

ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA LA INTEGRACIÓN DE TAXIS ELÉCTRICOS EN EL SECTOR PÚBLICO DE BUCARAMANGA.

Autores:

Carlos Eduardo Sarmiento Rodríguez

Edward Arley Jerez Montañez

**BUCARAMANGA
2019**

Director:

**Yesid Alfonso Muñoz
Maldonado Ph.D**

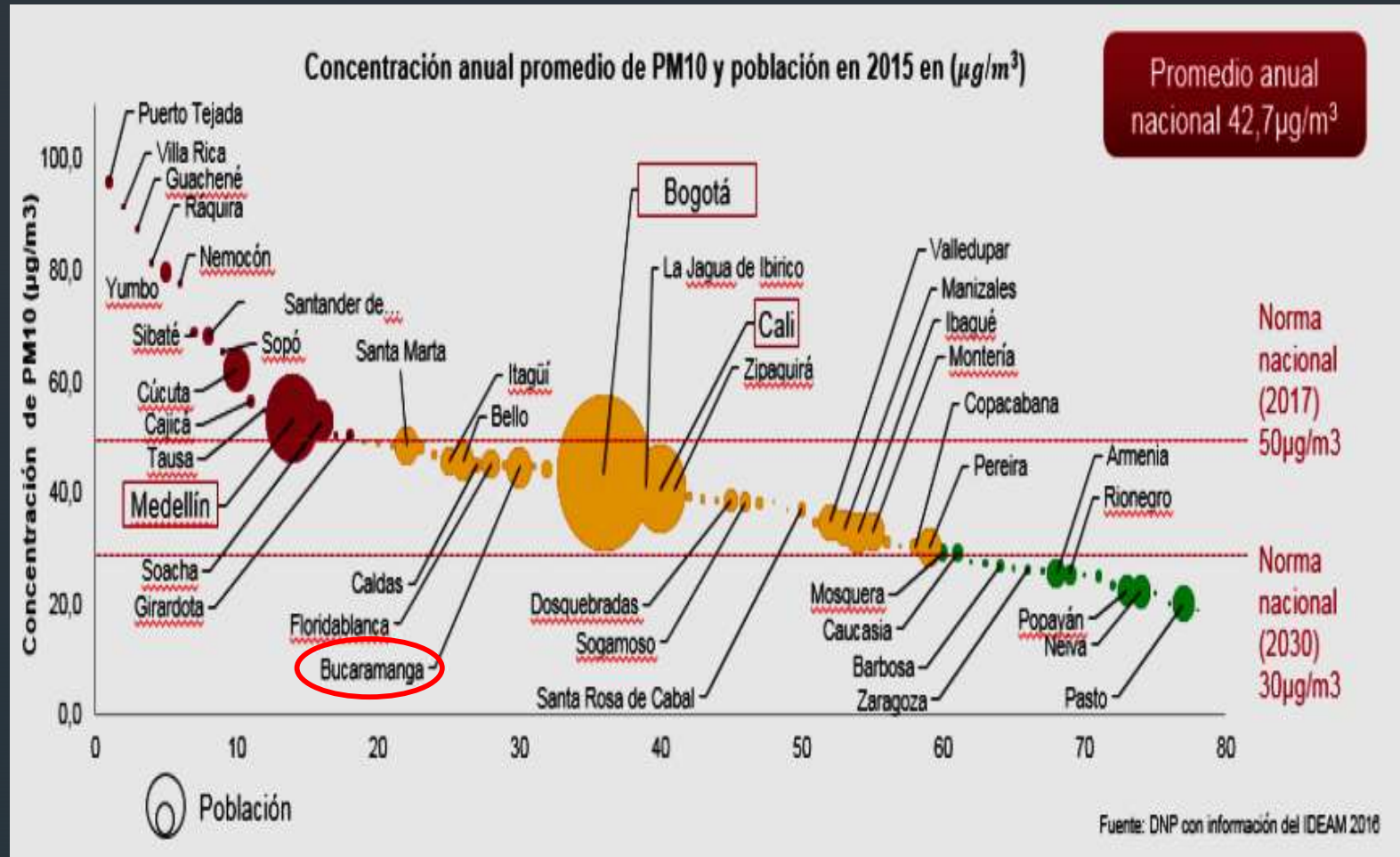
Codirector:

**Cesar Giovanni Acevedo
Ph.D.(C)**

Tabla de contenido

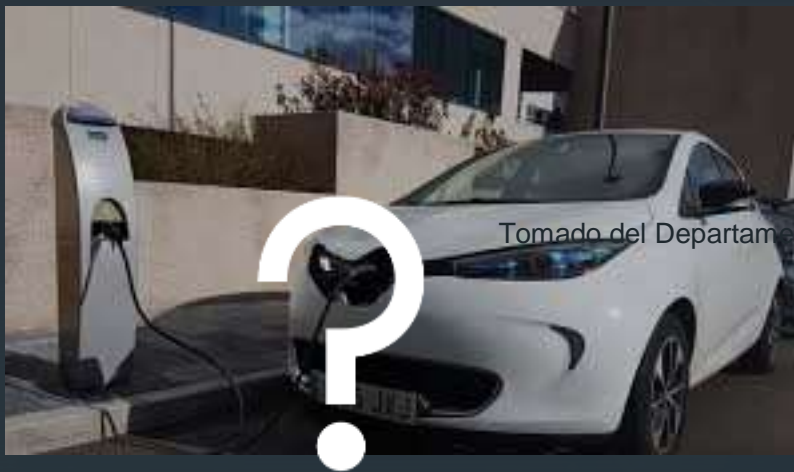
- Identificación del problema
- Objetivos
- Metodología
- Desarrollo
- Conclusiones
- Recomendaciones

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA



IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

- Tendencia de los combustibles fósiles a la alza de precios



Tomado del Departamento de Planeación Nacional

- Falta de información en cuanto a los vehículos eléctricos en el sector publico

OBJETIVO GENERAL

- Proponer un escenario para la incorporación de taxis eléctricos en el área metropolitana de Bucaramanga; determinando tendencias de operación en los recorridos, su autonomía de funcionamiento, los tiempos de carga en electrolinerías y costos de mantenimiento, teniendo como escenarios base vehículos a gasolina y a gas y así comparar estos resultados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

• Identificar las barreras que pueden afrontar los taxis eléctricos en Bucaramanga.

• Determinar las diferentes autonomías de un taxi convencional a gas y a gasolina y un Vehículo eléctrico para una comparación técnica y económica de estos.

• Analizar la infraestructura requerida para incorporación de taxis eléctricos en Bucaramanga (cantidad de electrolinerías y distribución).

• Generar recomendaciones de actuaciones políticas que puedan incentivar a los taxistas el adquirir este tipo de tecnología.

Metodología

Determinación de
barreras

Estudio de tendencia de
recorridos

Prueba de autonomía y
consumo

Análisis financiero

Determinación de la
infraestructura de recarga

Determinación de actuaciones
políticas que incentiven la
movilidad eléctrica

DESARROLLO



Determinación de barreras para la incorporación de vehículos

- Infraestructura talleres esp



Vehículo
BMW I3
Renault Twi
Nissan Lea
BYD e5
Renault Zo
Renault Kangoo

Fuente: Revista la republica

Determinación de barreras para la incorporación de vehículos

- Infraestructura (puntos de recarga, talleres especiales para VE)



Vehículo	Precio COP
BMW I3	\$ 164.900.000
Renault Twizy	\$ 40.000.000
Nissan Leaf	\$ 133.000.000
BYD e5	\$ 107.000.000
Renault Zoe	\$ 100.000.000
Renault Kangoo Z.E	\$ 88.500.000

- Precios (Costos altos de adquisición)

Estudio de tendencia de recorridos de taxis en Bucaramanga

- Se realizo pruebas de recorridos a 10 taxistas con la ayuda de una aplicación móvil

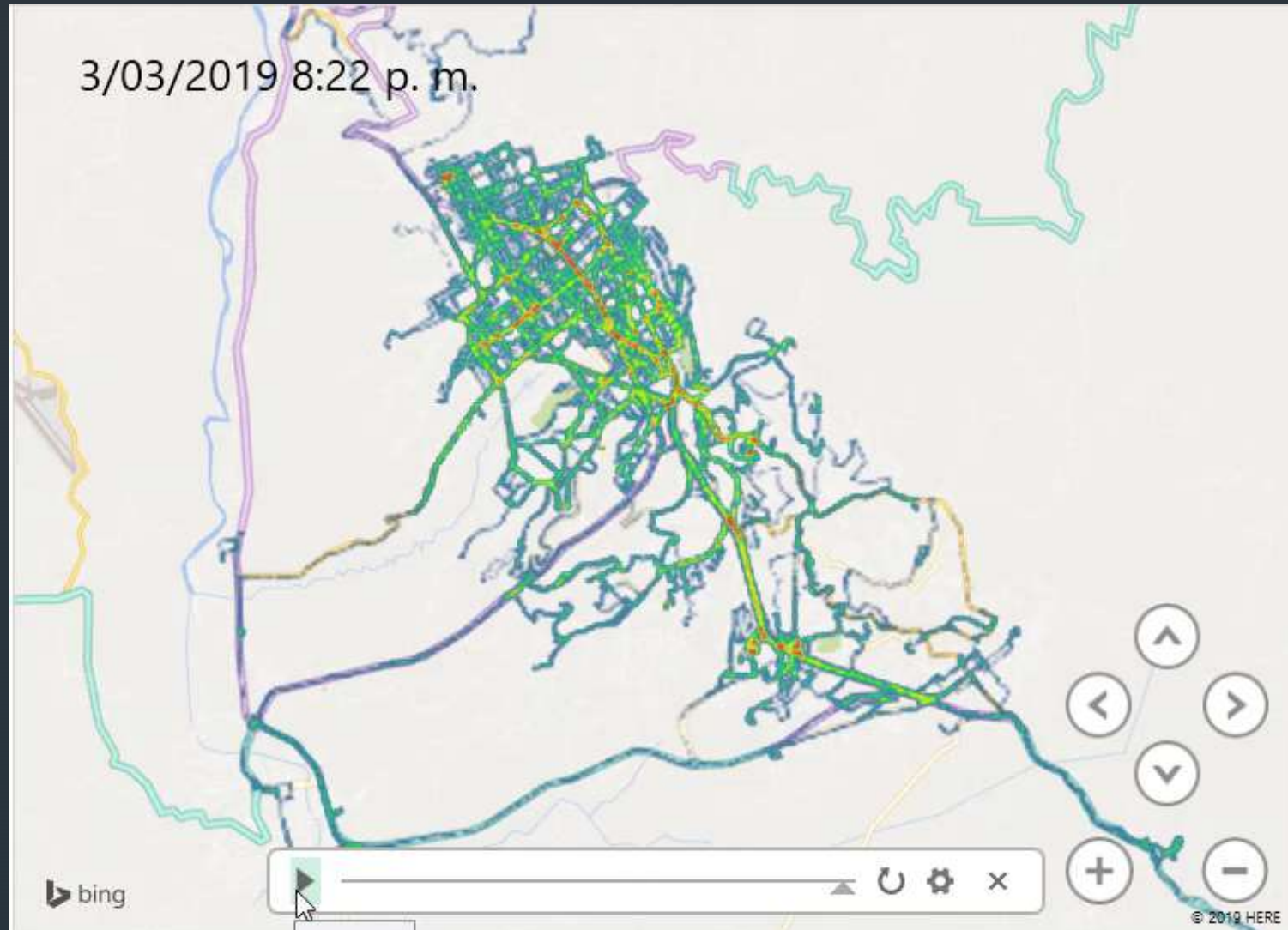
MODELO DE TAXI	CANTIDAD
Hyundai i10	23
Kia picanto	7
Chevrolet Spark	1



