

Implementación de la bicicleta eléctrica como alternativa de movilidad en la ciudad de Cuenca

Seminario Internacional: “Hacia una Movilidad Sostenible”



G. Alvarez, M. Coello, A. López, S. Ordoñez

Martes, 30 de noviembre de 2017

Cuenca-Ecuador



Agenda

- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Trabajo futuro



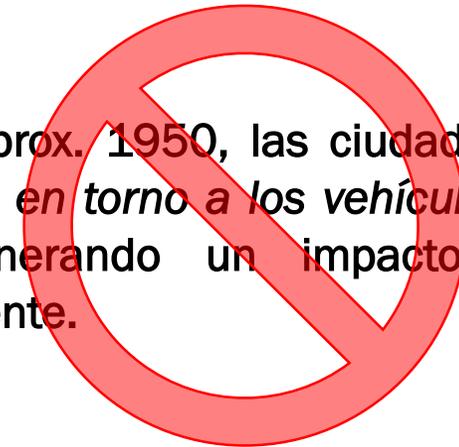


Introducción

Introducción



Desde aprox. 1950, las ciudades se han diseñado *en torno a los vehículos*, lo cual está generando un *impacto* negativo actualmente.



Introducción



Cerca de 150 países se comprometen en Hábitat III a construir ciudades sostenibles



La Nueva Agenda Urbana define parámetros para el desarrollo sostenible de las urbes y ayuda a replantear la planificación, la administración y las acciones para el bienestar de sus ciudadanos. Foto: ONU/Kibae Park

Fuente: <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=36103#.WKw-gBhDmRs>

Introducción



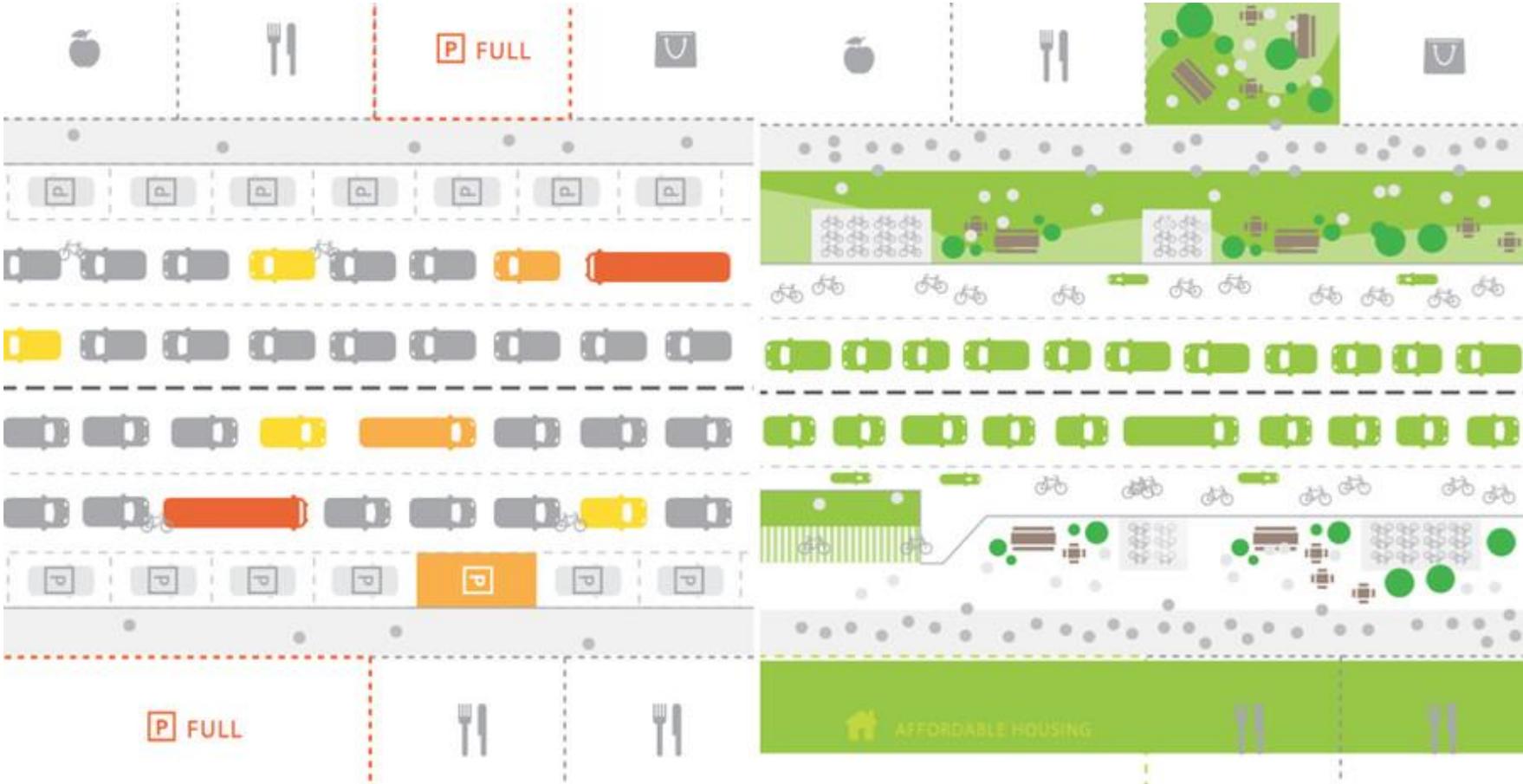
Fuente: http://www.joc.com/regulation-policy/transportation-policy/us-transportation-policy/long-term-highway-spending-bill-seems-within-reach_20150714.html

