



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO BYD E5 300 A DIFERENTES GRADOS DE GRADIENTE

AUTORES:

**MORALES BERRONES, CRISTIAN BLADIMIR
POZO JURADO, WILLAM ALEXANDER**

**ING. JOSE QUIROZ
DIRECTOR DE TESIS**





OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis del consumo energético del vehículo eléctrico BYD E5 300 a diferentes grados de gradiente





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar información confiable en libros, bases digitales y escritas referentes al funcionamiento de vehículos eléctricos.
- Establecer un protocolo de pruebas de aceleración en plano y pendiente en base a las normas SAE j 1491 y UNE 26-356 y 358.
- Realizar un ensayo de pruebas para la recopilación de parámetros de velocidad, aceleración, distancias y tiempos recorridos por el vehículo BYD E5 300.



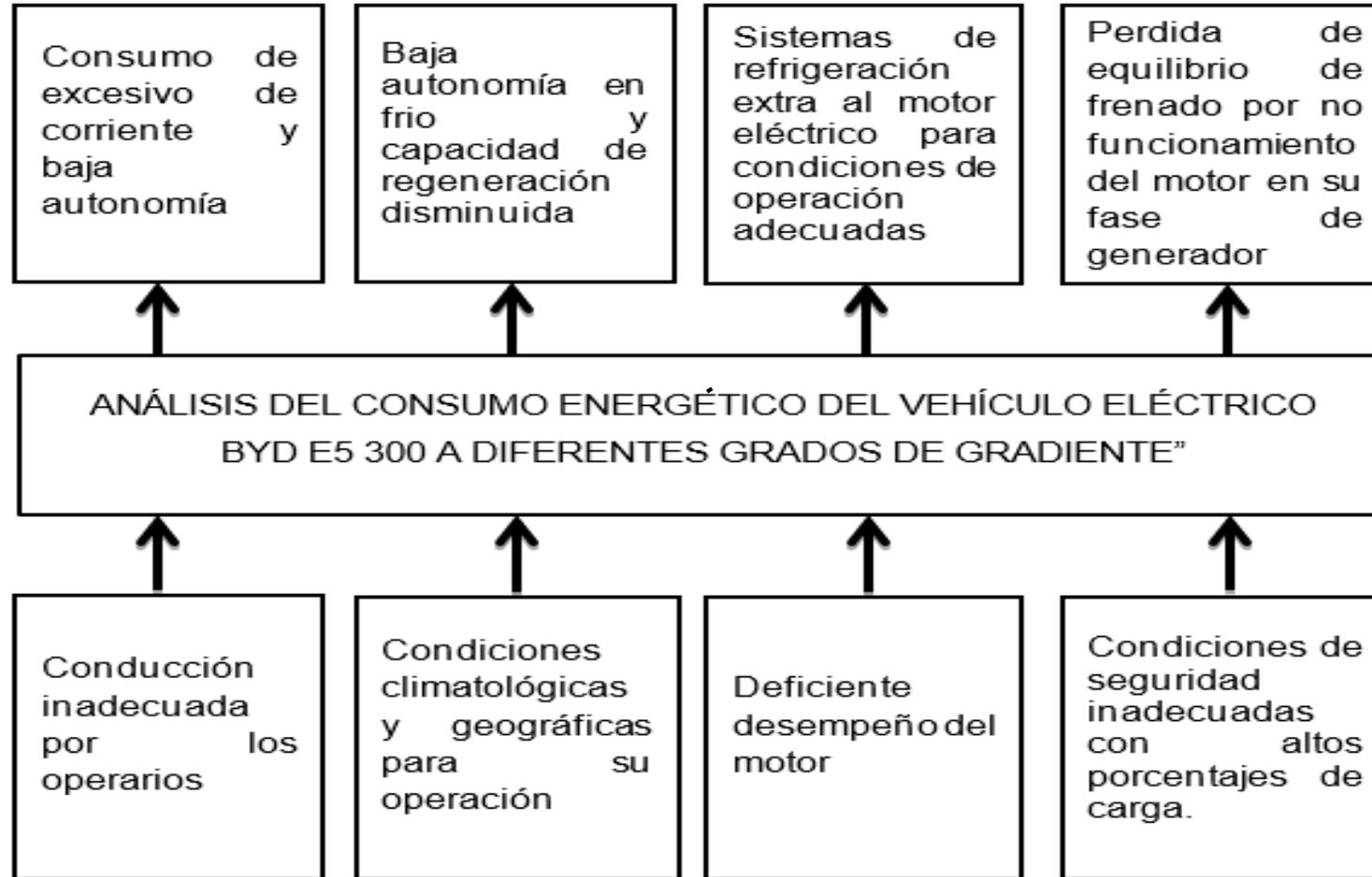


- Realizar el análisis de los datos de distancia, tiempo, aceleración, potencia y consumo de la batería obtenidos mediante comparación entre los mismos a distintos porcentajes de carga.
- Desarrollar un análisis gráfico del comportamiento del vehículo en base a los parámetros de aceleración en plano.



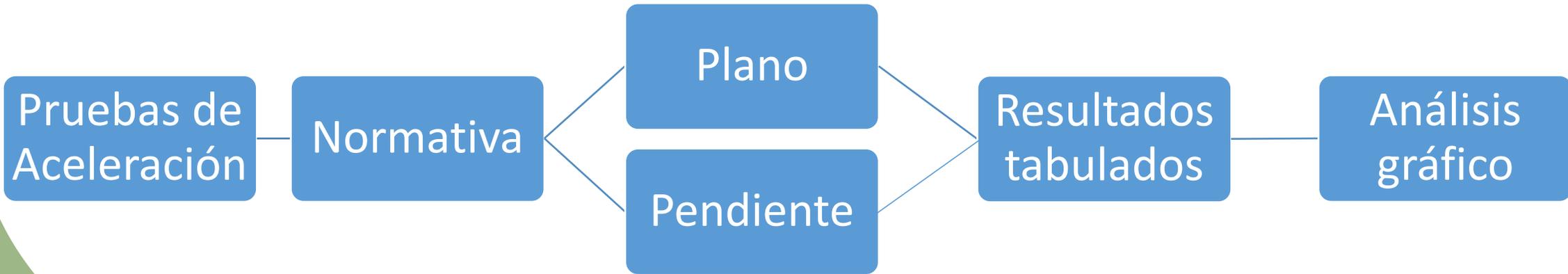


JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA





DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO





ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2003 adquiere compañía de autos

2008 primer vehículo híbrido enchufable

BYD E5 300 2017
Autonomía nominal de 300km

Condiciones climáticas y geográficas





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

META

Determinar la aceleración y consumo energético a través de un protocolo previamente establecido y un análisis de datos en base a las normativas seleccionadas





Hipótesis

La determinación del consumo energético del vehículo BYD E5 300 permitirá conocer el comportamiento que este tiene aplicando un porcentaje mínimo de carga de batería de 25% para que el vehículo pueda realizar el ascenso.

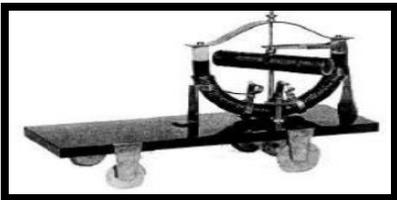




Vehículo Eléctrico

Historia

primera mitad del siglo XIX



1865, vehículo con batería recargable

Actualidad

Alimentación directa



BYD

E5 300
K9G
K11A





Vehículo Eléctrico

Eficiencia Energética

Disminución de la energía
3 veces mayor a la de los vehículos de combustión interna