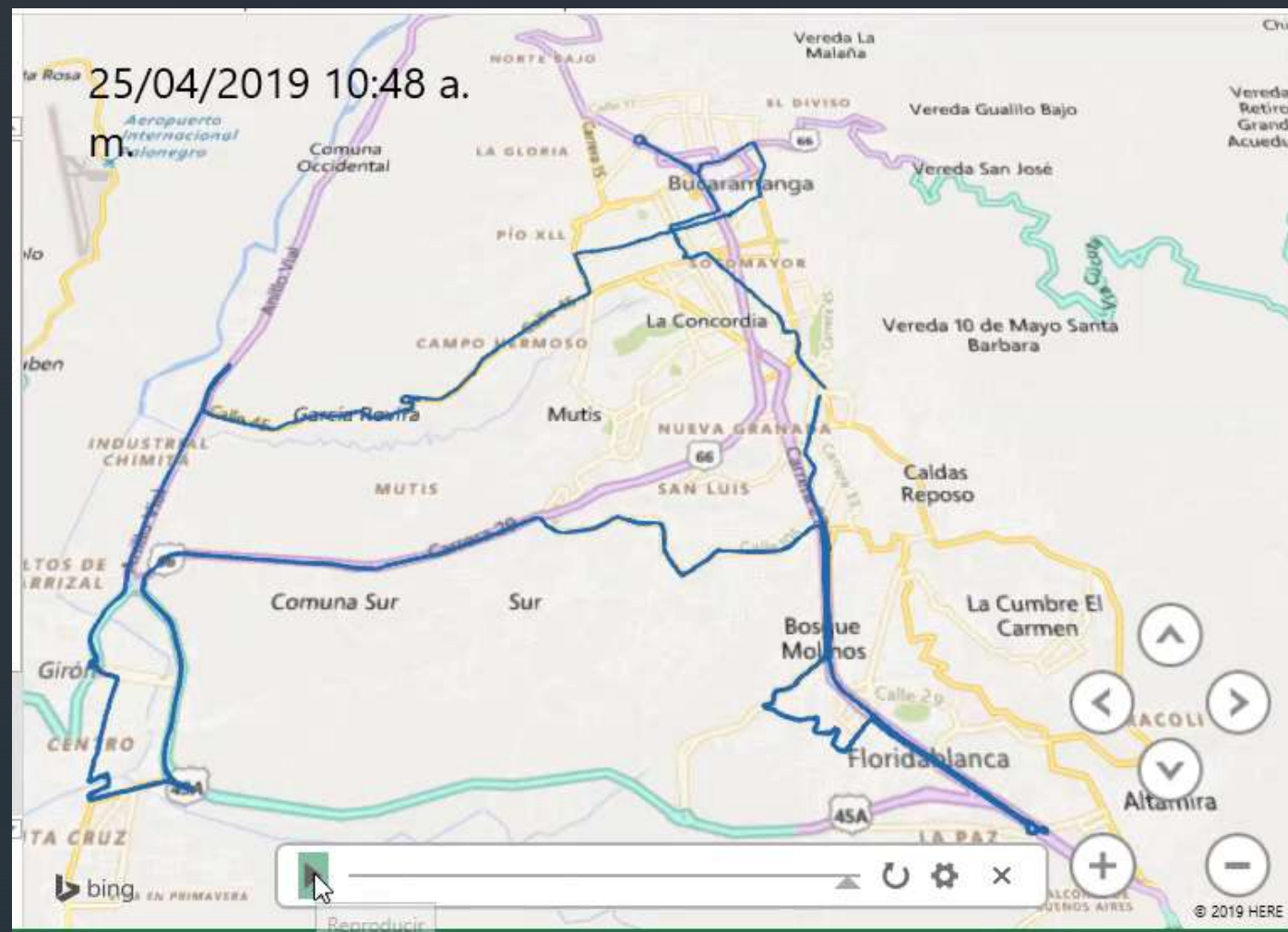
Monitoreo



- A partir de los resultados se diseño una ruta característica.



- Ruta característica



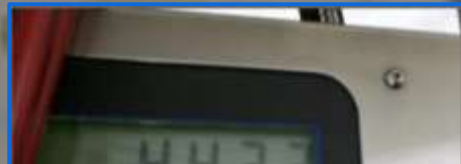
Prueba de autonomía y consumo

- Para realizar las pruebas de autonomía se opto por usar 3 vehículos cada uno funcionaba con los combustible en consideración (Gasolina , GNV y Electricidad).



Fase 3: Prueba de autonomía y consumo

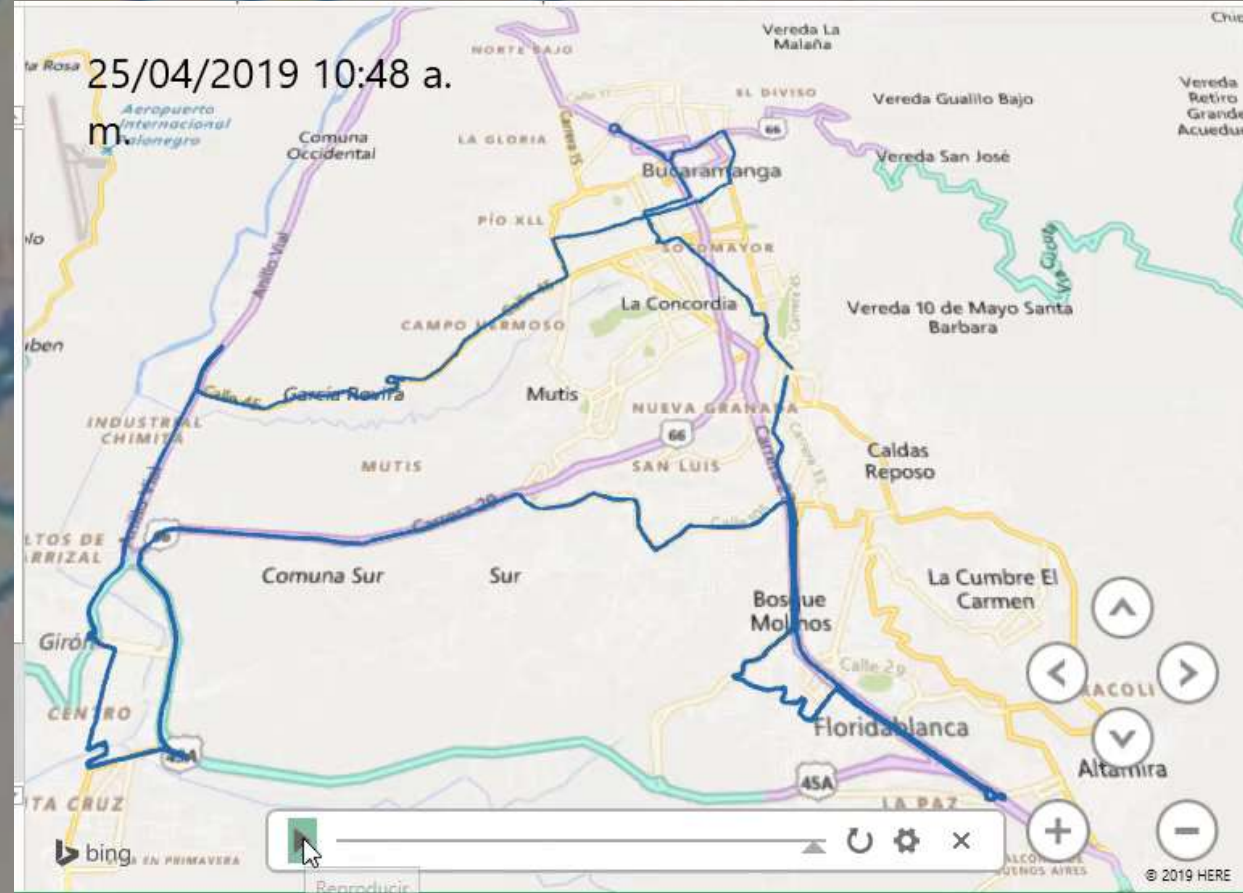
- Medición de la autonomía



GASOLINA

GPS Time	Device Time	Longitude	Latitude	GPS Speed (V)	Horizontal D	Altitude	Bearing	G(x)	G(y)	G(z)	G(calibrated)	Fuel used (trip/total)	Fu
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	8	974	0	130.124.867	479.319.191	683.460.426	0.05396373	1.0712148-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	10	974	0	0.93014735	462.726.707	659.159.279	0.02868851	1.0712616-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	10	974	0	190.099.621	573.052.288	752.736.998	0.01412555	1.0713283-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	10	974	0	280.369.444	634.168.396	769.137.287	0.06301922	1.0713972-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	9	974	0	-0.20829555	365.714.312	641.442.294	0.01457833	1.0714467-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.006	7.116.462.542	0	8	974	0	0.8762778	48.691.438	662.870.312	0.02637032	1.0715129-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.993.264	7.116.472.434	0.01	8	973	326.1	-0.19393034	329.442.148	950.258.636	0.04136875	1.0715742-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.993.121	7.116.475.515	0.17	10	972	326.1	-0.2690477	329.202.724	915.901.852	0.01149009	1.0716413-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-7.311.992.803	7.116.476.188	0.14999999	9	972	326.1	-0.2621631	322.838.095	941.639.519	0.03408247	1.0717080-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	8	973	0	-0.02274452	338.040.893	923.323.917	0.02394041	1.0717577-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	9	973	0	-0.21787235	336.505.055	927.394.009	0.02996429	1.0718213-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	9	973	0	0.1376666	338.659.835	942.477.512	0.02871851	1.0718213-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	9	973	0	-0.07900865	329.083.014	913.886.806	0.00913766	1.0718213-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	9	973	0	-122.702.837	418.246.468	994.671.059	0.1593896	1.0718213-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	7	973	0	0.2645591	723.013.812	98.292.417	0.00790886	1.0718213-		
Thu Apr 25 11:25-Apr-2019	-731.199.266	7.116.478.491	0	8	973	0	0.9540894	784.750.288	530.195.951	0.0126756	1.0718213-		

