el motor de gasolina apagado.
- En referencia con el tiempo y distancia en el que el vehículo estaba con tracción en las ruedas, el **51,5%** del tiempo y el **37,7%** de la distancia lo hacía con energía proveniente exclusivamente de las baterías.
- Los consumos resultantes de las pruebas han sido de **3,7 l/100 km** en la parte urbana, **4,3 l/100 km** en la extraurbana, lo que da un total de **4,0 l/100 km** de media en el conjunto de los recorridos.
- No se han encontrado diferencias significativas entre los distintos grupos de conductores. Más aún, ni siquiera la experiencia previa se puede considerar un factor determinante pues, parece demostrado que el aprendizaje, que en este caso se hace de forma rápida, es favorable para conseguir unos consumos bajos. Pero también es cierto que el conductor inexperto en conducción de híbridos hace una conducción más suave en sus primeros momentos de conducción.
- Parece que uno de los factores más determinantes para unos resultados favorables es la fluidez del tráfico. Cuando es más fluido se reduce las aceleraciones bruscas lo que hace que sea menos probable el arranque del motor de gasolina y sean más aprovechables las inercias. Esto se puede observar viendo las diferencias halladas entre ensayos en distintos momentos del día.
- Las diferencias observadas entre los recorridos de ida y de vuelta son debidos al perfil orográfico con mayores pendientes ascendentes en el de vuelta, lo que penaliza el consumo medio y el tiempo y distancia en modo cero emisiones.

7. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo ha estado dirigido técnicamente por José María López, Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid, Dr. Ing. Industrial y Director del INSIA.

Colaboran en los trabajos:

- Jesús Casanova Kindelán^(*), Catedrático de Máquinas y Motores Térmicos en la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Natalia E. Fonseca González^(*), Dra. Por la Universidad Politécnica de Madrid y profesora de Máquinas y Motores Térmicos en la ETSI Minas y Energía de la UPM.
- M. Nuria Flores Holgado^(*), Ingeniero Industrial, investigador de la Unidad de Impacto Medioambiental del INSIA.
- Víctor del Pozo Obregón^(*), Ing. Técnico Industrial, investigador de la Unidad de Impacto Medioambiental del INSIA.
- Guillermo Dolla Terol, estudiante en prácticas.

^(*)Todos ellos pertenecientes al Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes.