



## **GRUPO ASTARA**

# **EVALUACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE HYUNDAI TUCSON HIBRIDA**

**CESVI COLOMBIA S.A.**

Octubre de 2024



## TABLA DE CONTENIDO

<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>4</b>
<b>ALCANCE</b>	<b>4</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO DE PRUEBA</b>	<b>5</b>
<b>METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS</b>	<b>6</b>
CICLO URBANO	6
CICLO EXTRAURBANO	8
CONDICIONES DEL VEHÍCULO	11
EQUIPOS DE MEDICIÓN	12
<b>RESULTADOS</b>	<b>14</b>
CICLO URBANO	14
CICLO EXTRAURBANO	15
CICLO TEÓRICO COMBINADO O MIXTO Y AUTONOMÍA POR TANQUE DE COMBUSTIBLE	17
<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>





## TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas del vehículo de prueba _____	6
Tabla 2. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – Bogotá _____	7
Tabla 3. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – La Dorada _____	8
Tabla 4. Ruta prueba de consumo en ciclo extraurbano – Trayecto largo _____	9
Tabla 5. Datos de autonomía urbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO, Bogotá _____	14
Tabla 6. Datos de autonomía urbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO, La Dorada, Caldas _____	14
Tabla 7. Datos de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO– Condiciones de ascenso y descenso constante _____	15
Tabla 8. Datos de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO – Condiciones de terreno plano o poca variación en la elevación. _____	15
Tabla 9. Datos compilados de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg. _____	16
Tabla 10 . Datos de autonomía en ciclo combinado EPA y autonomía por tanque de combustible para condiciones de carga iguales a 285 kg. _____	17

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – Bogotá _____	7
Ilustración 2. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – La Dorada _____	8
Ilustración 3. Ruta prueba de consumo en ciclo extraurbano – Trayecto largo _____	9
Ilustración 4. Altimetría CESVI Colombia a Peaje Caiquero _____	10
Ilustración 5. Altimetría Peaje Caiquero a Guaduas _____	10
Ilustración 6. Altimetría Guaduas a Honda _____	10
Ilustración 7. Altimetría Honda a Guarinocito _____	11
Ilustración 8. Altimetría Guarinocito a La Dorada _____	11
Ilustración 9. Verificación presión de neumáticos _____	11
Ilustración 10. Vehículo con carga de 285 kg (incluye conductor, acompañante, dummie y bolsas de arena) _____	12
Ilustración 11. Equipo de medición y conexión del equipo a las líneas de combustible. _____	13
Ilustración 12. Autonomía ciclo extraurbano _____	16





## Objetivo general

Ejecutar pruebas que evalúen el consumo de combustible en vehículos de la marca **HYUNDAI**. Las pruebas tendrán en cuenta conducciones en perímetros urbanas y vías extraurbanas, además de condiciones de carga solicitadas por el contratante y la altimetría, variables que inciden en los resultados.

## Objetivos específicos

Las pruebas se enfocan en los siguientes objetivos:

- Ejecutar pruebas para evaluar el consumo de combustible del vehículo dentro del perímetro urbano en la ciudad de Bogotá D.C y el municipio de La Dorada. Esta prueba se desarrollará sobre varias vías de la ciudad teniendo en cuenta la velocidad media de acuerdo con un tráfico moderado y en modo de conducción ECO.
- Ejecutar pruebas para evaluar el consumo de combustible en tránsito extra-urbano, estas se realizarán sobre la vía que conduce desde las instalaciones de CESVI Colombia al municipio de La Dorada por la Ruta 56 y la Ruta del Sol, el desarrollo de esta prueba se realizará en modo de conducción ECO.
- Acorde con el resultado del vehículo analizado y en consideración de las variables de las vías y el tráfico, realizar un informe donde se compilen los hallazgos y las comparativas de las pruebas.

## Alcance

Se realizarán pruebas con el objetivo de evaluar el consumo de combustible del vehículo **HYUNDAI TUCSON HÍBRIDA**. Todo esto se ejecuta bajo metodologías establecidas y estandarizadas por CESVI Colombia S.A.

CESVI Colombia realizará un informe con los resultados, en el cual se detalla la metodología de cada una de las pruebas, los resultados obtenidos y las observaciones a las que haya lugar.