Autonomía

Duración de batería al realizar un recorrido

Componentes

Controlador electrónico
Convertidor
Inversor
Motor eléctrico

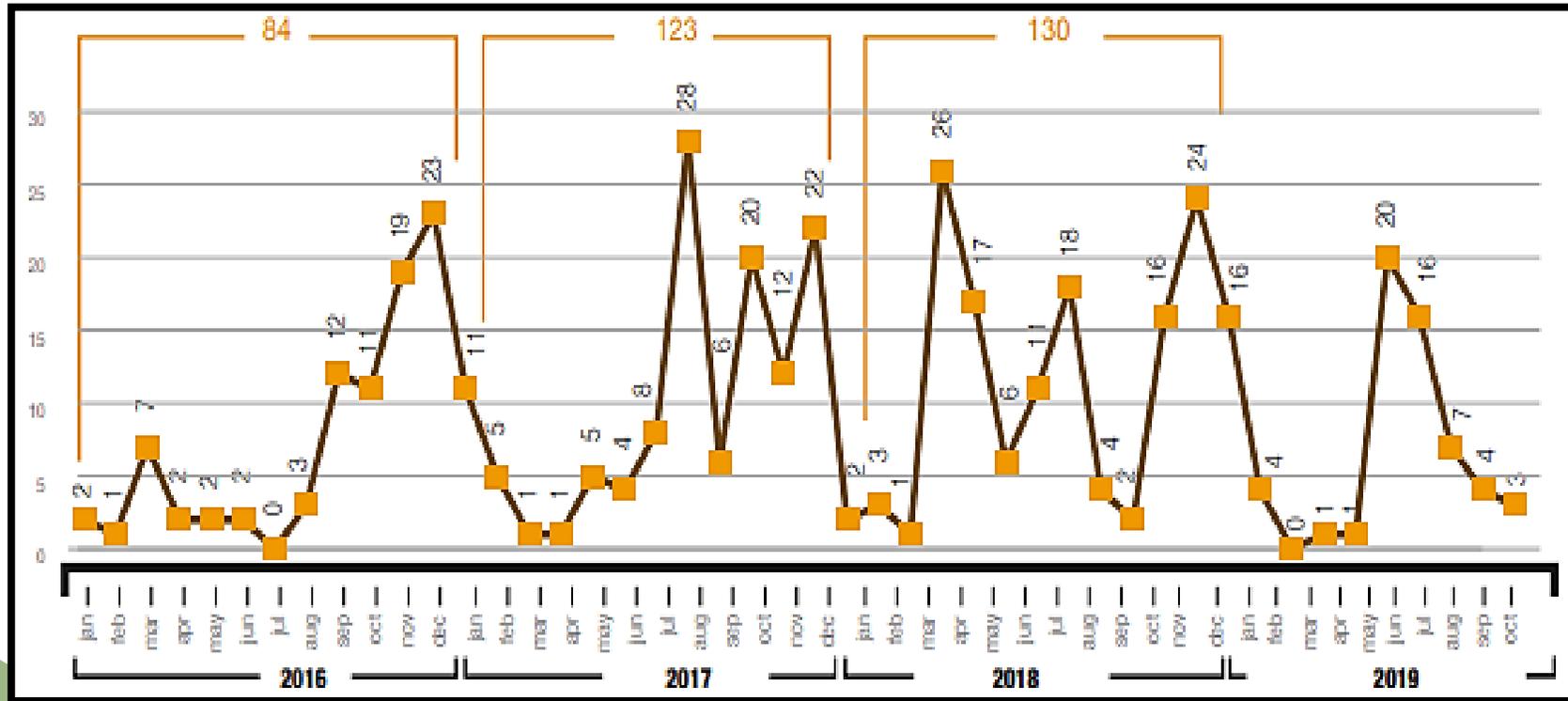
Homologación

Artículo 9
Artículo 11
Artículo 19
Artículo 20



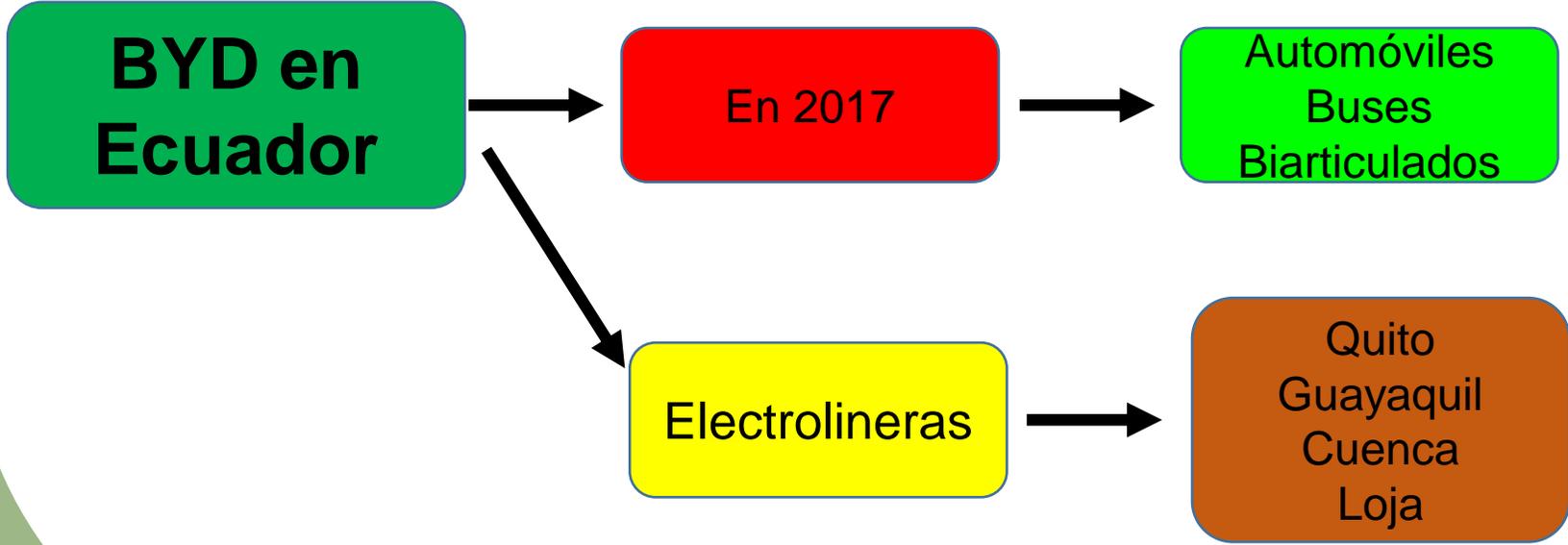


Vehículos Eléctricos en Ecuador



Fuente: (AEADE, 2019)







Vehículo eléctrico BYD e5 300

Potencia	214.5 Hp	
Autonomía	400 km nominal	300 km condiciones normales
Carga de la batería	1.5 horas electrolineras	7-8 horas en casa
Torque	310 Nm	
Rendimiento	V máx. \geq 130km/h	Aceler. 0- 100km/h \leq 14seg.
Motor Eléctrico	P máx.=160 Kw	
Batería (Litio-Hierro-Fosfato)	V=604.8 v (168 celdas) Capacidad: 60.5 Kw/h	
Cargador	Pot. Carga electrolinera 40Kw Pot. Carga en casa 7Kw	





Vehículo eléctrico BYD e5 300

Consumo
de energía

Total de 60,5 kWh
15,3 kWh/100 Km

Batería

Litio / Fosfato
FePO₄

Freno

Regenerativo





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Normativa

- SAE J1491
- UNE 26356
- UNE 26358





Parámetros para la investigación

Consumo neto de energía

$$C = P * t$$

Donde:

C= Consumo energético en Kwh.

P= Potencia en Kw.

t= tiempo en horas.

Aceleración en plano-pendiente

$$a = \frac{v}{t}$$

Donde:

a= aceleración

v= velocidad

t= tiempo

Porcentaje de pendiente

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

Donde:

Sen α = Función trigonométrica para calcular grados de pendiente.

ΔA = Diferencia de alturas.

D= Distancia recorrida.





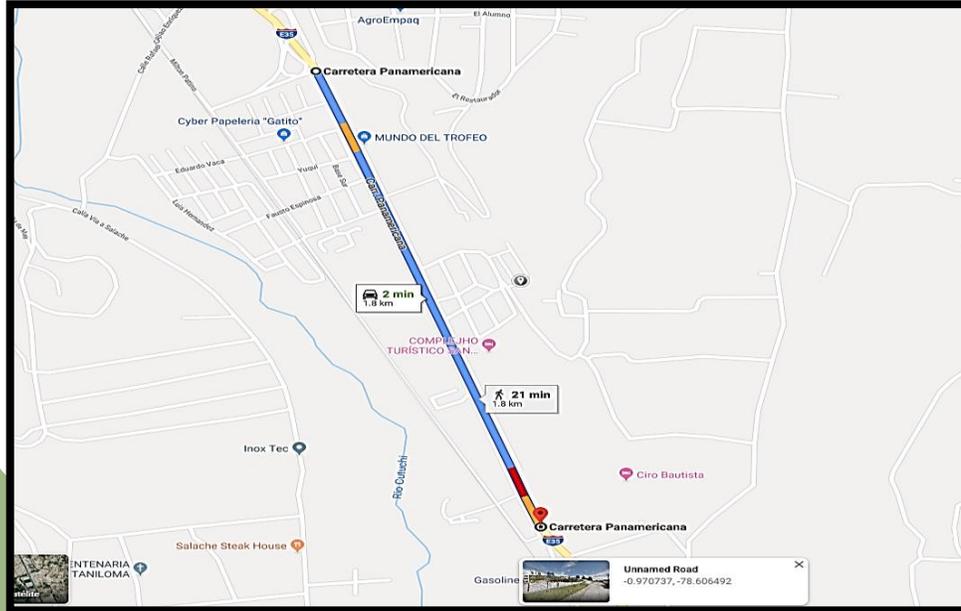
Pruebas de aceleración en plano

- Llevar el auto eléctrico desde el reposo hasta los 100km/h en una carretera plana.
- Esta velocidad está dentro del rango que indica la normativa UNE 26357 y además es el límite de velocidad permitido, tal como estipula el artículo 191 del reglamento para vehículos livianos en carretera.
- Los datos que se obtiene pertenecen a los tiempos requeridos para alcanzar 20, 40, 60, 80 y 100 km/h.





Ruta 1. Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara



Distancia: 1,8 Km,

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\Delta A}{D}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{4m}{218m}\right)$$

$$\alpha = 1.051^\circ$$

$$\% \text{ pendiente} = \frac{\text{altura}}{\text{base}} \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan \alpha \times 100$$

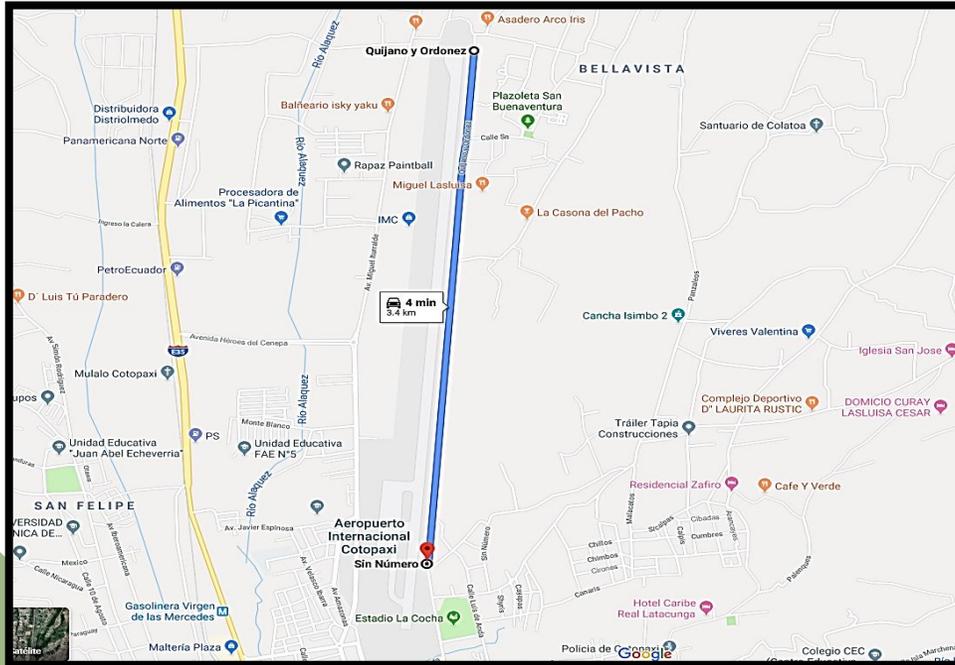
$$\% \text{ pendiente} = \tan 1.051 \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = 1.83\%$$





Ruta 2. Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.



Distancia: 3,4 Km

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

$$\% \text{ pendiente} = \frac{\text{altura}}{\text{base}} \times 100$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\Delta A}{D}\right)$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan \alpha \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan 0.8426 \times 100$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{3\text{m}}{204\text{m}}\right)$$

$$\% \text{ pendiente} = 1.47\%$$

$$\alpha = 0.8426^\circ$$





Pruebas de aceleración en pendiente

- Tener diferentes porcentajes de inclinación de pendiente, siendo la máxima de 25%. Se toma en cuenta esa pendiente, porque se considera crítica de acuerdo a la norma UNE26 358.
- Carga establecida por el fabricante del vehículo de 5 pasajeros





Ruta 1. La ESPE



Distancia: 350 m

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\Delta A}{D}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{9\text{m}}{232\text{m}}\right)$$

$$\alpha = 2.223^\circ$$

$$\% \text{ pendiente} = \frac{\text{altura}}{\text{base}} \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan \alpha \times 100$$

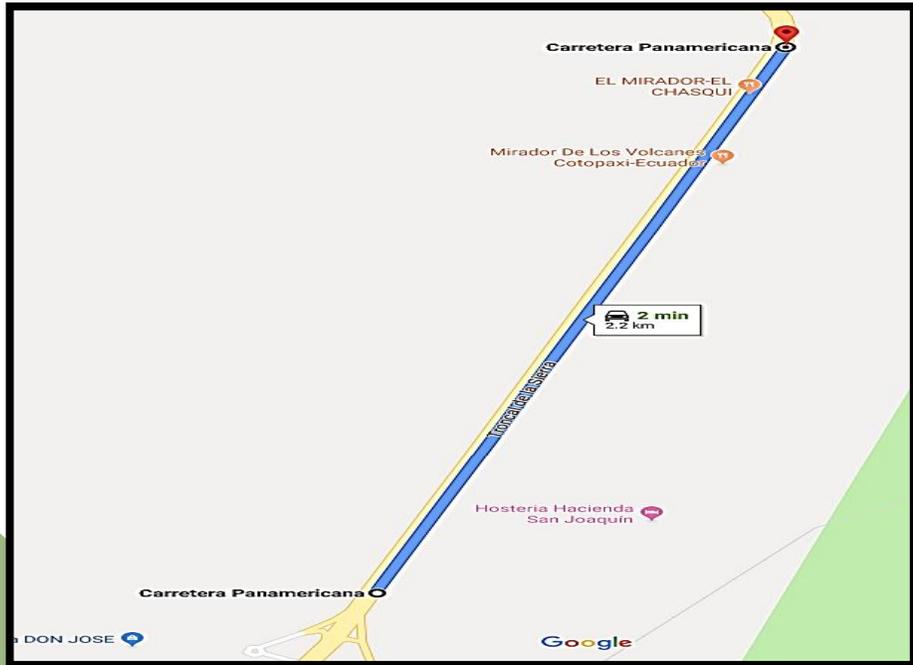
$$\% \text{ pendiente} = \tan 2.223 \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = 3.88\%$$





Ruta 2. Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.



Distancia: 2,2 Km

$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

$$\% \text{ pendiente} = \frac{\text{altura}}{\text{base}} \times 100$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\Delta A}{D}\right)$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan \alpha \times 100$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{38\text{m}}{314\text{m}}\right)$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan 6.950 \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = 12.191\%$$

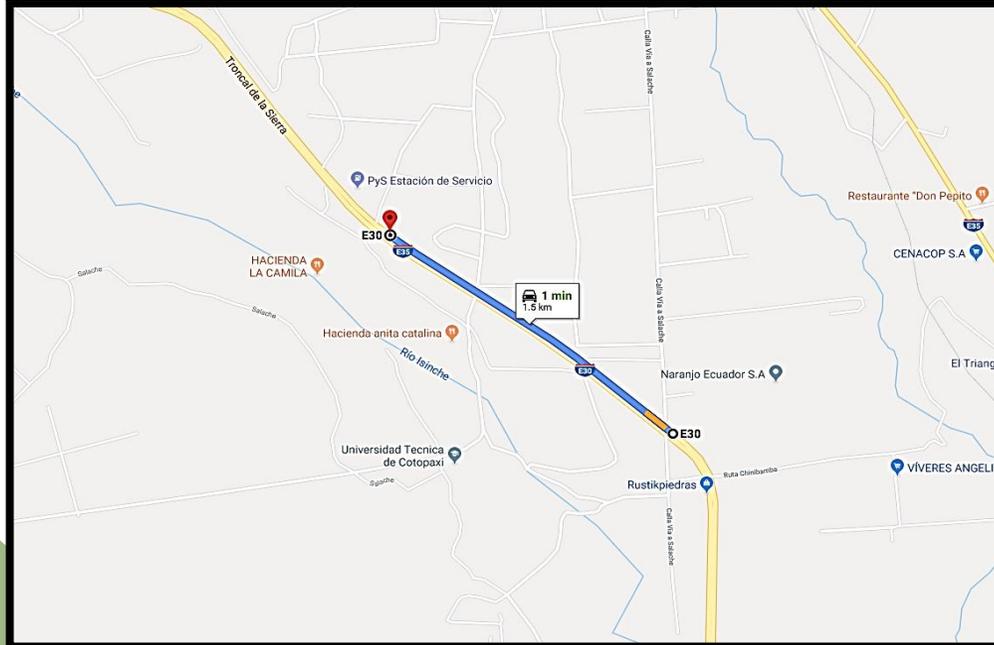
$$\alpha = 6.950^\circ$$





Ruta 3. Paso Lateral Latacunga E30.

Distancia: 1,5 Km



$$\text{sen } \alpha = \frac{\Delta A}{D}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\Delta A}{D}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{58\text{m}}{378\text{m}}\right)$$

$$\alpha = 8.826^\circ$$

$$\% \text{ pendiente} = \frac{\text{altura}}{\text{base}} \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan \alpha \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = \tan 8.826 \times 100$$

$$\% \text{ pendiente} = 15.527\%$$

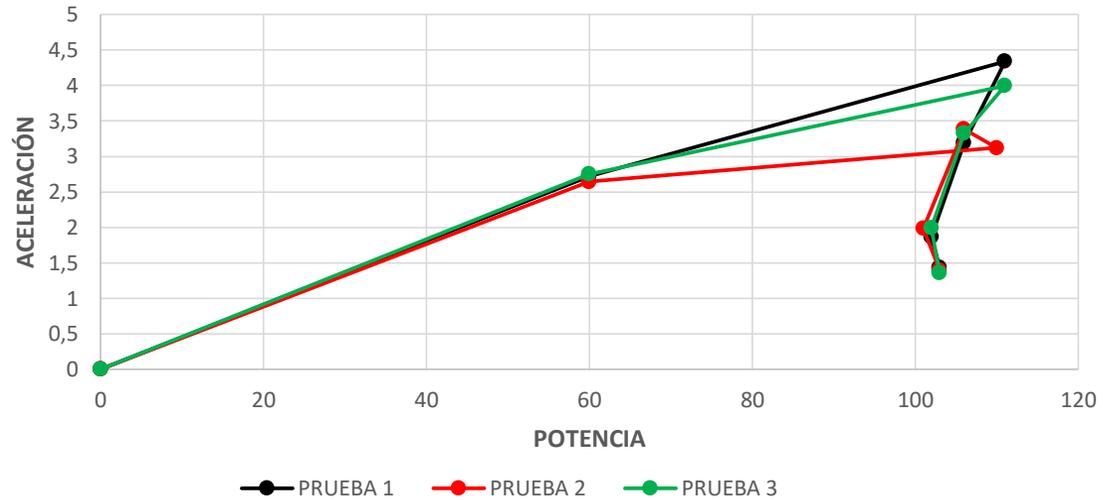




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.04	20	2.723311547	0.034
111	3.32	40	4.340277778	0.039466667
106	5.06	60	3.19284802	0.051233333
102	8.04	80	1.864280388	0.084433333
103	11.91	100	1.435544071	0.110725

ACELERACIÓN VS POTENCIA 25% - 50%

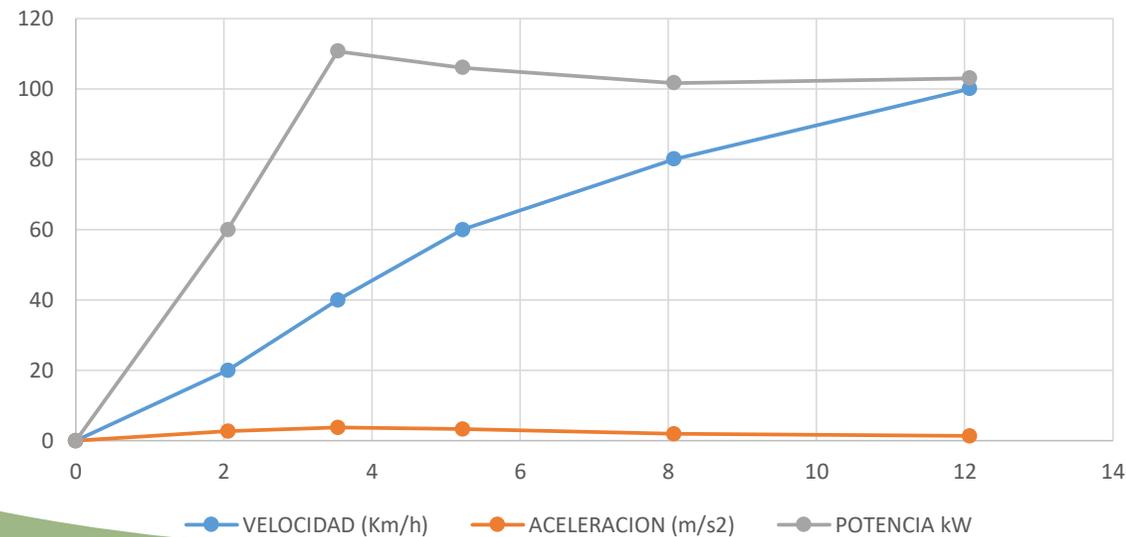




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.053333333	20	2.705627706	60
3.536666667	40	3.745318352	110.6666667
5.22	60	3.300330033	106
8.076666667	80	1.944768573	101.6666667
12.063333333	100	1.393534002	103

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 25%-50%

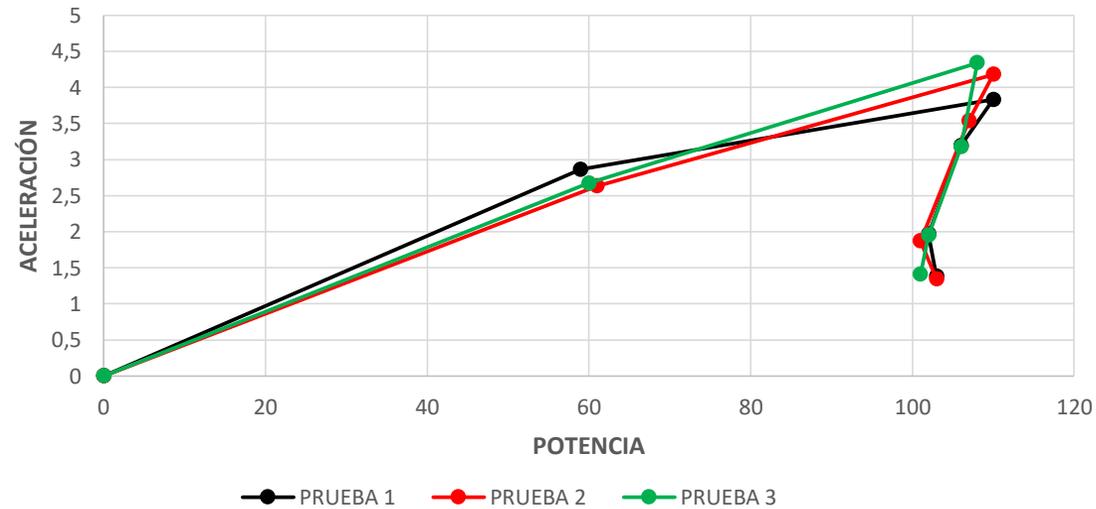




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
61	2.11	20	2.632964718	0.035752778
110	3.44	40	4.17710944	0.040638889
107	5.01	60	3.538570418	0.046663889
101	7.98	80	1.870557426	0.083325
103	12.11	100	1.345170837	0.118163889

ACELERACIÓN VS POTENCIA 50% - 75%

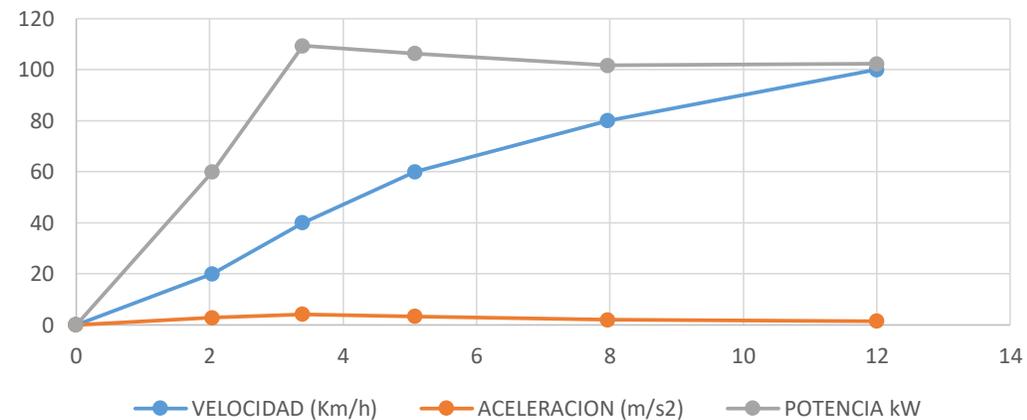




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.043333333	20	2.718868951	60
3.396666667	40	4.105090312	109.3333333
5.083333333	60	3.293807642	106.3333333
7.966666667	80	1.926782274	101.6666667
12.00333333	100	1.376273053	102.3333333

VELOCIDAD, ACCELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO
50%-75%

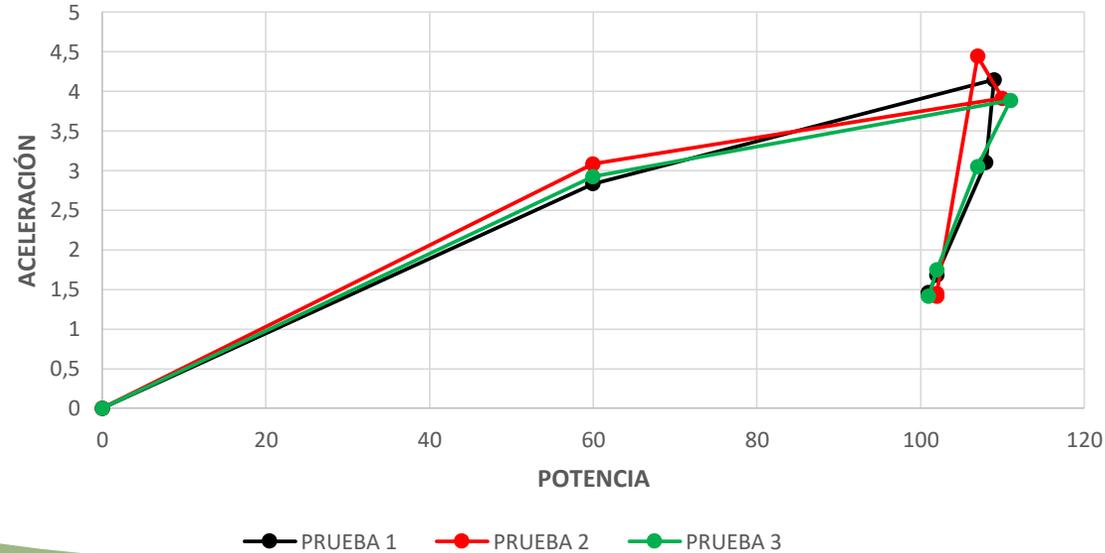




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	1.9	20	2.923976608	0.031666667
111	3.33	40	3.885003885	0.044091667
107	5.15	60	3.052503053	0.054094444
102	8.33	80	1.747030049	0.0901
101	12.25	100	1.41723356	0.109977778

ACELERACIÓN VS POTENCIA 75% - 100%

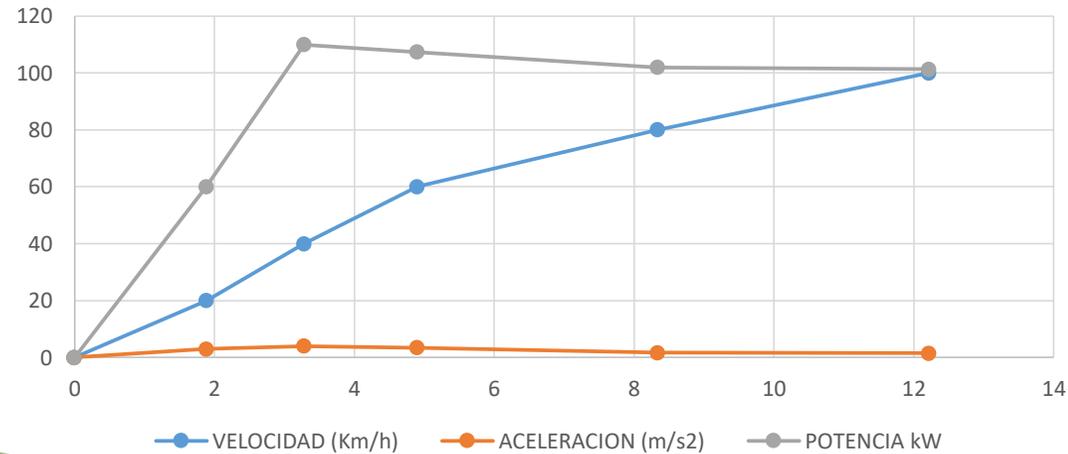




Prueba de aceleración en la ruta: Avenida Eloy Alfaro - entre gasolinera Puma y Niágara Promedio

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
1.886666667	20	2.944640754	60
3.283333333	40	3.977724741	110
4.903333333	60	3.429355281	107.3333333
8.34	80	1.616553508	102
12.22	100	1.431844215	101.3333333

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 75% - 100%

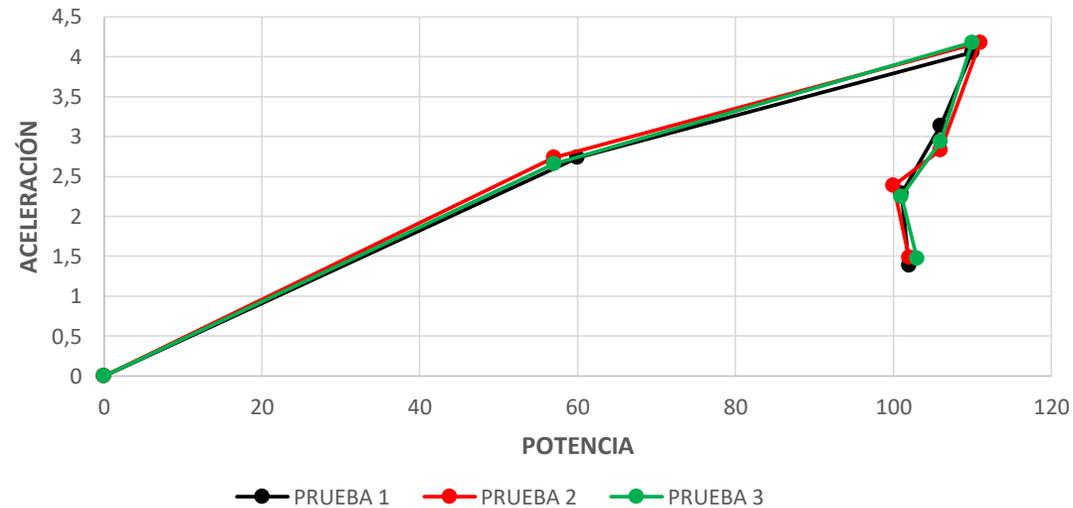




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
57	2.03	20	2.736726875	0.032141667
111	3.36	40	4.17710944	0.041008333
106	5.32	60	2.83446712	0.057711111
100	7.65	80	2.384358608	0.064722222
102	11.39	100	1.485442662	0.105966667

ACELERACIÓN VS POTENCIA 25% - 50%

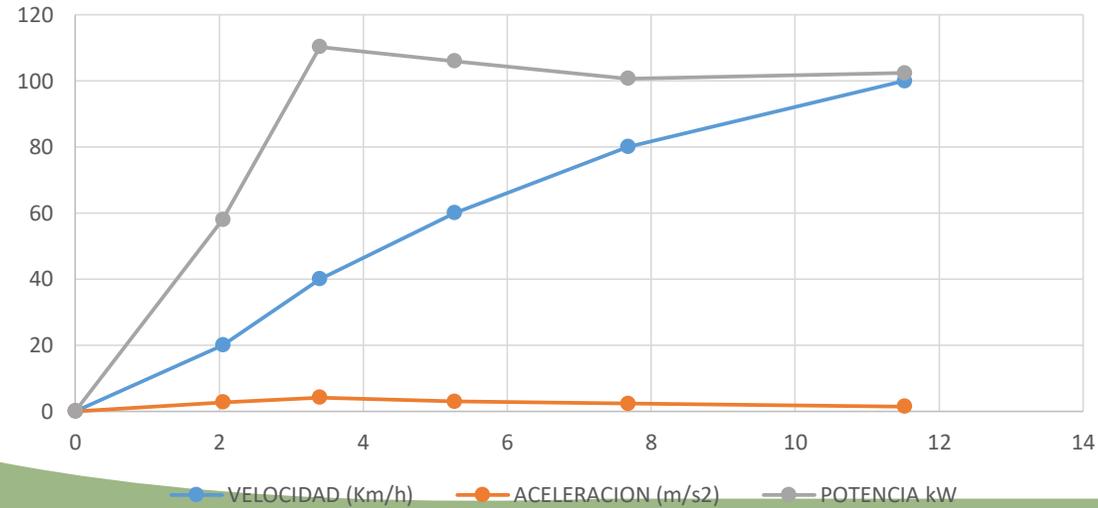




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.05	20	2.7100271	58
3.393333333	40	4.135649297	110.3333333
5.266666667	60	2.965599051	106
7.676666667	80	2.305209774	100.6666667
11.51666667	100	1.446759259	102.3333333

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 25% - 50%

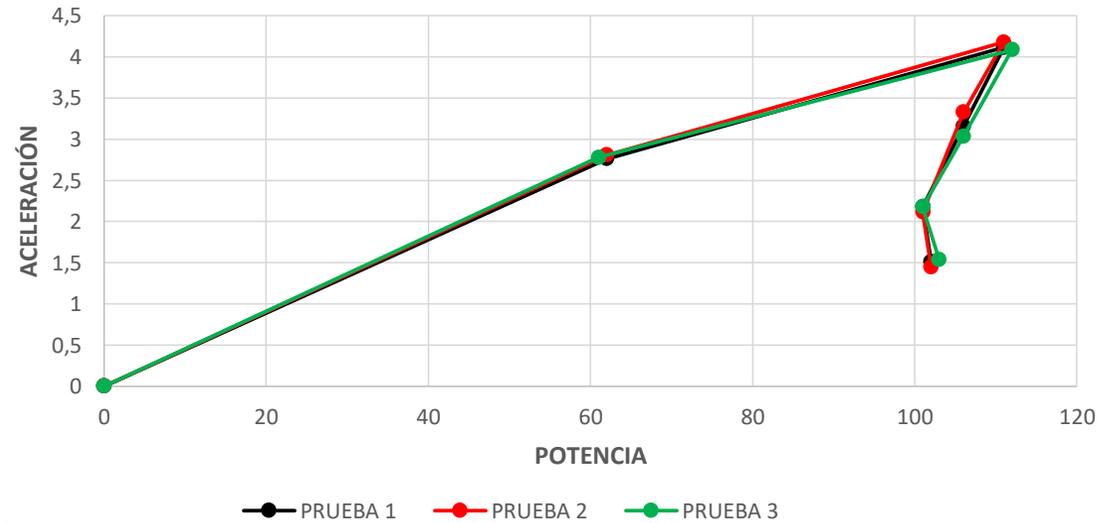




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

POTENCIA kW	TIEMPO (S)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
61	2.00	20	2.777777778	0.033091667
112	3.36	40	4.08496732	0.040638889
106	5.19	60	3.035822708	0.05565
101	7.74	80	2.178649237	0.069297222
103	11.35	100	1.538935057	0.107863889

ACELERACIÓN VS POTENCIA 50% - 75%

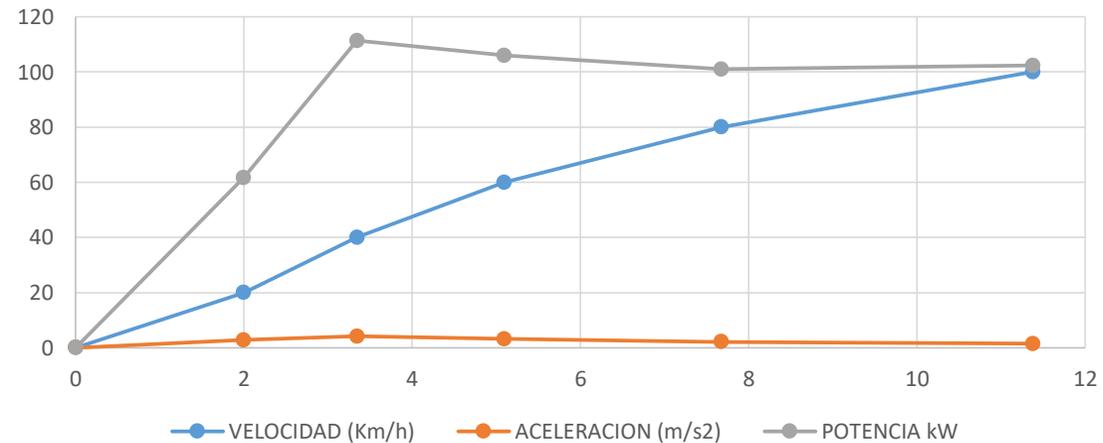




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
1.99666667	20	2.782415136	61.66666667
3.343333333	40	4.125412541	111.3333333
5.09666667	60	3.168567807	106
7.673333333	80	2.156101768	101
11.38	100	1.498800959	102.3333333

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 50% - 75%.