Precio de Gasolina	9.200 COP
Consumo	9.753,57

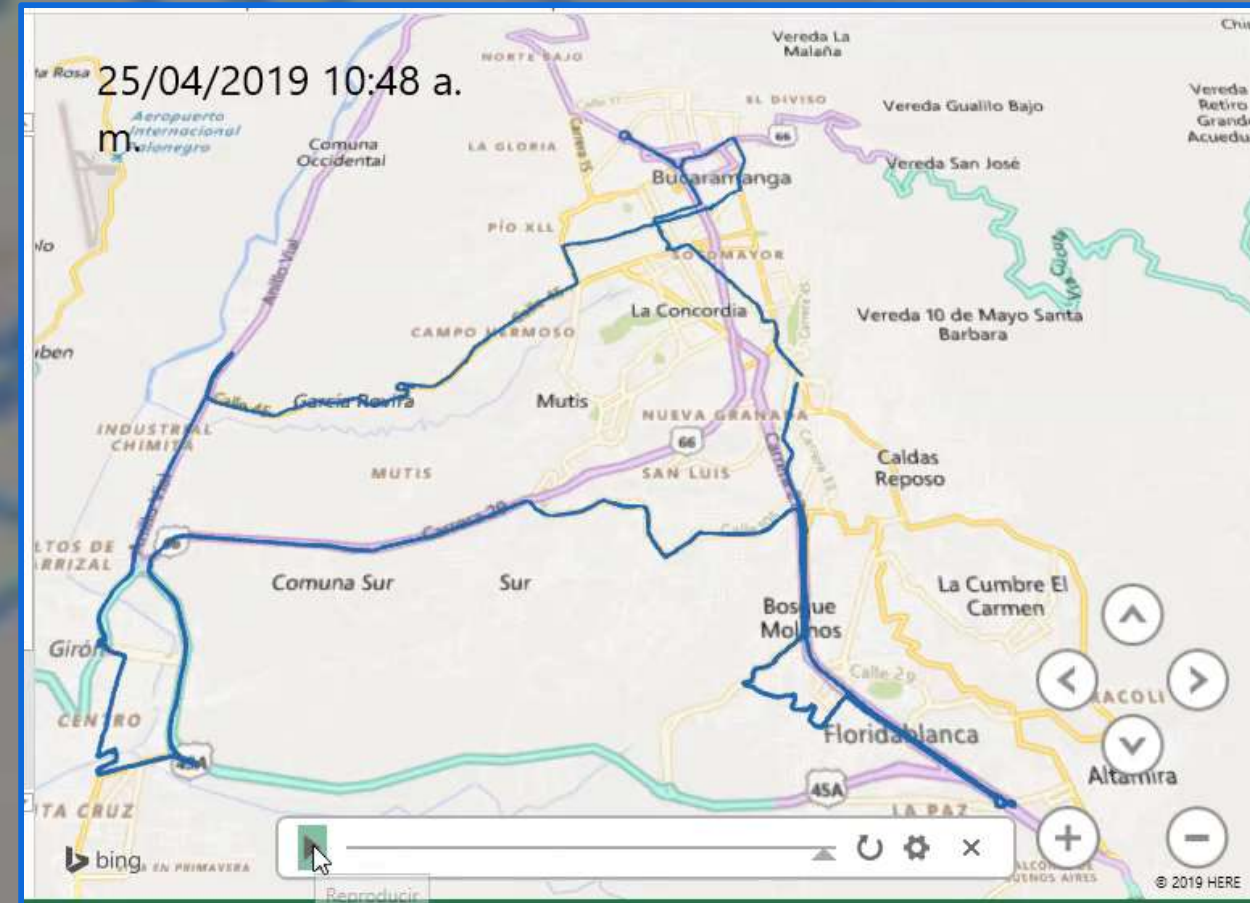


Prueba de autonomía y consumo

- Medición de la autonomía



Eléctrico



Prueba de autonomía y consumo

RESULTADOS DE LA PRUEBA

Variables	Valores		
Modelo	Taxis Atos 1000	Grand i10 1000	BYD e5
Energético	Gas Natural	Gasolina	Electricidad
Distancia	44.6[km]	44.6[km]	44.6[km]
Costo de combustible	1499[\$COP/m ³]	9385[\$COP/gal]	502[\$COP/kWh]
Consumo	2.95 [m3]	1.045[gal]	7.86[kWh]
Costo de combustible en la ruta	4422.05[COP]	9807.325[COP]	3522.032[COP]



45.08%



100%



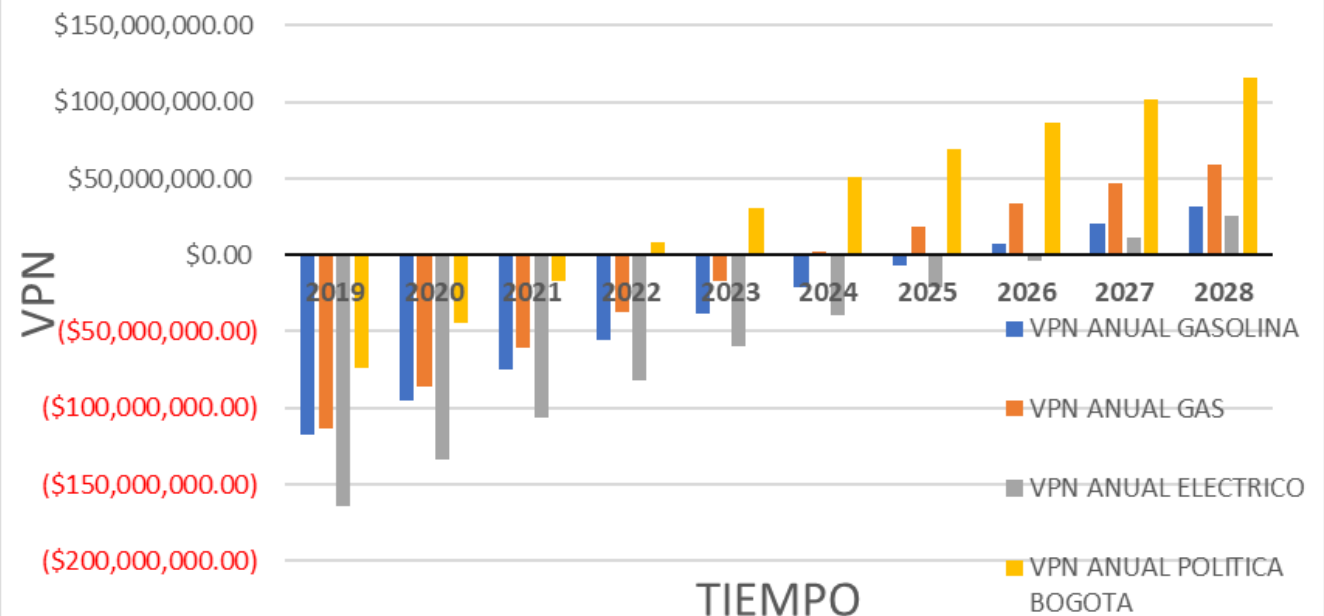
35.9%

Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos.
- Costos de Operación y Mantenimiento.
- Tiempo de duración del escenario 10 años.
- Compra del cupo.
- El mismo dueño trabaja el vehículo
- Política de incentivo Bogotá.