Las pruebas se realizarán operando los vehículos bajo las condiciones de carga, tanque de combustible al 100% de su capacidad y en el modo de manejo que este orientado hacia la eficiencia (ECO) en los ciclos urbano y extraurbano.



Las pruebas se realizarán operando los vehículos con un peso total de **285 kg** para las pruebas de ciclo urbano en modo de manejo ECO, y para las pruebas de ciclo extraurbano se realizan bajo la conducción en modo ECO. CESVI Colombia realizará un informe con los resultados, en el cual se detalla la metodología de cada una de las pruebas, los resultados obtenidos y las observaciones a las que haya lugar.

### Características técnicas del vehículo de prueba

FICHA TÉCNICA	
Marca	Hyundai
Línea	Tucson Híbrida
Versión	Tucson HEV NX4
Año modelo	2024
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
MOTOR DE COMBUSTIÓN	
Número de cilindros	4 en línea
Cilindrada [cc]	1.598
Potencia máxima [HP / RPM]	178 / 5.500
Torque máximo [Nm / RPM]	264 / 1.500 - 4.500
Combustible	Gasolina Corriente (82 octanos o más)
MOTORES ELÉCTRICOS	
Potencia máxima [HP]	59,3
Torque máximo [N.m]	264 / 1.600
MOTORES COMBINADOS	
Potencia Combinada [HP]	232
Torque Combinado [N.m]	367 / 1.000 – 4.100
BATERÍA ELÉCTRICA	
Tipo	Ion-Litio



<b>Capacidad [kWh]</b>	1.49
<b>Voltaje [V]</b>	270
<b>Ubicación</b>	Sección interna trasera (Piso habitáculo de pasajeros)
<b>TRANSMISIÓN Y SUSPENSIÓN</b>	
<b>Tipo de caja de velocidades</b>	Automática de 6 velocidades + Reversa
<b>Tracción</b>	4X2
<b>Suspensión delantera</b>	McPherson
<b>Suspensión trasera</b>	Multi -Link
<b>PESO EN VACÍO Y CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE</b>	
<b>Peso en vacío [kg]</b>	2.165
<b>Capacidad del tanque de combustible [gal]</b>	14

Tabla 1. Especificaciones técnicas del vehículo de prueba

## Metodología de las pruebas

Para cumplir a cabalidad con los objetivos del estudio y establecer el consumo de combustible y su autonomía en kilómetros por cada galón, se realiza los trayectos en el modo de manejo que este orientado hacia la eficiencia (ECO) en los ciclos urbano y extraurbano.

### Ciclo urbano

El ciclo de evaluación urbano contempla una circulación sobre una ruta previamente definida dentro de la ciudad de Bogotá D.C y el municipio de La Dorada. Para esto, se definen vías de circulación diferentes, en las cuales se experimentan diversas condiciones de manejo y sobre los cuales se mide el consumo de combustible en tiempo real.

Para definir las vías de circulación se tienen en cuenta vías con un tráfico vehicular moderado, en donde se realizarán repeticiones al realizar circulaciones (ida-vuelta). Durante las pruebas de consumo de combustible se tendrá en cuenta, la velocidad promedio en que se realiza el recorrido, la hora y los límites de velocidad permitidos para la circulación, además se realizarán análisis por cada trayecto recorrido.



## Bogotá

En el siguiente cuadro se describen los trayectos realizados en la ciudad de Bogotá D.C. El recorrido partirá desde las instalaciones de CESVI Colombia hasta la Carrea 60 # 42. El recorrido tendrá una distancia de **67.5 km**; esto con el fin de obtener datos representativos.