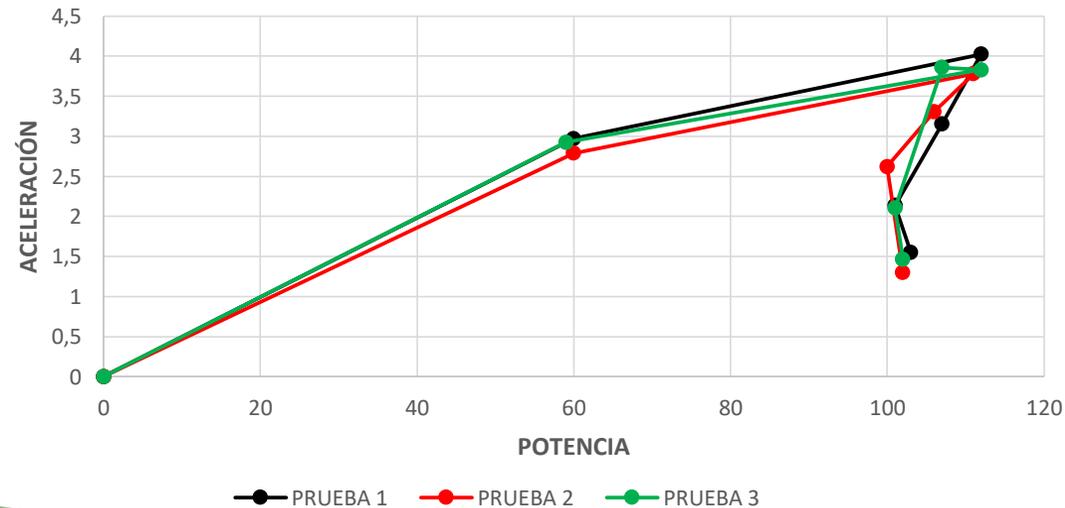




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
59	1.9	20	2.923976608	0.031138889
112	3.35	40	3.831417625	0.045111111
107	4.79	60	3.858024691	0.0428
101	7.43	80	2.104377104	0.074066667
102	11.22	100	1.465845793	0.107383333

ACELERACIÓN VS POTENCIA 75% - 100%

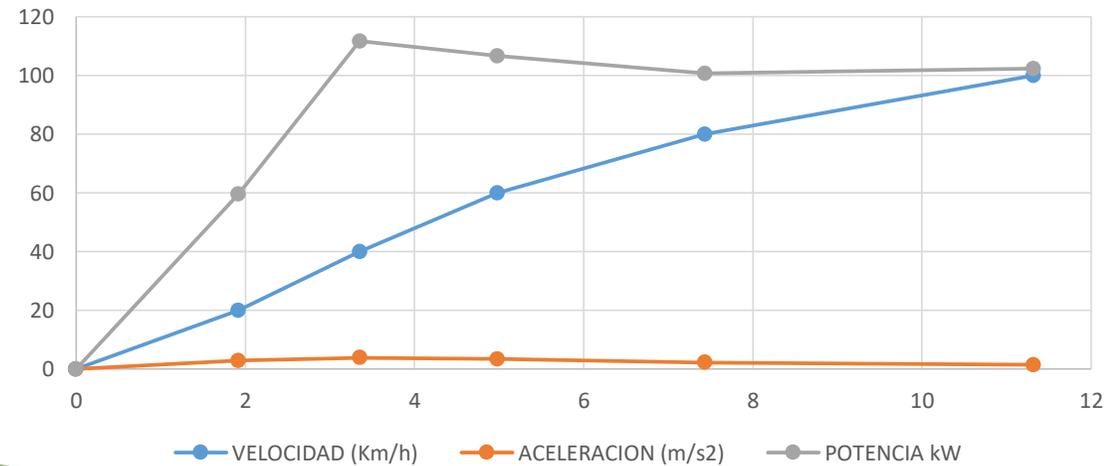




Prueba de aceleración en la ruta: Calle Quijano y Ordoñez – Estadio La Cocha.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
1.92	20	2.893518519	59.66666667
3.353333333	40	3.875968992	111.6666667
4.98	60	3.415300546	106.6666667
7.433333333	80	2.264492754	100.6666667
11.32	100	1.429388222	102.3333333

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 75% - 100%

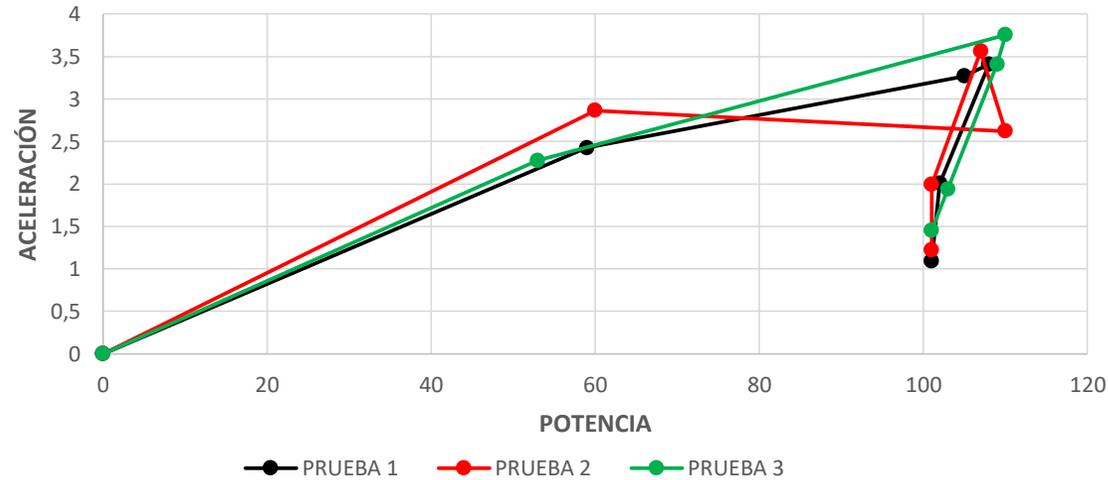




Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
53	2.44	20	2.276867031	0.035922222
110	3.92	40	3.753753754	0.045222222
109	5.55	60	3.408316292	0.049352778
103	8.42	80	1.935733643	0.082113889
101	12.25	100	1.450536699	0.107452778

ACELERACIÓN VS POTENCIA 25% - 50%

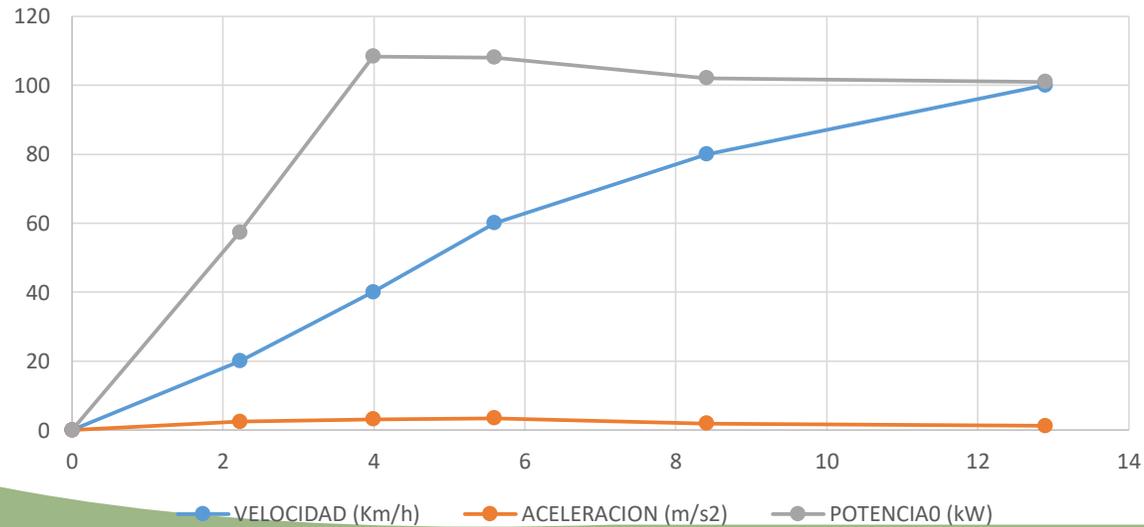




Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA0 (kW)
0	0	0	0
2.223333333	20	2.498750625	57.3333333
3.99	40	3.144654088	108.333333
5.596666667	60	3.457814661	108
8.406666667	80	1.977066034	102
12.89666667	100	1.237317496	101

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 25%-50%



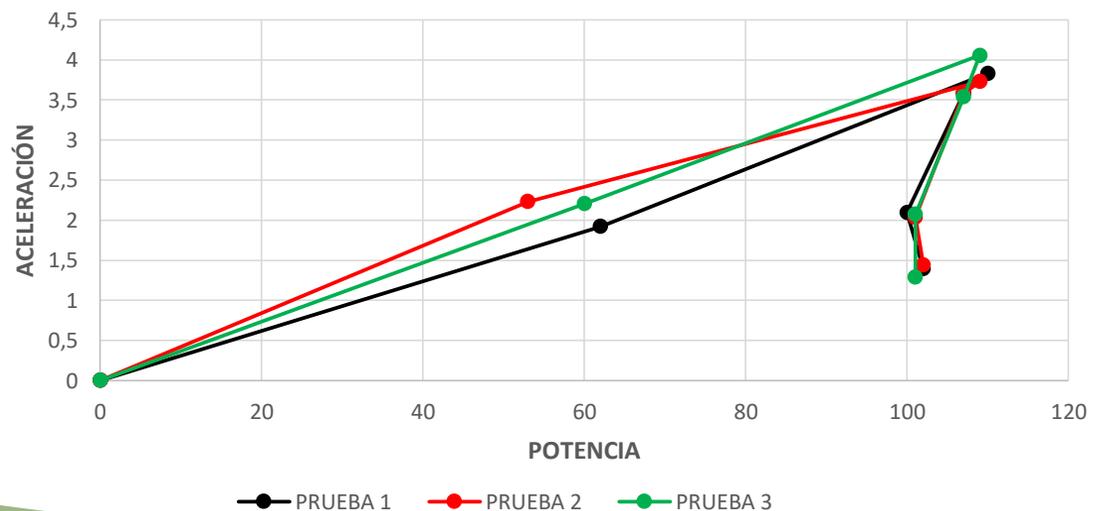


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
62	2.89	20	1.922337562	0.049772222
110	4.34	40	3.831417625	0.044305556
107	5.89	60	3.584229391	0.046069444
100	8.54	80	2.096436059	0.073611111
102	12.53	100	1.392369813	0.11305