ESCENARIO PARA PERSONA NATURAL QUE DESEE COMPRAR UN TAXI 2019-2028

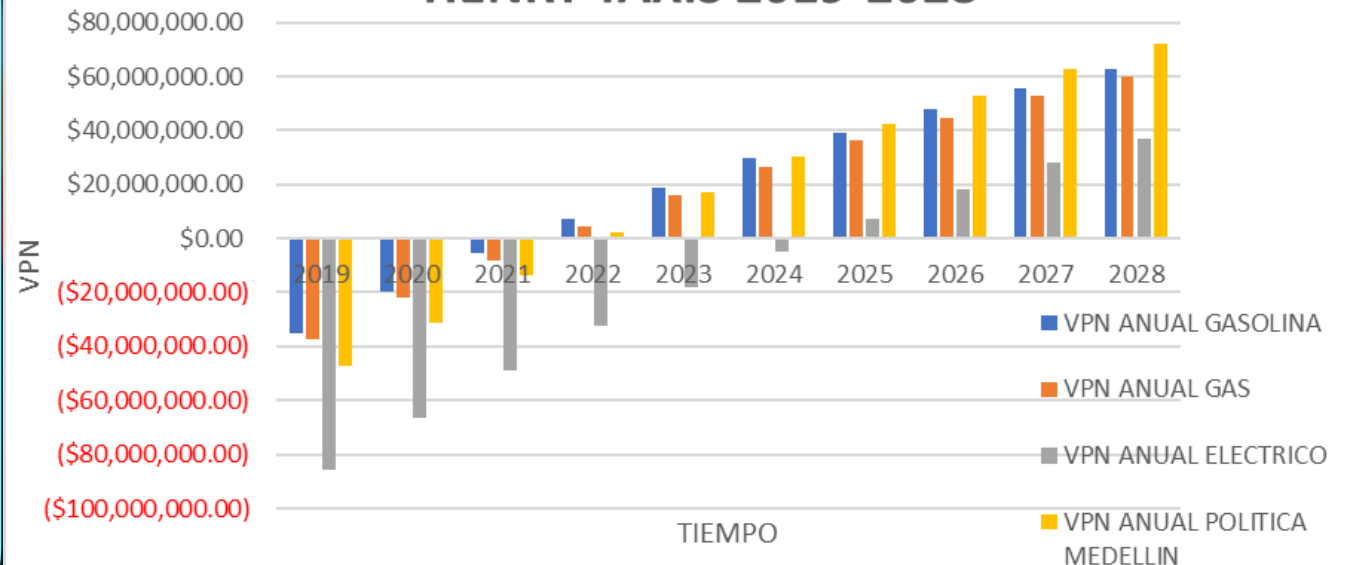


Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos.
- Costos de Operación y Mantenimiento.
- Tiempo de duración del escenario 10 años.
- Tenencia del cupo.
- Servicios de un conductor
- Ingreso de una tarifa
- Política de incentivo Medellín.

ESCENARIO PARA REPOSICIÓN DE VEHICULOS HENRY TAXIS 2019-2028



Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Tiempo de duración del escenario 10 años
- Tenencia del cupo
- El mismo dueño trabaja el vehículo

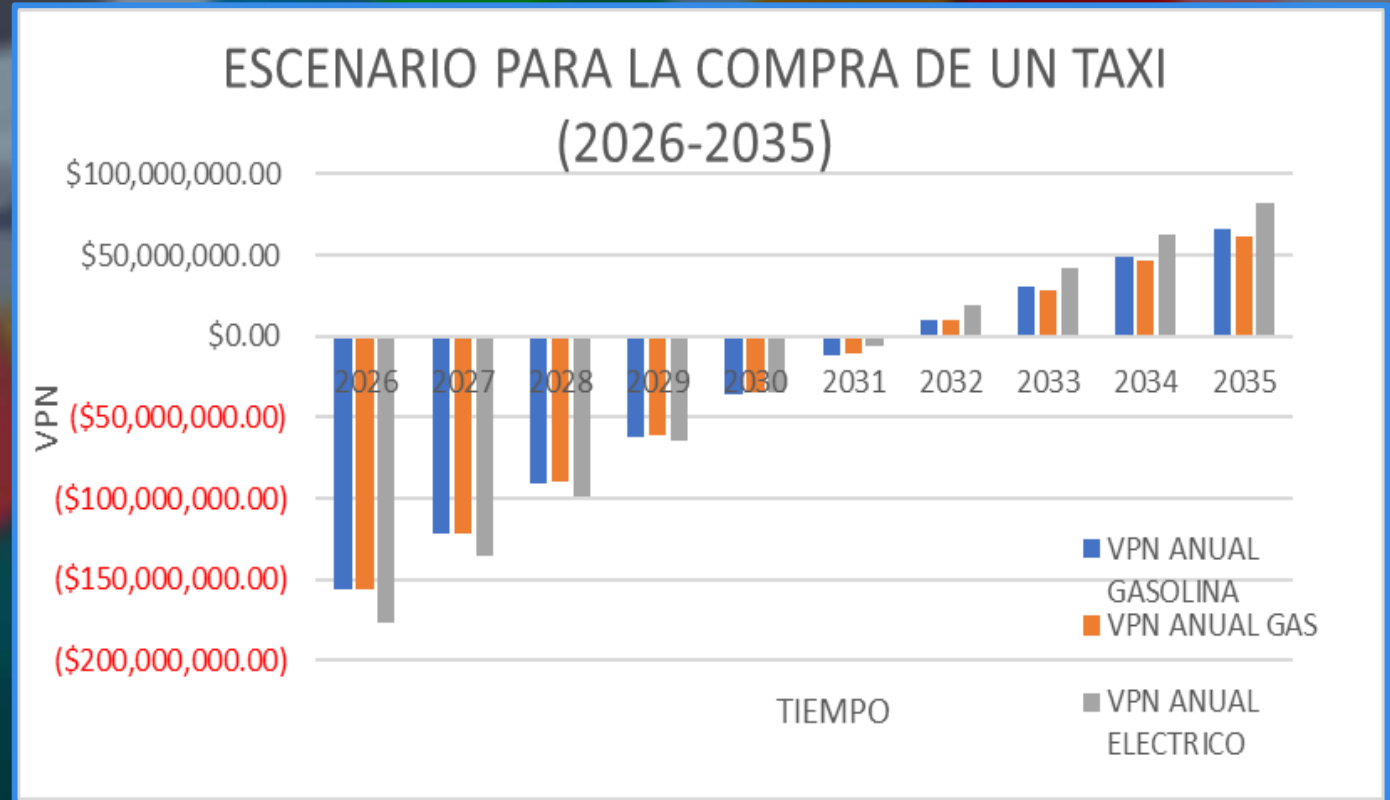
ESCENARIO PARA PERSONA NATURAL QUE DESEE LA REPOSICION DEL VEHÍCULO TENIENDO EL CUPO 2019-2028.



Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos.
- Costos de Operación y Mantenimiento.
- Tiempo de duración del escenario 10 años.
- Compra del cupo.
- El mismo dueño trabaja el vehículo



Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Tiempo de duración del escenario 10 años
- Tenencia del cupo
- No solicitar servicios de conductor

ESCENARIO PARA LA REPOSICION DE VEHICULO (2026-2035)

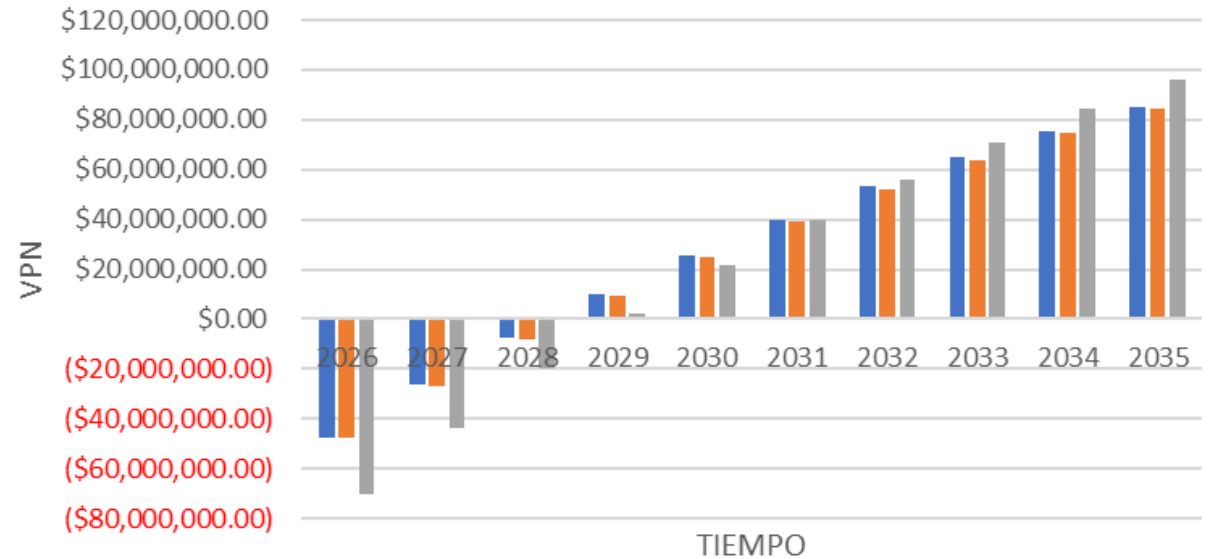


Análisis financiero

CONSIDERACIONES

- Proyecciones en los precios de los energéticos.
- Costos de Operación y Mantenimiento.
- Tiempo de duración del escenario 10 años.
- Tenencia del cupo.
- Servicios de un conductor
- Ingreso de una tarifa
- .

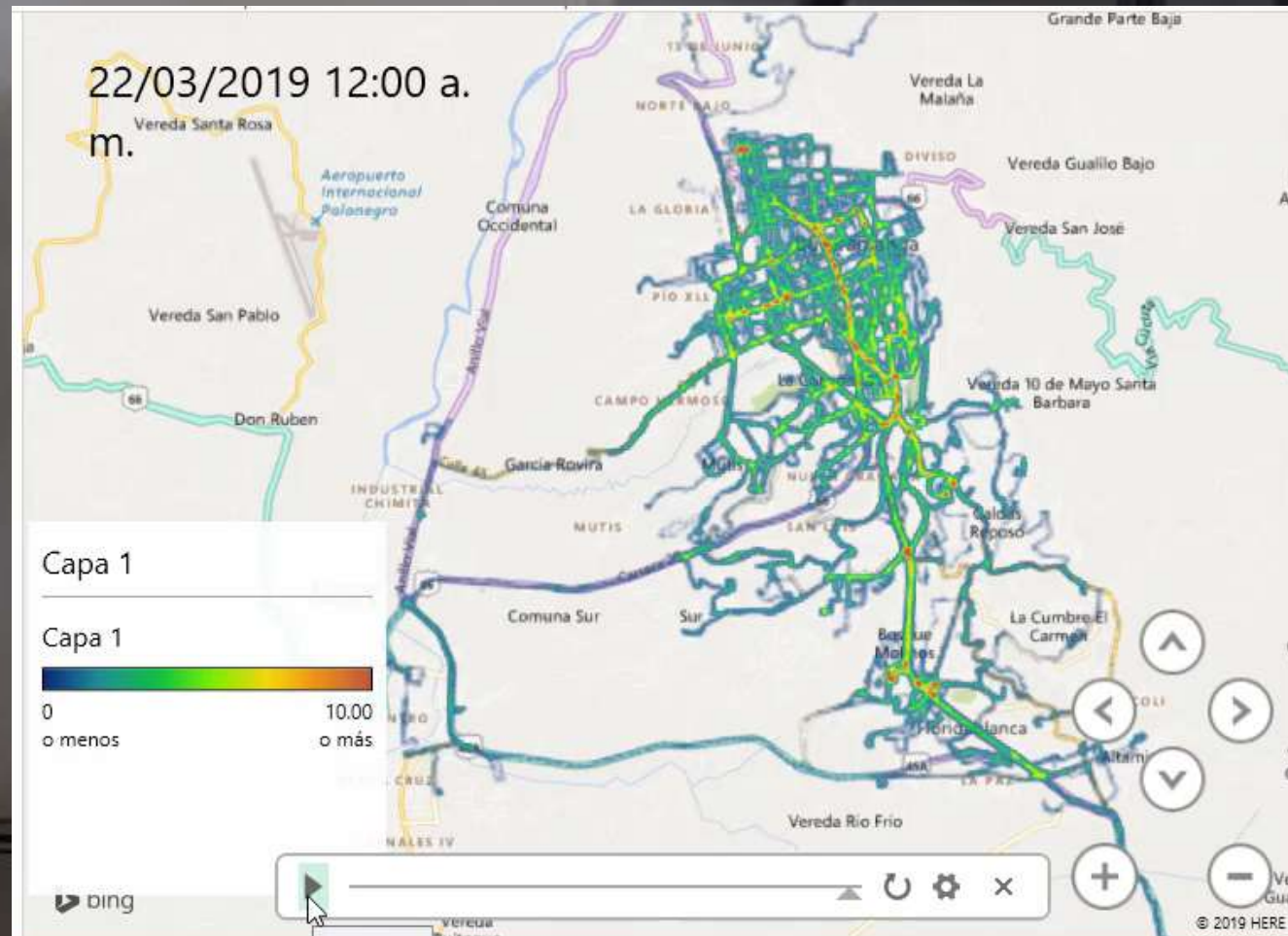
ESCENARIO REPOSICION DE VEHICULOS PARA LA EMPRESA DE HENRY TAXIS (2026-2035)