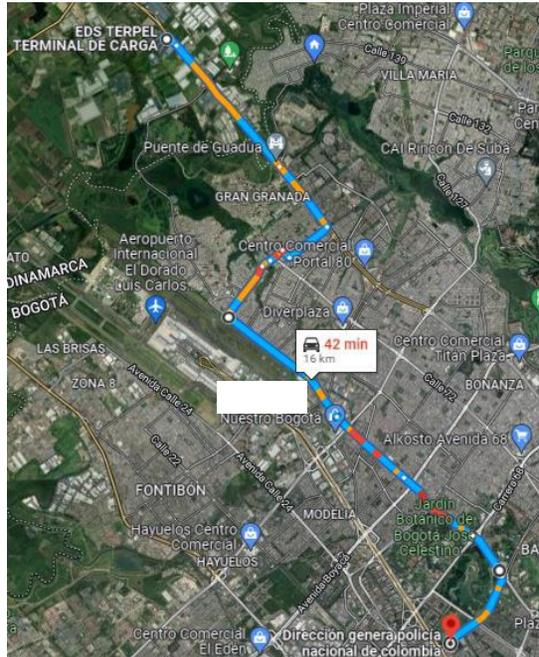


Ilustración 1. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – Bogotá

Numero de Trayecto	Vías de Circulación		Distancia (km)
	Inicio	Fin	
1	Terminal de Carga	Ac 80 # 110	5.0
2	Ac 80 # 110	Calle 63 # 68	8.8
3	Circuito Calle 63 # 68 ---- Carrera 60 #42 ----Calle 63 # 68		36.8
4	Calle 63 # 68	Ac 80 # 110	9.9
5	Ac 80 # 110	Terminal de Carga	7.9
<b>TOTAL</b>			<b>67.5</b>

Tabla 2.Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – Bogotá

## La Dorada, Caldas

De igual forma en el siguiente cuadro se describen los trayectos realizados en el municipio de La Dorada, donde se incluye un tramo extraurbano y un circuito dentro del municipio. Con el fin de obtener



datos representativos se realizará un recorrido en circuito en el municipio con una distancia total de 14.5 km.



Ilustración 2. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – La Dorada

Numero de Trayecto	Vías de Circulación		Distancia (km)
	Inicio	Fin	
1	45, La Dorada, Caldas	45 #3-276, La Dorada, Caldas	6.3
2	45 #3-276, La Dorada, Caldas	45 #3-294, La Dorada, Caldas	6.3
3	45 #3-294, La Dorada, Caldas	45, La Dorada, Caldas	6.3
<b>TOTAL</b>			<b>18.9</b>

Tabla 3. Ruta de la prueba de consumo en ciclo urbano – La Dorada

## Ciclo extraurbano

El ciclo de evaluación extraurbano en trayecto largo contempla una circulación por carretera, para esto se definió un trayecto que va desde las instalaciones de CESVI Colombia, hasta el municipio de La Dorada, por la Ruta 56 y la Ruta del Sol. En este recorrido se establece en dos trayectos, cada uno de ellos con diferentes puntos de medición de consumo de combustible parcial, que permitirá establecer un resultado considerando variables como: la altura sobre el nivel del mar “altimetría”, la distancia recorrida, la temperatura ambiente y la velocidad promedio del recorrido.

Durante el trayecto se tendrán en cuenta los límites de velocidad permitidos para la circulación por las vías del país. En los siguientes cuadros se describen las paradas que se realizarán durante el trayecto. La distancia recorrida durante la prueba será de **332.7 km**.

A continuación, se muestran los puntos relevantes donde se toman medidas y descripción de los trayectos y sus altimetrías



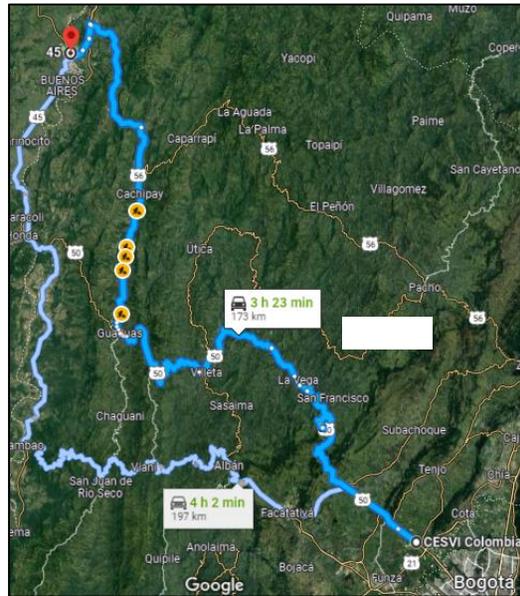


Ilustración 3. Ruta prueba de consumo en ciclo extraurbano – Trayecto largo

Numero de Trayecto	Vías de Circulación		Distancia (km)
	Inicio	Fin	
1	Terpel	Peaje Caiquero	57.3
2	Peaje Caiquero	Guaduas	43.5
3	Guaduas	Honda	36.3
4	Honda	La Dorada	27.2
5	La Dorada	Honda	26.9
6	Honda	Guaduas	36.3
7	Guaduas	Peaje Caiquero	44.5
8	Peaje Caiquero	Terpel	58.9
<b>TOTAL</b>			<b>332.7</b>

Tabla 4. Ruta prueba de consumo en ciclo extraurbano – Trayecto largo

### Trayecto #1: Perfil de elevación en trayectos de ascenso y descenso constante

A continuación, se relaciona los recorridos donde se presentan ascensos y descensos constantes, donde se toman puntos de referencia para determinar en estas condiciones los consumos de combustible.