ACELERACIÓN VS POTENCIA 50% - 75%

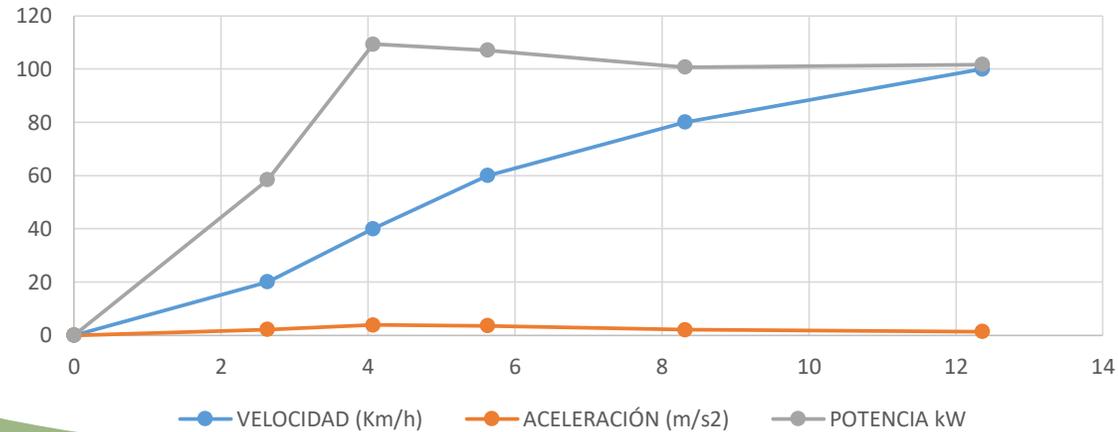




Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.633333333	20	2.109704641	58.33333333
4.07	40	3.866976025	109.3333333
5.626666667	60	3.568879372	107
8.313333333	80	2.067824648	100.6666667
12.36333333	100	1.371742112	101.6666667

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA vs TIEMPO 50% - 75%

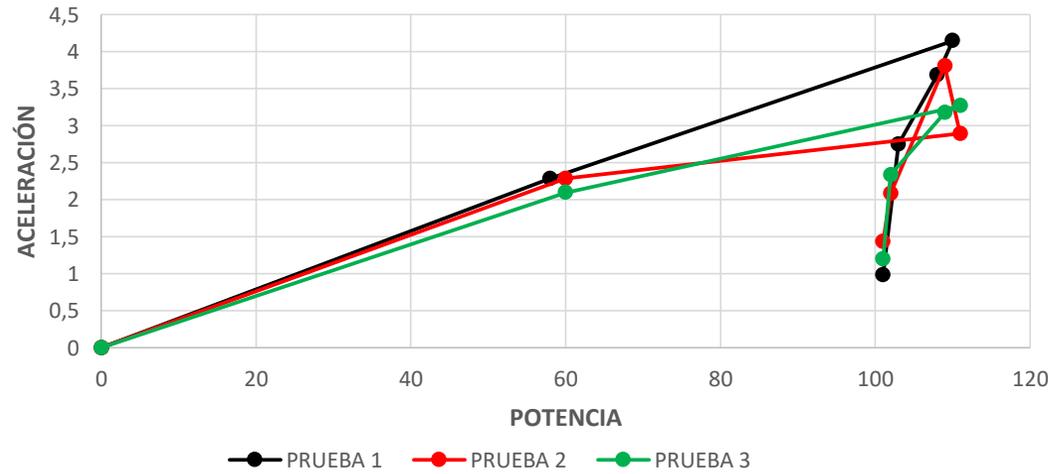




Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.43	20	2.286236854	0.0405
111	4.35	40	2.893518519	0.0592
109	5.81	60	3.805175038	0.044205556
102	8.48	80	2.080732418	0.07565
101	12.35	100	1.435544071	0.108575

ACELERACIÓN VS POTENCIA 75% - 100%

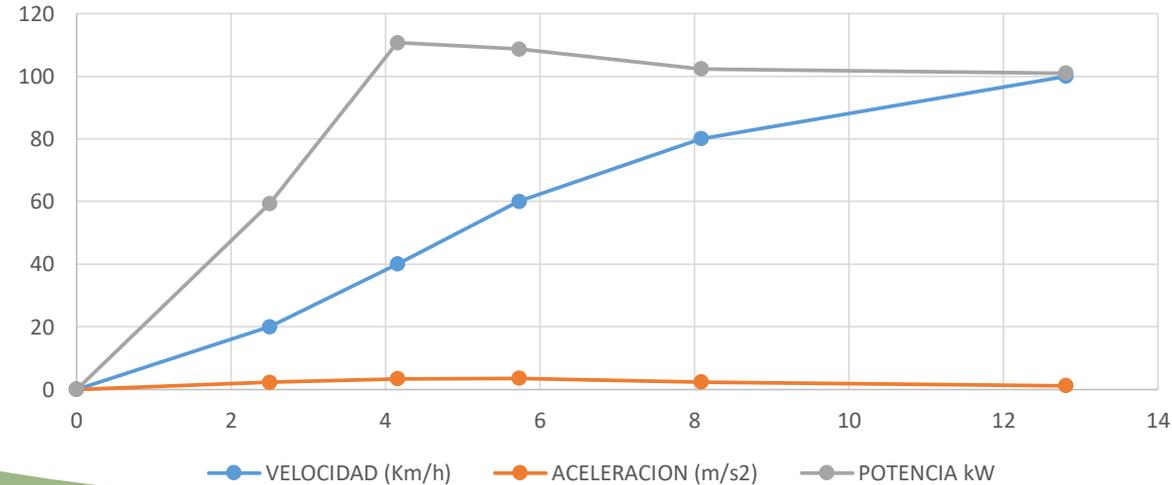




Prueba de aceleración en la ruta: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Campus Belisario Quevedo.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA0 (kw)
0	0	0	0
2.223333333	20	2.498750625	57.3333333
3.99	40	3.144654088	108.333333
5.596666667	60	3.457814661	108
8.406666667	80	1.977066034	102
12.89666667	100	1.237317496	101

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 75% - 100%

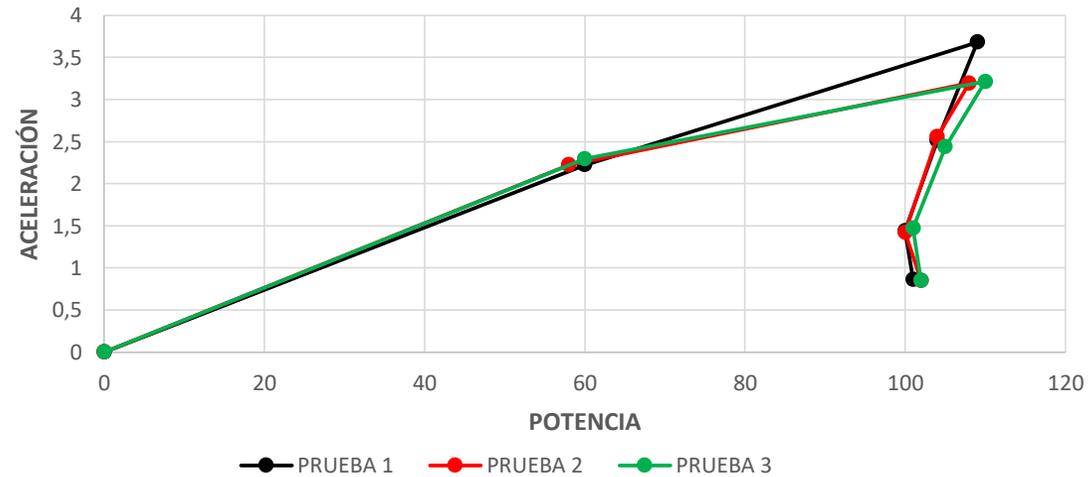




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.44	20	2.923976608	0.031666667
110	4.16	40	3.885003885	0.043694444
105	6.39	60	3.052503053	0.053083333
101	10.02	80	1.747030049	0.089216667
102	16.53	100	1.41723356	0.111066667

ACELERACIÓN VS POTENCIA 25% - 50%

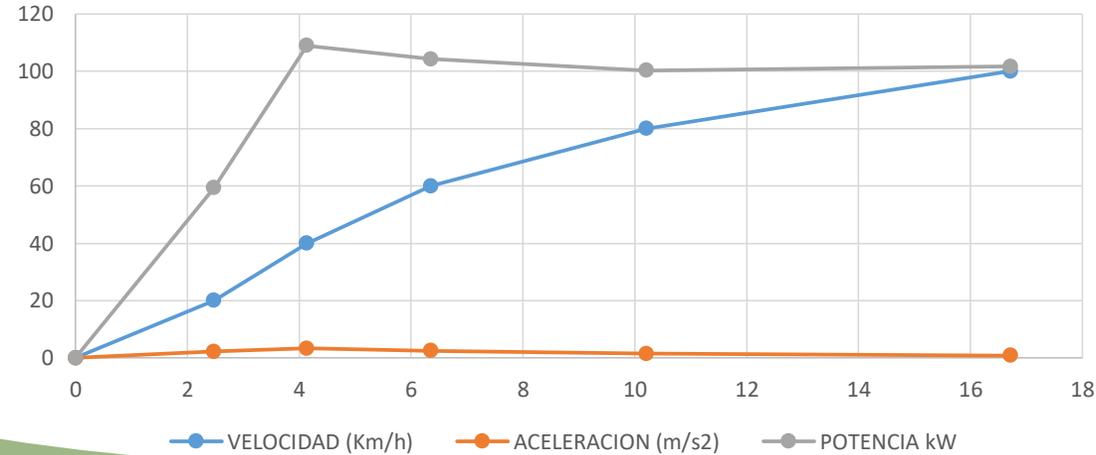




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.35	20	2.364066194	60
4.126666667	40	3.126954346	110.3333333
6.363333333	60	2.483854943	106.3333333
10.30333333	80	1.410039481	101
16.69	100	0.86986778	102.6666667