Introducción



Fuente: <https://www.vox.com/a/new-economy-future/cars-cities-technologies>

Tendencias



Introducción



Fuente: <https://www.vox.com/a/new-economy-future/cars-cities-technologies>



Fuente: <http://cdn.sydneycycleways.net/wp-content/uploads/2015/04/suit-ride-feature-image.jpg>



Fuente: http://www.bicycling.com/sites/bicycling.com/files/articles/2016/09/rally_post-work.jpg

Introducción



Bicicletas eléctricas

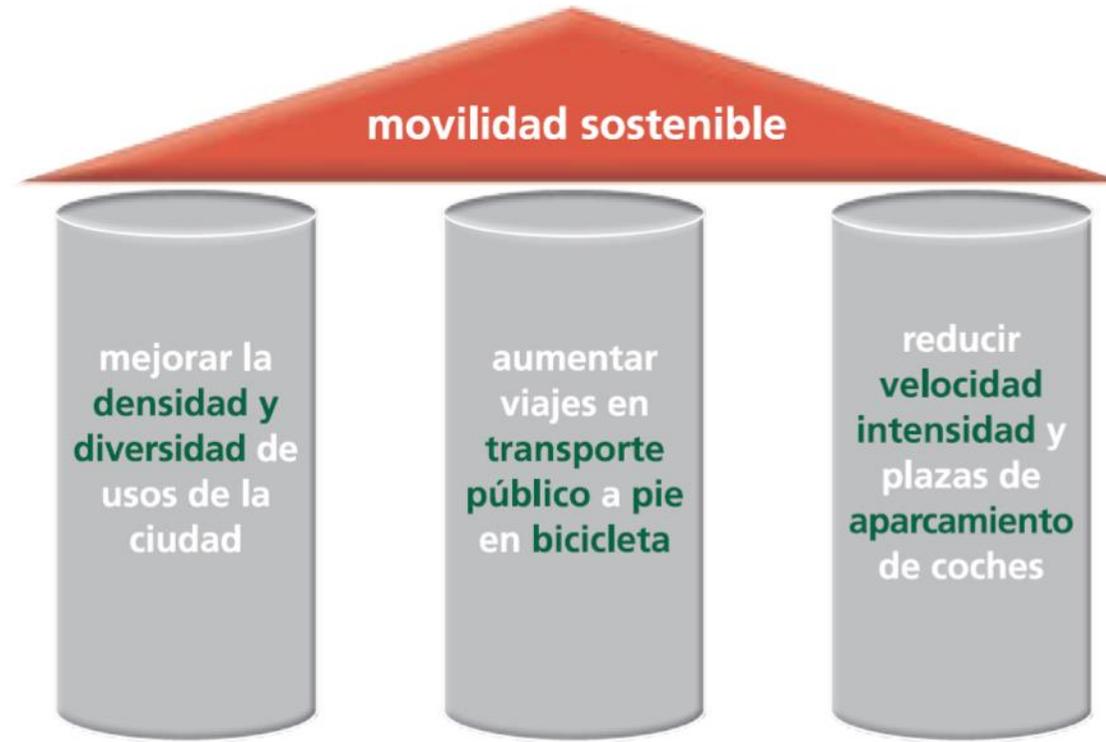
Fuente: <http://www.arte-en-la-calle.com/wp-content/uploads/2014/08/BiciCMAD-15.jpg>