**Cesvi Colombia a Peaje Caiquero**



*Ilustración 4. Altimetría CESVI Colombia a Peaje Caiquero*

**Peaje Caiquero a Guaduas, Cundinamarca**



*Ilustración 5. Altimetría Peaje Caiquero a Guaduas*

**Guaduas, Cundinamarca a Honda, Tolima**



*Ilustración 6. Altimetría Guaduas a Honda*

**Trayecto #2: Perfil de elevación en trayectos planos o con poca variación en altimetría cercana al nivel del mar**

Es de importancia la medición de consumo de combustible en altimetrías cercanas a nivel del mar y vías con una variación en altimetría no tan notoria, para determinar el impacto de la altura en la eficiencia. Este tipo de trayecto es el caso de la ruta que lleva desde Honda, Tolima a La Dorada,



Caldas, la cual presenta variaciones entre 20 y 30 metros a lo largo de los aproximadamente 27 km de recorrido. En cuanto a altimetría, se registra en promedio 197,3 metros sobre el nivel del mar.

A continuación, se muestran los perfiles de elevación en la ruta.

**Honda, Tolima a Guarinocito, Caldas**



Ilustración 7. Altimetría Honda a Guarinocito

**Guarinocito, Caldas a La Dorada, Caldas**



Ilustración 8. Altimetría Guarinocito a La Dorada

**Condiciones del vehículo**

- ✓ La presión de inflado de los neumáticos se ajusta de acuerdo con el peso de la carga. Esto con relación a la etiqueta en el paral central izquierdo. Para este caso, 35 PSI (libras por pulgada cuadrada) para los neumáticos delanteros y 35 PSI para los neumáticos traseros.

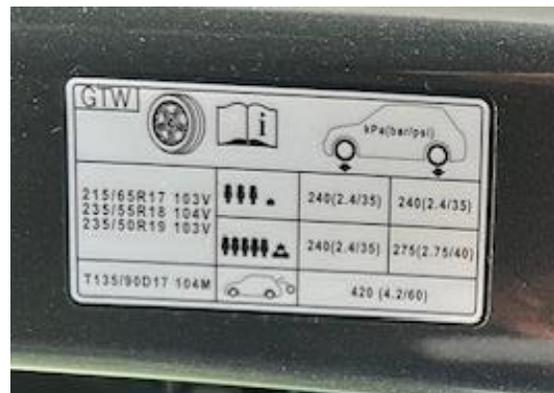


Ilustración 9. Verificación presión de neumáticos



- ✓ De acuerdo con las capacidades de carga del vehículo, se contempla las consideraciones estipuladas por Hyundai Colombia, que para este caso se somete a una carga de 285 kg. Condición para las pruebas de ciclo urbano y extraurbano.
- ✓ Se realizan las pruebas en ciclo urbano y extraurbano en condición de manejo orientada a la eficiencia (ECO) con una carga igual a 285 kg (simulando la carga de los ocupantes), esto se simula con la masa del maniquí utilizado para las pruebas que posee en peso de 82 kg, acompañado de bolsas de arena correctamente tasadas y marcadas, distribuidas en la zona del baúl.

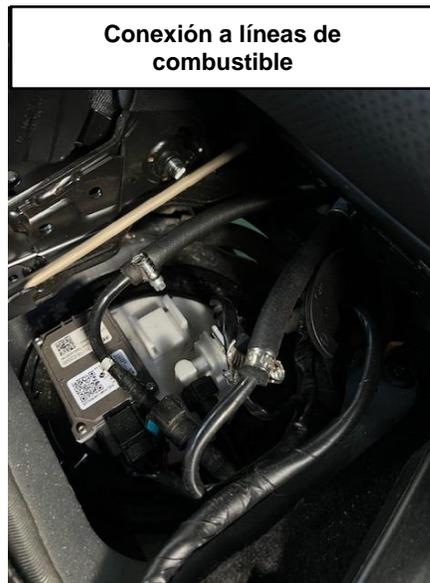


*Ilustración 10. Vehículo con carga de 285 kg (incluye conductor, acompañante, dummie y bolsas de arena)*

- ✓ Antes del inicio de las pruebas se llena al 100% el tanque de combustible, para el desarrollo de las pruebas en el ciclo urbano y extraurbano.