Determinación de la infraestructura de recarga

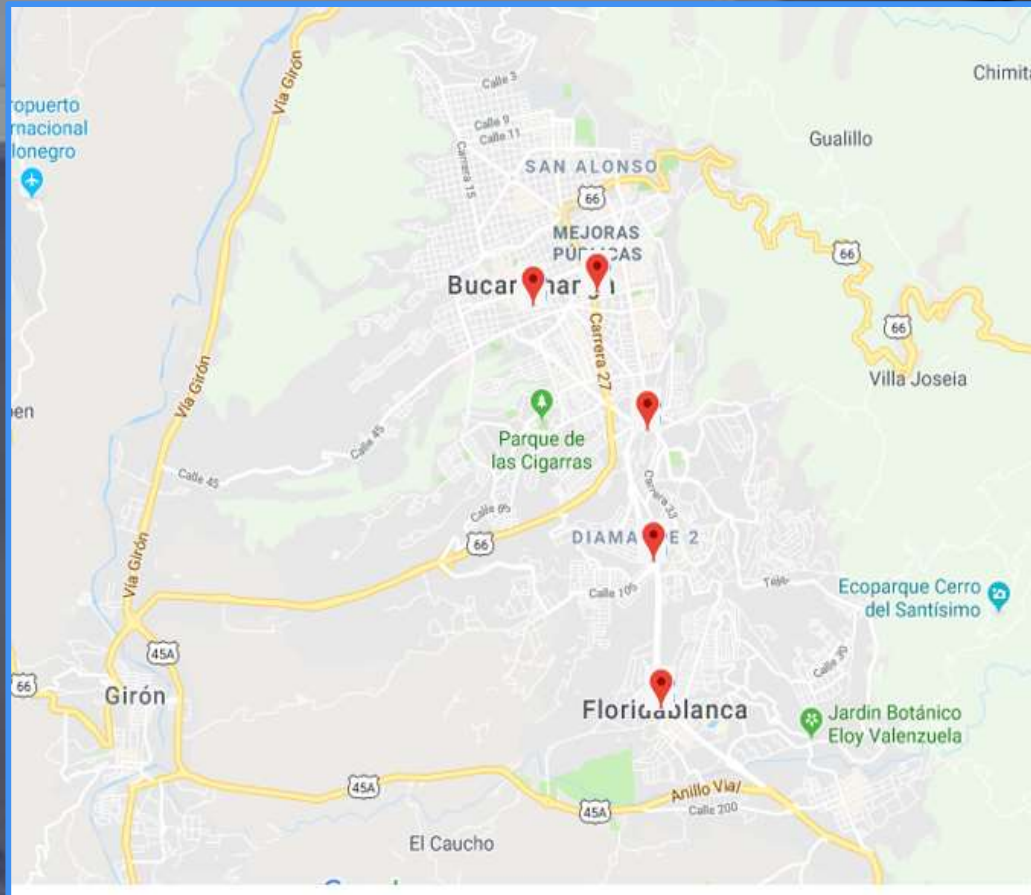
Reviewed literature	User/destination orientation				Route orientation						
	Demand density	Distance user—CS	Distance destinat.—CS	Dwell time	Trip length	Traffic density	Travel time	Queuing	EV range (SOC)	CS range	Finance cost
Ahn and Yeo (2015)					x	x					x
Andrenacci et al. (2016)						x				x	
Asamer et al. (2016)						x				x	
Baouche et al. (2014)					x						x
Böhm (2013)					x		x				x
Brooker and Qin (2015)	x	x		x							
Cai and Shu (2014)	x			x							
Cavadas et al. (2014)	x		x	x							x
Chung and Kwon (2015)						x					
Cruz-Zambrano, Corchero, Iqualada-Gonzalez, and Bernardo (2013)	x										x
Dong et al. (2014)				x	x					x	x
Efthymiou et al. (2012)	x		x								
Eisel, Schmidt, and Kolbe (2014)				x	x	x					
Frade et al. (2011)	x	x	x	a							
Gao and Lu (2015)	x				x ^b						
Gkatzoflias, Drossinos, and Zambelli (2016)	x		x								
Guo and Zhao (2015) ^c											
Han et al. (2016)						x	x	x	x		x
He et al. (2016)	x	x									
Hidalgo et al. (2016)				a		x			x		x
Huang et al. (2016)			x			x				x	x
Islam, Shareef, and Mohamed (2016)						x					x
Islam, Mohamed and Shareef (2015)	x										x
Jia, Hu, Liang, Lang, and Song (2014)	x										x
Kameda and Mukai (2011)					x		x				
Kang, Feinberg, and Papalambros (2016)							x	x	x		x
Li et al. (2015)							x	x			
Li et al. (2016)					x						
Li and Huang (2014)							x	x			
Liu, Zhang, Ji, and Li (2012)						x					
Luo, Huang, and Gupta (2015) and Luo, Huang, and Gupta (2016)	x									d	
Namdeo et al. (2014)	x										
Rajabi-Ghahnavieh and Sadeghi-Barzani (2016)	x										
Rastegarfar, Kashanizadeh, Vakilian, and Barband (2013)											x

Determinación de la infraestructura de recarga



- El mapa de calor determina las zonas con mayor flujo vehicular
- A su vez coinciden con zonas de interés, donde hay alta concurrencia poblacional.

Determinación de la infraestructura de recarga



Ubicación de posibles electrolineras

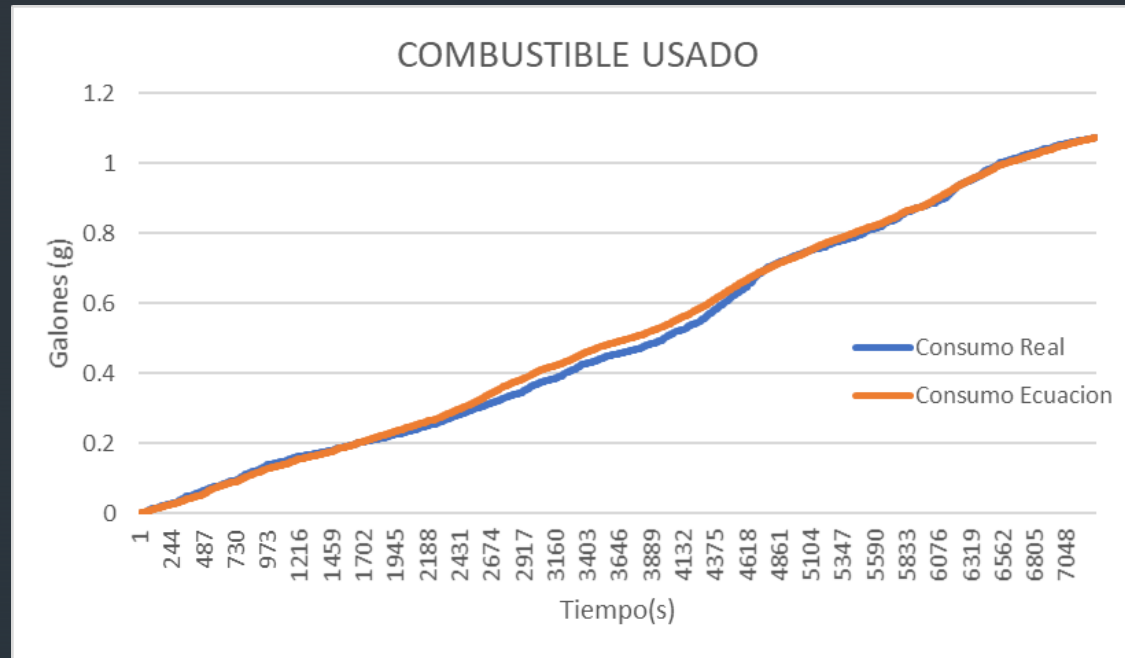
- Cañaveral,
- Puente Provenza
- Cacique
- Parque Santander
- Parque los niños.