Introducción



Fuente: http://farm3.staticflickr.com/2791/4368913694_09b1d454a2_z.jpg

Introducción



Fuente: Monzón et al., 2010

Introducción

Fuente: <http://www.cyclingpromotion.org>



60 personas



1 bus



60 bicicletas

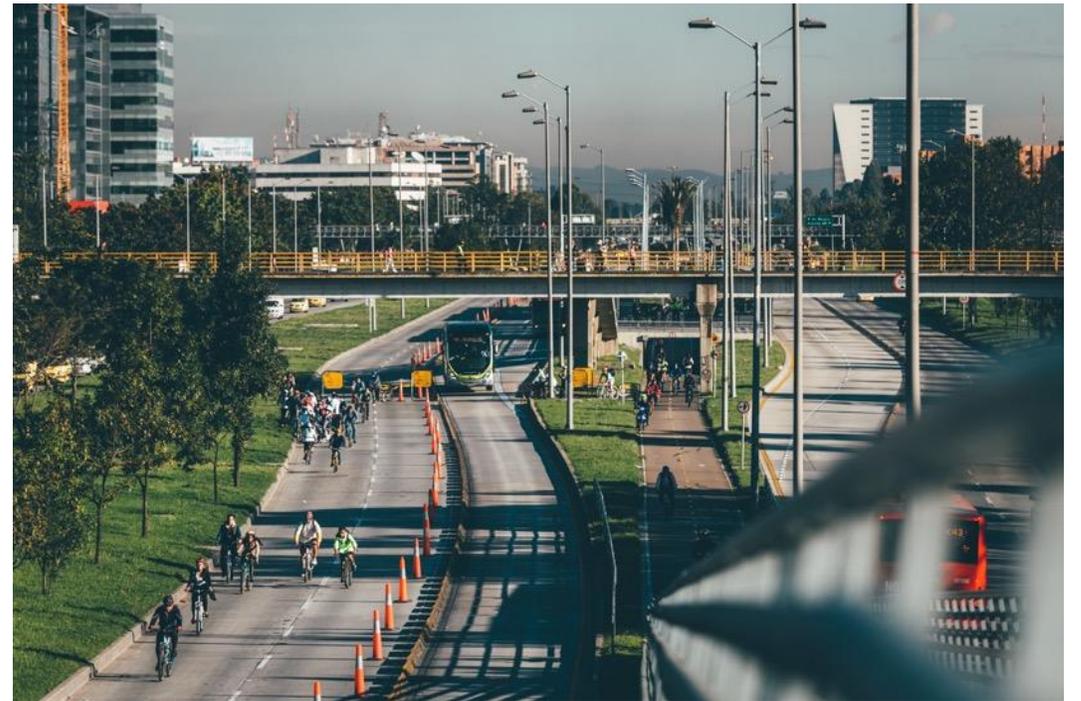


60 automóviles

Introducción



Fuente: <http://www.worldwidecyclingatlas.com/journal/earth-day-bogota/>





29 millones
FE para e-bikes

Fuente: Cherry, Weinert, & Xinmiao, 2009



Bicicletas
compartidas

Fuente: Ji, Cherry, Han, & Jordan, 2014



≈30% viajes en
bicicleta

Fuente: Junta de Andalucía, 2014; Paul & Bogenberger, 2014



Regulaciones de
tránsito urbano

Fuente: Baumann, Claire; Bojacá, Mariana; Rambeau, 2013

466'000.000 biciclétas eléctricas

Fuente: (Du et al., 2013)