## Equipos de medición

Para tener una medida confiable del combustible que se consume en tiempo real, se hace uso de un flujómetro calibrado, que consta del equipo de medición y una pantalla para el control de la toma de datos. Al flujómetro se conectan las líneas o mangueras que transportan el combustible entre la bomba de baja presión y el motor. La precisión del equipo es de  $\pm 0,5\%$ .



*Ilustración 11. Equipo de medición y conexión del equipo a las líneas de combustible.*



## Resultados

A continuación, se muestran los resultados de consumo de combustible obtenidos en las pruebas realizadas en el ciclo urbano y extraurbano con modo de manejo ECO, operando el vehículo bajo las condiciones de carga establecidas por la marca, sin hacer uso del sistema de aire acondicionado.

### Ciclo urbano

#### Bogotá, carga 285 kg

DATOS DE AUTONOMÍA EN CICLO URBANO – CARGA 285 kg					
Trayecto	Modo de manejo	Distancia total recorrida [km]	Velocidad promedio	Consumo	Autonomía
			[km/h]	[gal]	[km/gal]
Bogotá	ECO	67.5	21.83	0.78	86.83

Tabla 5. Datos de autonomía urbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO, Bogotá

#### La Dorada, Caldas, carga 285 kg

DATOS DE AUTONOMÍA EN CICLO URBANO – CARGA 285 kg					
Trayecto	Modo de manejo	Distancia total recorrida [km]	Velocidad promedio	Consumo	Autonomía
			[km/h]	[gal]	[km/gal]
La dorada	ECO	18.9	26.44	0.20	93.30

Tabla 6. Datos de autonomía urbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO, La Dorada, Caldas

Se obtienen valores de consumo de combustible de **86.83 [km/gal]** en modo de manejo **ECO**, con una distancia total recorrida de **67.5 [km]**, y una velocidad promedio de circulación de **21.83 [km/h]**.

Por otra parte, el resultado obtenido en La Dorada (Caldas), el modo ECO, con la condición de carga de 285 kg, arrojando consumos de **93.30 [km/gal]** en un recorrido de **18.9 [km]**, con velocidad media de **26.44 [km/h]**.

Las velocidades medias del recorrido son cercanas a los 26 km/h que reporta el Observatorio de Movimiento de Carga de la Universidad de la Sabana para el periodo de enero a diciembre del año 2023<sup>1</sup> en Bogotá.

<sup>1</sup>Cámara de Comercio de Bogotá. Velocidad promedio. <https://www.ccb.org.co/observatorio/Entorno-para-los-negocios/Entorno-para-los-negocios/Radar-de-Eficiencia-y-Competitividad-Logistica/Velocidad-promedio#:~:text=viz%2FVELOCIDADOPERACINREDVIAL%2FVELOCIDADREDVIAL,-Análisis.km%2Fh%20en%20el%202022.>



## Ciclo extraurbano

El ciclo extraurbano se realiza entre la EDS Terpel La Báscula y el municipio de La Dorada, Caldas. A continuación, el recorrido se analiza, en los tramos o trayectos de ascenso y descenso constante (Ver Pág. 11), así como en el recorrido en vías con elevación casi constante a una altimetría cercana a los 200 metros sobre el nivel del mar (Ver Pág. 12).

### Descenso y ascenso constante – Trayecto #1: EDS Terpel La Báscula – Honda – EDS Terpel La Báscula

Las altimetrías en este recorrido se encuentran entre los 2.842 metros sobre el nivel del mar hasta los 200 metros sobre el nivel del mar.

DATOS DE AUTONOMÍA EN CICLO EXTRAURBANO – ASCENSO Y DESCENSO CONSTANTE					
Trayecto	Modo de manejo	Distancia total recorrida [km]	Velocidad promedio [km/h]	Consumo [gal]	Autonomía [km/gal]
EDS Terpel La Báscula – Honda – EDS Terpel La Báscula	ECO	278.6	51.57	4.234	<b>65.8</b>

Tabla 7. Datos de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO – Condiciones de ascenso y descenso constante

### Terreno plano o poca variación en elevación – Trayecto #2: Honda – La Dorada - Honda

Las altimetrías en este recorrido se encuentran entre los 204 metros sobre el nivel del mar hasta los 174 metros sobre el nivel del mar.