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 25% - 50%

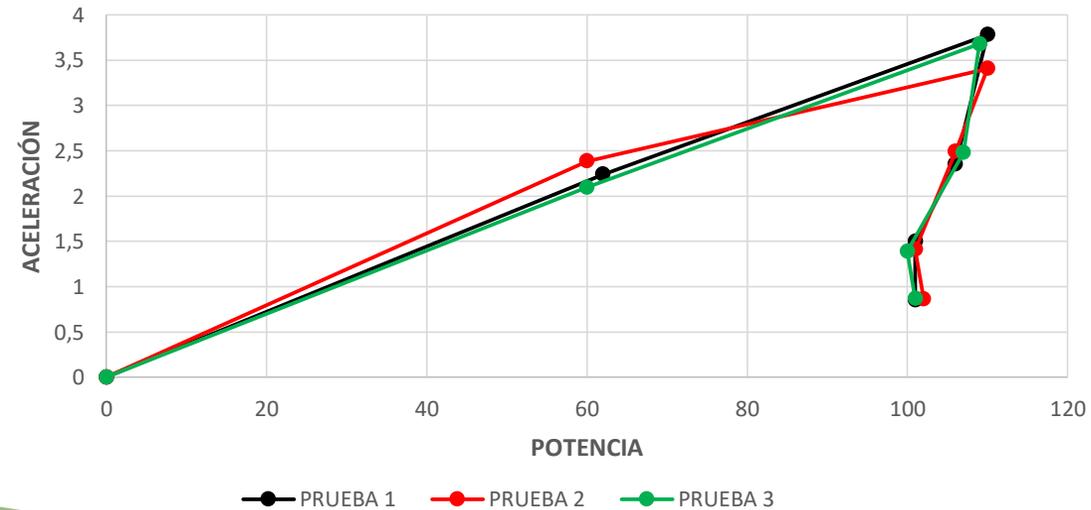




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.33	20	2.384358608	0.038833333
110	3.96	40	3.408316292	0.049805556
106	6.19	60	2.491280518	0.065661111
101	10.13	80	1.410039481	0.110538889
102	16.56	100	0.86400553	0.182183333

ACELERACIÓN VS POTENCIA 50% - 75%

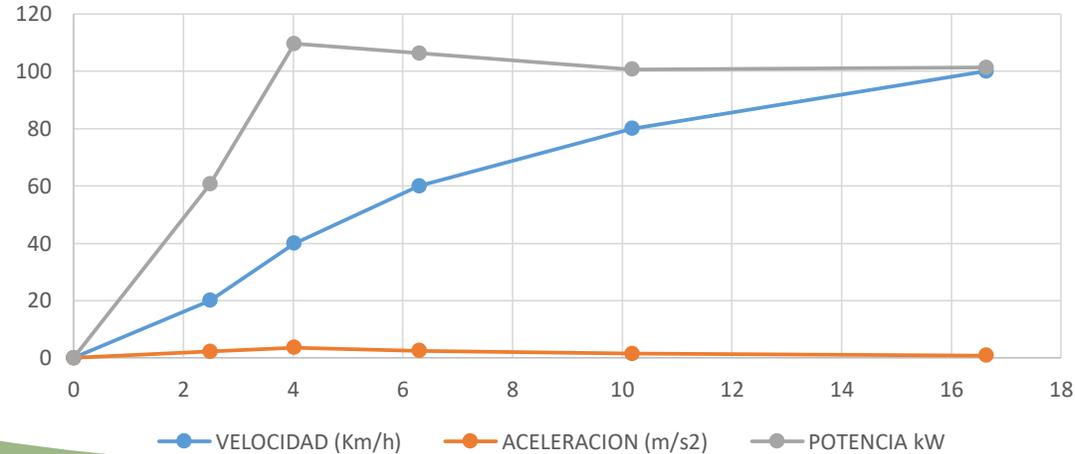




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.486666667	20	2.234137623	60.66666667
4.023333333	40	3.615328995	109.6666667
6.3	60	2.440214739	106.3333333
10.18	80	1.431844215	100.6666667
16.63666667	100	0.860437102	101.3333333

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 50% - 75%

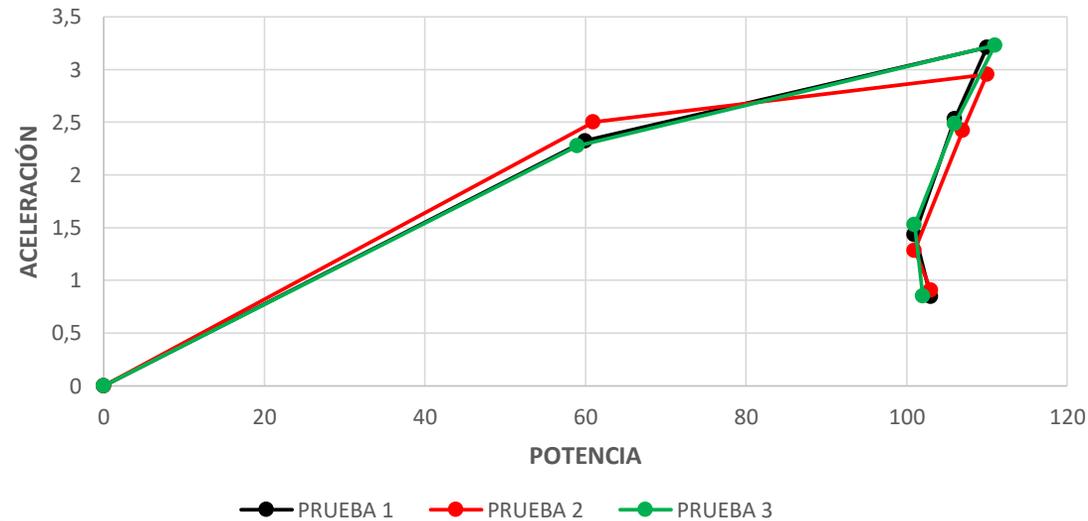




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
59	2.44	20	2.276867031	0.039988889
111	4.16	40	3.22997416	0.053033333
106	6.39	60	2.491280518	0.065661111
101	10.02	80	1.530456076	0.101841667
102	16.53	100	0.85338795	0.18445

ACELERACIÓN VS POTENCIA 75% - 100%

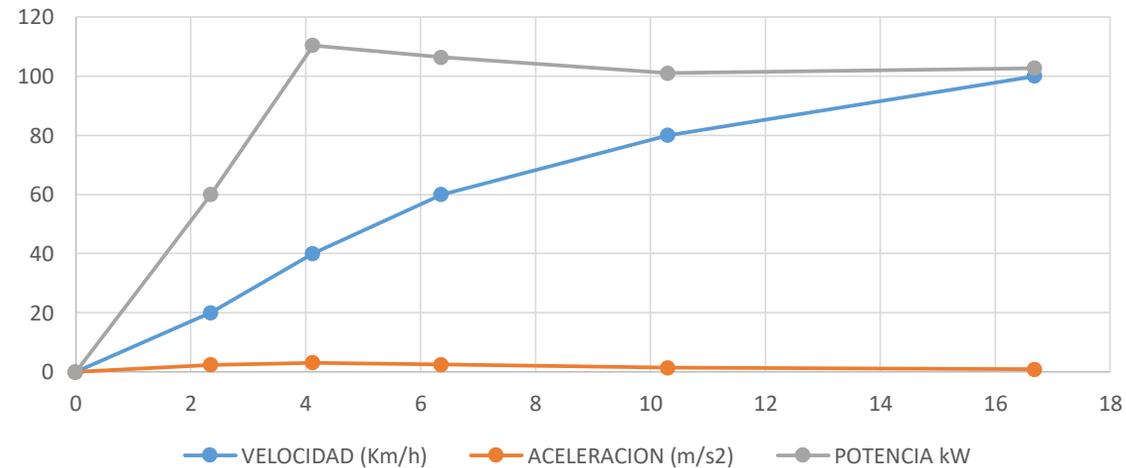




Prueba de aceleración en la ruta: Carretera Panamericana – Sector El Chasqui.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.35	20	2.364066194	60
4.126666667	40	3.126954346	110.3333333
6.363333333	60	2.483854943	106.3333333
10.30333333	80	1.410039481	101
16.69	100	0.86986778	102.6666667

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 75% - 100%

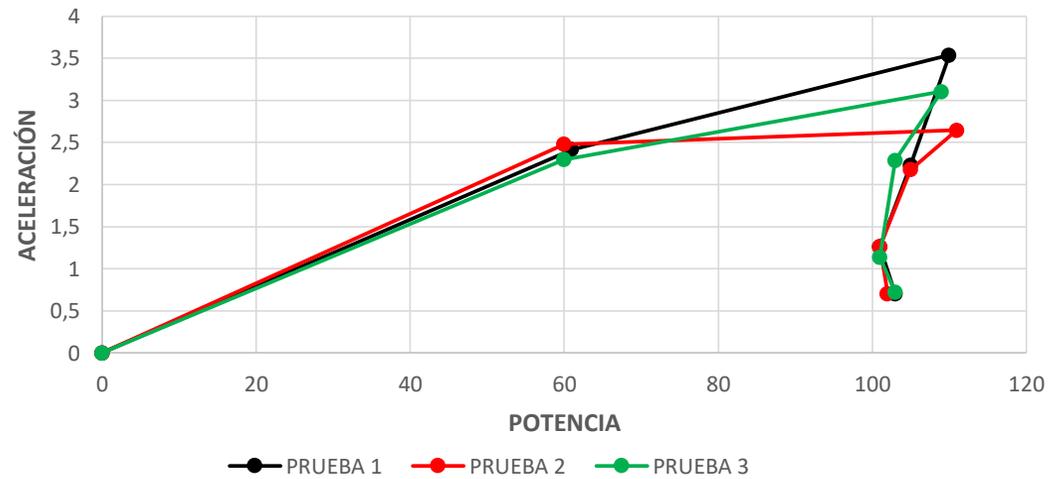




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.24	20	2.48015873	0.037333333
111	4.34	40	2.645502646	0.06475
105	6.89	60	2.178649237	0.074375
101	11.29	80	1.262626263	0.123444444
102	19.23	100	0.699692135	0.224966667

ACELERACIÓN VS POTENCIA 25% - 50%

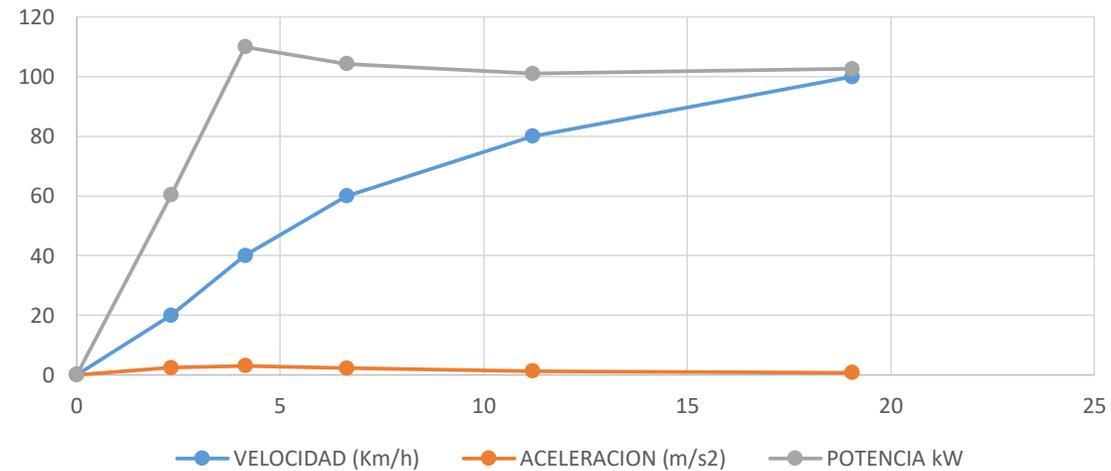




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.32	20	2.394636015	60.33333333
4.14	40	3.052503053	110
6.63	60	2.231146809	104.3333333
11.19333333	80	1.21743365	101
19.05	100	0.707113562	102.6666667