Recomendaciones de actuaciones políticas y económicas que incentiven la movilidad eléctrica.

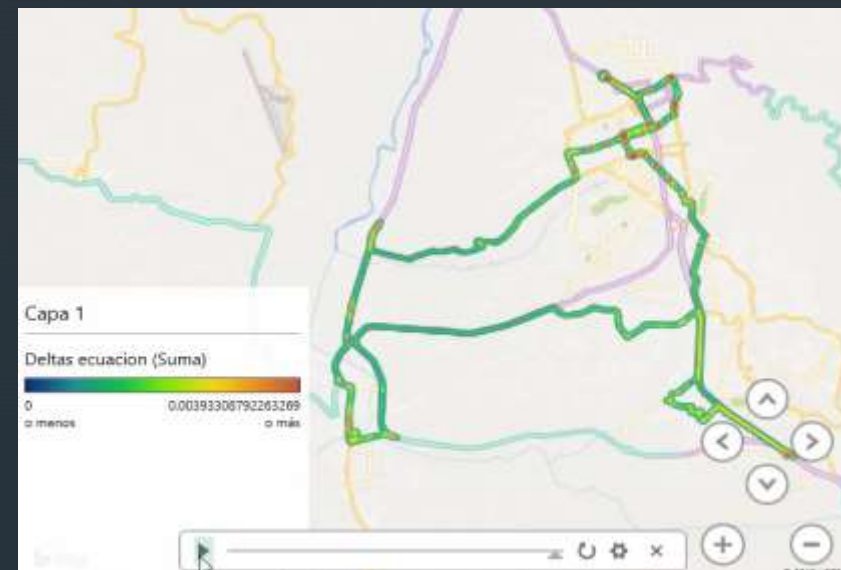
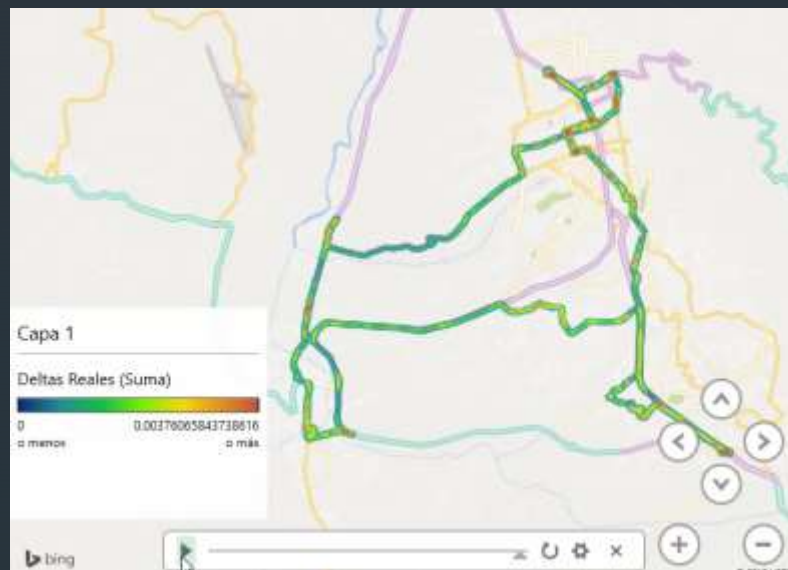
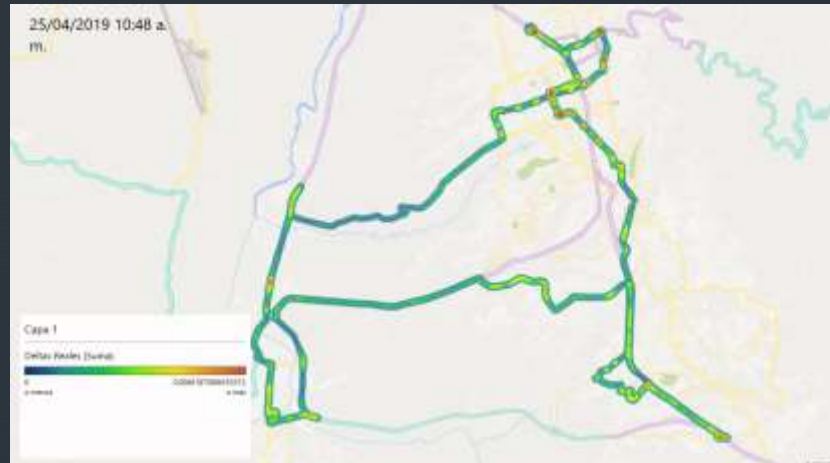
- Reducción de costos por norma (tecnología mecánica, e impuestos anuales).
- Exoneración del pago de IVA
- Crear una sobre tasa que sea aplicada a cada automotor por el nivel de contaminación
- Carriles exclusivos del Metrolínea para la movilidad eléctrica
- Exonerar a los vehículos del costo de matrícula para vehículos eléctricos.
- Desarrollar infraestructura para carga en los parqueaderos de exterior,
- Parqueaderos gratuitos para vehículos eléctricos.

Otros Resultados



Un aporte extra que se decidió realizar al trabajo fue el desarrollo de una ecuación que permitiera mostrar el uso de combustible de un taxi, más específicamente del Hyundai i10 el cual es el vehículo más representativo de nuestra muestra

$$\Delta Combustible = 0.0001058 * d - 9.42631 \times 10^5 * V_{prom} + 2.37043 \times 10^5 * \Delta h + 7.92279 \times 10^5$$



Conclusiones

- Se observa que, en el panorama nacional, no hay una masificación de vehículos eléctricos en el sector público, debido a los altos costos de adquisición
- La autonomía teórica bajo el ciclo de conducción europeo NEDC del vehículo eléctrico e5, usado en la prueba de recorrido, es de unos 400 km; sin embargo, bajo las condiciones de tráfico y topografía del área metropolitana de Bucaramanga, para la ruta característica seleccionada en este estudio, es del orden de los 340 km
- La autonomía real del vehículo eléctrico e5 es suficiente para cumplir un turno diario de 180km
- Actualmente, adquirir un taxi eléctrico sin ningún tipo de incentivos, resulta poco atractivo para su adquisición
- Se consideró como principal criterio para la propuesta de ubicación de electrolineras, la frecuencia vehicular
- Según las consultas realizadas a los taxistas, e inversionistas del sector, la exención de pico y placa es un motivante para adquirir el vehículo eléctrico, por cuanto pueden operar más días a la semana.

Recomendaciones

- Se recomienda para un futuro proyecto, tener en cuenta empresas de taxis de los municipios aledaños (Girón Floridablanca y Piedecuesta)
- Para futuros estudios de electrolinerías en el área metropolitana de Bucaramanga se recomienda tener otros criterios
- Como se observó en el estudio, solo fue hecho para sectores urbanos de la ciudad mas no se tiene conocimiento de su comportamiento en carretera intermunicipales con este fin se podría generar un estudio similar para taxis dedicados a transporte extraurbano.
- Es importante dar a conocer este tipo de propuestas en nuestra ciudad puesto que el tema de los taxis eléctricos no está muy desarrollado habiendo desconocimiento del tema.



¡GRACIAS!