DATOS DE AUTONOMÍA EN CICLO EXTRAURBANO – TERRENO PLANO O Poca VARIACIÓN EN LA ELEVACIÓN					
Trayecto	Modo de manejo	Distancia total recorrida [km]	Velocidad promedio [km/h]	Consumo [gal]	Autonomía [km/gal]
Honda – La Dorada - Honda	ECO	54.1	49.5	0.61	<b>88.7</b>

Tabla 8. Datos de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg en modos de manejo ECO – Condiciones de terreno plano o poca variación en la elevación.

## Recorrido total en extraurbano

En este apartado se compilan todos los kilómetros recorridos durante la prueba extraurbana en modo de manejo **ECO**.





DATOS DE AUTONOMÍA EN CICLO EXTRAURBANO					
Trayecto	Modo de manejo	Distancia total recorrida [km]	Velocidad promedio [km/h]	Consumo [gal]	Autonomía [km/gal]
EDS Terpel La Báscula – La Dorada – EDS Terpel La Báscula	ECO	332.7	51.1	4.84	68.69

Tabla 9. Datos compilados de autonomía extraurbana en condiciones de carga igual a 285 kg.

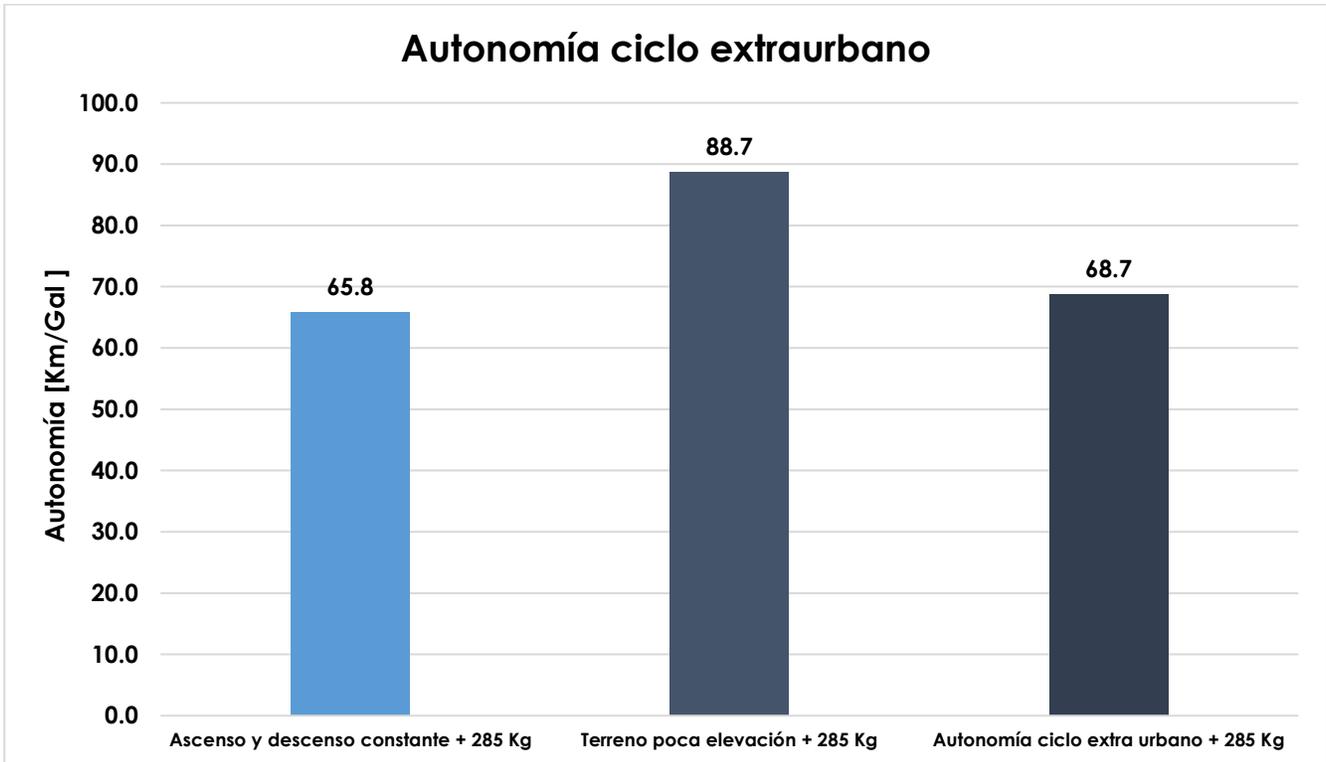


Ilustración 12. Autonomía ciclo extraurbano

Es importante resaltar que la Hyundai Tucson Híbrida, en terrenos de ascenso, donde requiere un régimen de revoluciones alto, entre las 1.500 – 2.500 RPM, utiliza el motor térmico como fuente de potencia, haciendo que el consumo de combustible en este tipo de terrenos sea elevado.

En las rutas trazadas con descenso prolongados y desaceleraciones, el motor eléctrico es quien se encarga de generar la transmisión de potencia hacia el tren motriz, en esta condición de ascensos y descensos se establece un consumo de combustible de **65.8 [km/gal]**, con una velocidad media de **51.57 [km/h]** y un recorrido de **278.6 km**. Equivalente al **84%** del total del recorrido extraurbano.

Por otra parte, en el recorrido donde la altimetría es casi constante (200 metros sobre el nivel del mar), y con una velocidad de circulación de **49.5 [km/h]** la autonomía del **HYUNDAI TUCSON HÍBRIDA** fue de **88.7 [km/gal]** en un recorrido de **54 km**, correspondiente al **16%** del total del recorrido.





La autonomía del total del recorrido es del **68.69 [km/gal]**, donde se recorre una distancia total de **332.7 km** y una velocidad media de **51.1 [km/h]**.