VELOCIDAD, ACCELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 25% - 50%

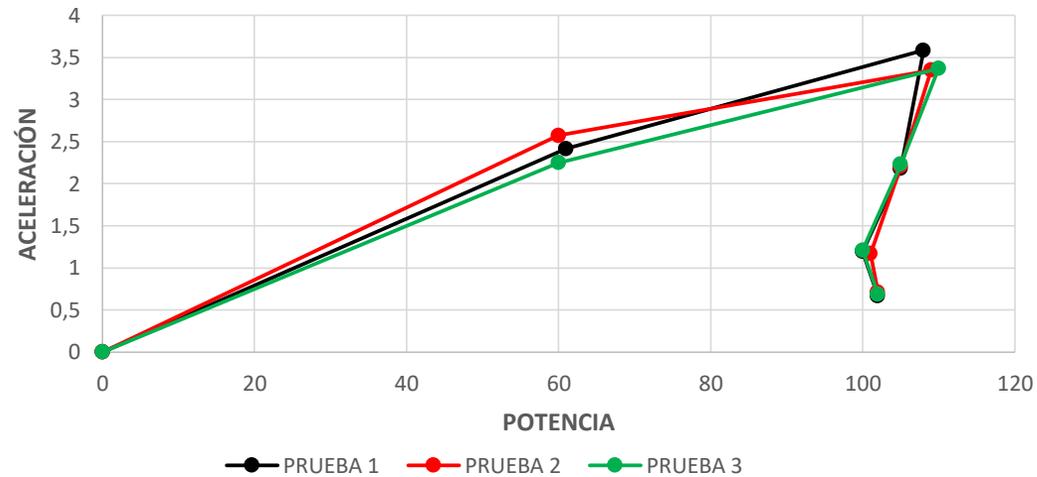




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.47	20	2.249212776	0.041166667
110	4.12	40	3.367003367	0.050416667
105	6.61	60	2.231146809	0.072625
100	11.2	80	1.210360687	0.1275
102	19.32	100	0.684181719	0.230066667

ACELERACIÓN VS POTENCIA 50% - 75%

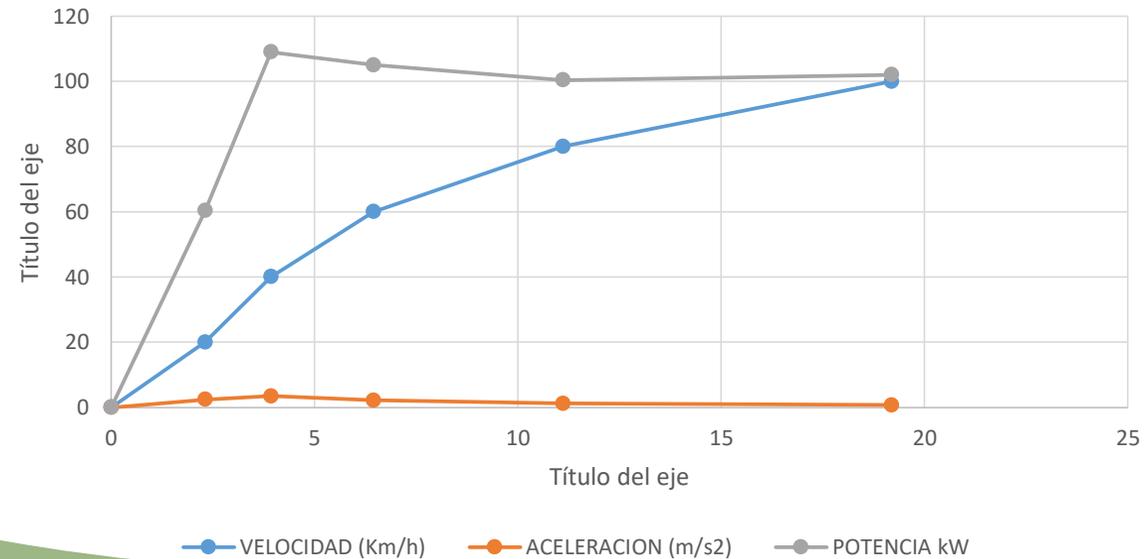




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.31	20	2.405002405	60.33333333
3.93	40	3.429355281	109
6.45	60	2.204585538	105
11.11666667	80	1.19047619	100.3333333
19.19666667	100	0.687568757	102

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 50% - 75%

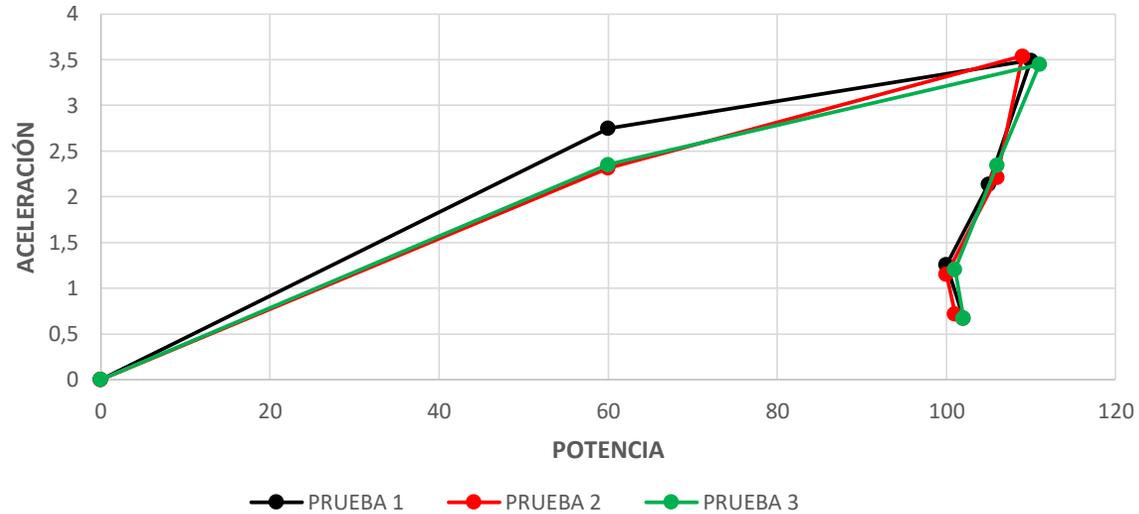




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

POTENCIA kW	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	CONSUMO (kWh)
0	0	0	0	0
60	2.36	20	2.354048964	0.039333333
111	3.97	40	3.450655625	0.049641667
106	6.34	60	2.344116268	0.069783333
101	10.94	80	1.207729469	0.129055556
102	19.19	100	0.673400673	0.23375

ACELERACIÓN VS POTENCIA 75% - 100%

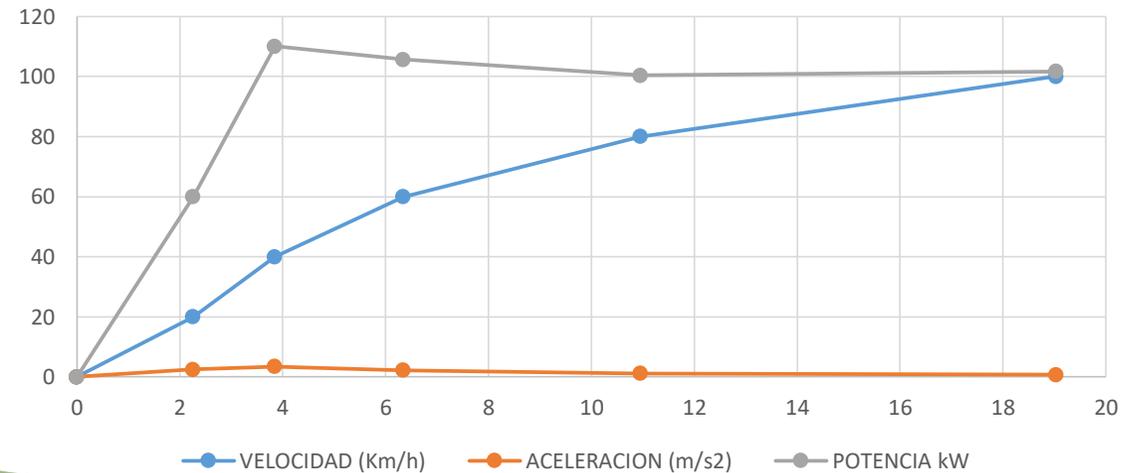




Prueba de aceleración en la ruta: Paso Lateral E35.

TIEMPO (s)	VELOCIDAD (Km/h)	ACELERACIÓN (m/s ²)	POTENCIA kW
0	0	0	0
2.26	20	2.458210423	60
3.85	40	3.494060098	110
6.343333333	60	2.228163993	105.6666667
10.95666667	80	1.204238921	100.3333333
19.03	100	0.688136526	101.6666667

VELOCIDAD, ACELERACIÓN, POTENCIA VS TIEMPO 75% - 100%





Conclusiones

- Se recopiló información de fuentes fiables como tesis, artículos, manuales, fichas técnicas, normativas y publicaciones, relacionadas con la temática del proyecto.
- Se estableció un protocolo de pruebas en base a la normativa seleccionada UNE 26 356 y 358 y SAE j 1491 para identificar el comportamiento del vehículo en diferentes condiciones de manejo.
- Se analizó la aceleración del vehículo, en el cual en todas las tablas se aprecia que es máxima en los 40 km/h debido a que la potencia entregada al motor es limitada por un sistema que puede ser seteado a diferentes valores para ser entregados al motor eléctrico.





Conclusiones

- Se analizó los tiempos en los diferentes tipos de pruebas a diferentes grados de gradiente, observando en las gráficas y en las tablas, que no existe una gran variación de tiempo hasta alcanzar los 40 km/h, a diferencia de los otros rangos que se nota la diferencia.
- Se examinó las pruebas realizadas en varios porcentajes de carga de la batería y a diferentes grados de gradiente, tras lo cual se pudo apreciar que el vehículo no pierde prestaciones al disminuir porcentaje de carga en la batería, indicando confiabilidad para el manejo sea en ciudad o en carretera.





Conclusiones

- Se realizó una comparación entre pruebas en plano y pendiente y la variación principal es el tiempo que demora el vehículo en alcanzar una velocidad específica, más no la potencia entregada para alcanzar dicha velocidad.
- Se analizó el sistema limitador de potencia entregada al motor, teniendo en cuenta que puede afectar parámetros como la autonomía del vehículo, temperatura de operación de las baterías y desempeño del motor eléctrico.





Recomendaciones

- Elegir rutas que permitan realizar pruebas a alta velocidad para no tener ningún contratiempo ni contravención y evitar rutas con alta concurrencia vehicular.
- Tomar en cuenta los documentos necesarios para la circulación del vehículo de prueba en la ciudad ya que al ser nuevo no cuenta con papeles necesarios para su libre tránsito urbano.
- Observar las normativas seleccionadas y los protocolos establecidos para este tipo de pruebas y saber bajo qué condiciones se debe operar el vehículo.





Recomendaciones

- Antes de realizar las pruebas calibrar todos los equipos a ser utilizados y tener en cuenta que la calzada no esté mojada ni húmeda ya que puede existir variación en los datos.
- Una vez comenzada las pruebas en el intervalo de carga de la batería deben realizarse de manera continua y con intervalos de tiempo no mayor a dos minutos.
- Una vez finalizada cada prueba anotar todos los datos para resetear y encerrar los instrumentos de medición y evitar datos erróneos.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Nuestra mayor debilidad radica en renunciar. La forma mas segura de tener éxito es siempre intentarlo una vez más.”

Thomas Edison