### Ciclo teórico combinado o mixto y autonomía por tanque de combustible

Para calcular la autonomía por tanque de combustible, se realiza en base al consumo en ciclo combinado, según EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)<sup>2</sup>, que indica la multiplicación del consumo en ciclo urbano por el 55%, más la multiplicación del consumo en ciclo extraurbano por el 45%. La capacidad del tanque se toma por ficha técnica igual a 53 litros, equivalentes a 14 galones.

DATOS DE AUTONOMÍA TEÓRICA HYUNDAI TUCSON HÍBRIDA POR TANQUE DE COMBUSTIBLE				
Modo de manejo	Autonomía urbana [km/gal]	Autonomía extraurbana [km/gal]	Autonomía teórica combinada [km/gal]	Autonomía por tanque de combustible (km)
ECO	86.83	68.69	78.7	1101.3

Tabla 10 . Datos de autonomía en ciclo combinado EPA y autonomía por tanque de combustible para condiciones de carga iguales a 285 kg.

<sup>2</sup>EPA. Gasoline Label. <https://www.epa.gov/fueleconomy/text-version-gasoline-label#:~:text=Combined%20fuel%20economy%20is%20a,the%20Highway%20value%20by%2045%25>.



## Resumen y conclusiones

Luego de realizar las pruebas estipuladas para la evaluación de consumo de combustible en el vehículo **HYUNDAI TUCSON HIBRIDA**, cargado con un peso de 285 kg en el ciclo urbano y extraurbano, CESVI Colombia encontró que:

1. En ciclo urbano, la autonomía del vehículo fue de **86.83 km/gal** con una carga de **285 kg**, con una distancia de recorrido total en ciclo urbano de **67.5 km**, haciendo uso del modo de conducción **ECO**.
2. En ciclo extraurbano, se realiza las pruebas en el modo **ECO**, donde la autonomía del vehículo es igual a **68.69 km/gal**. Otros aspectos relevantes son:
  - a. Se establece condiciones de trayecto para determinar el consumo de combustible en la condición de ascensos y descensos prolongados, donde la autonomía en este trayecto fue de **65.8 km/gal**, pasando de los 2.842 metros sobre el nivel del mar hasta los 200 metros sobre el nivel del mar.
  - b. En la condición de trayecto con poca elevación, se establece un consumo de combustible de **88.7 km/gal**. en este recorrido se encuentran entre los 204 a los 174 metros sobre el nivel del mar.
3. **En ciclo combinado con respecto a metodología EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), la autonomía combinada del vehículo es igual a 78.7 km/gal**. Otros aspectos relevantes son:
  - a. La autonomía por tanque de combustible calculada esta alrededor de los **1101.3 km**.