Bici Quito

- Programa de bicicletas compartidas
- 300 bicicletas eléctricas

Fuente: Baumann, Claire; Bojacá, Mariana; Rambeau, 2013

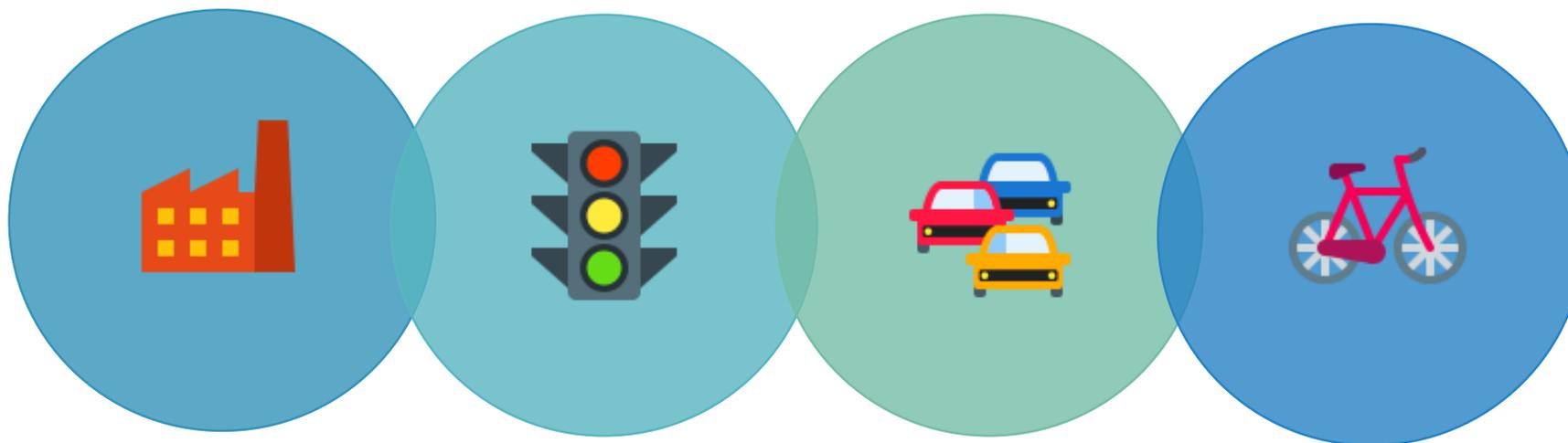


Fuente: <http://openreply-enclays.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2016/05/China.jpg>

Introducción

Producto del tráfico vehicular
80% de la contaminación

Bicicleta eléctrica:
Alternativa de
movilidad sostenible



Calidad del aire

Respiramos aire
contaminado



Congestión
Vehicular

Calles y avenidas saturadas

Introducción

- A finales del año 2015, la *Universidad del Azuay y Comercial Salvador Pacheco Mora S.A.* firmaron un convenio para evaluar la “Implementación de la bicicleta eléctrica como alternativa de movilidad en la ciudad de Cuenca”.



Introducción

 **Universidad del Azuay** @uazuay · 3 sept. 2015
Convenio con Comercial Salvador Pacheco Mora para analizar información de bicicleta eléctrica #somosUDA
ASO Diseño UDA, Ciencia y Tecnología, Asoc. de Comunicación y 7 más



Fuente: <https://twitter.com/uazuay/status/639463910979072000>



 #CSPM y UDA a la vanguardia.

Fuente: <https://www.facebook.com/ComercialSalvadorPachecoMoraSA/photos/a.278717232211791.68980.278225765594271/899960250087483/?type=3&theater>

 **Comercial Salvador Pacheco Mora S.A.**
Me gusta esta página · 4 de septiembre de 2015 ·

Muy pronto tendremos más noticias sobre las bicicletas eléctricas.

Me gusta Comentar Compartir

13

6 veces compartido

Escribe un comentario...

Introducción

eltiempo.com.ec

Cuenca, Martes 22 de Noviembre de 2016



Portada Cuenca Región Deportes Cultura Sucesos Ecuador Mundo Opinión Novedades Entretenimiento Sociales Empresarial

NOVEDADES / Sábado, 05 Septiembre 2015 00:00

Universidad del Azuay analiza uso de la bicicleta eléctrica

Escrito por Redacción El Tiempo

Visto 363 veces

Twitter

Me gusta 0

G+ 0

Herramientas:

- A Disminuir

+ A Aumentar

Lo último de: Redacción El Tiempo

- Escenarios del Mundo, presenta la obra Interpretis
- Bruce Springsteen encuentra "honestidad" en la literatura



En la firma del convenio constan: Rómulo Neira, gerente general de Salvador Pacheco Mora; Miriam Briones, vicerrectora; Carlos Cordero, rector y Jacinto Guillén, decano de investigaciones de la UDA.

Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias/novedades/23/358596/universidad-del-azuay-analiza-uso-de-la-bicicleta-electrica>

Publicidad

Orlando Desde Ecuador

Una Paquete Vacacional \$2 10 días en las Ciudades Mágicas USA

maingateresorts.com

Más leído

- 1 Desaparecido es hallado al fondo de río en Gualaceo
- 2 Sujetos usaban Facebook para la explotación sexual
- 3 Consejo de la Judicatura aclara situación de exjueza detenida
- 4 Automóvil atropella a madre y sus tres hijos
- 5 Apertura del túnel entre Azuay - El Oro

Más en Novedades



Universidad del Azuay agregó 10 fotos nuevas — con Suco Torres y 3 personas más.

3 de septiembre de 2015 ·

Hoy se realizó la firma del convenio entre la UDA y Comercial Salvador Pacheco Mora S.A. con el objetivo de emprender un programa de acción, enfocado en evaluar el desempeño de una bicicleta eléctrica desde el punto de vista ambiental y energético



Me gusta

Comentar

Compartir

Mateo Coello, Andres Baquero y 158 personas más

Comentarios destacados

32 veces compartido

13 comentarios

<https://www.facebook.com/uazuay/posts/10153381435711773>



Introducción



2016 12 02



Objetivos



Evaluar el desempeño de una bicicleta eléctrica desde el punto de vista ambiental y energético en una ruta fija.



Analizar distintas rutas para bicicletas en función de las necesidades de transporte, en relación a los alimentadores del proyecto Tranvía de la ciudad de Cuenca.



Recopilar información tendiente a ubicar cargadores para bicicletas eléctricas en la ciudad.



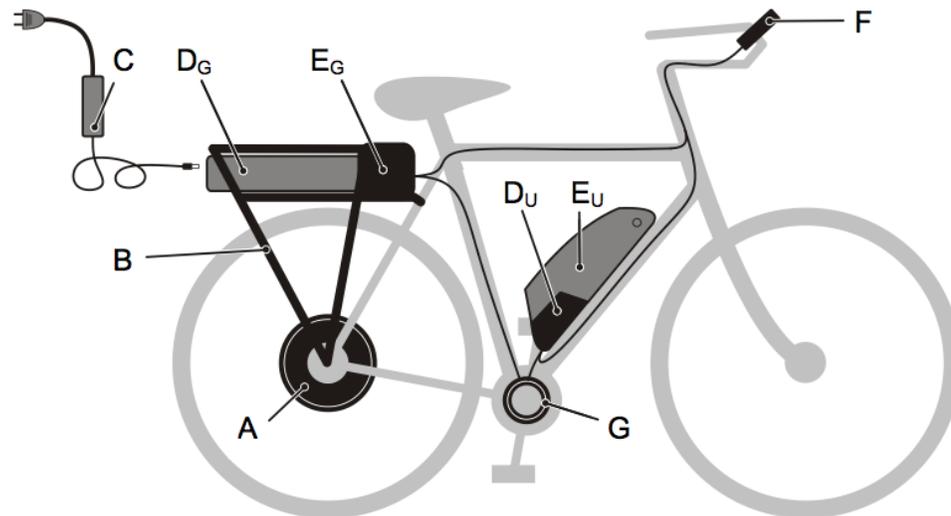
Establecer el criterio de los potenciales usuarios con referencia al costo de usar bicicletas eléctricas.





Materiales y métodos

Materiales



Bicicleta con kit de asistencia eléctrico

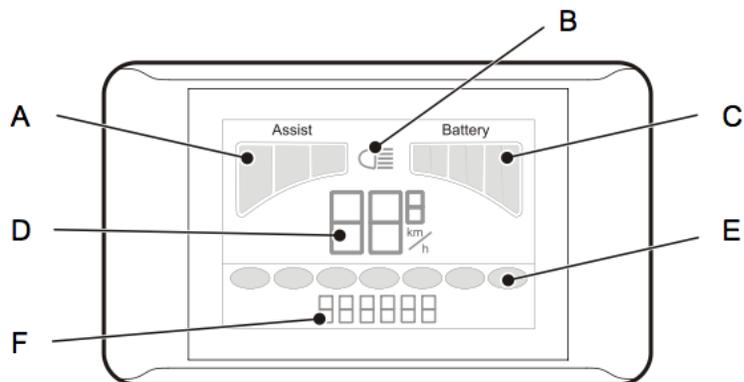
Fuente: Heinzmann, (2014) *E-Bike Drive System DirectPower*, Operation Instructions

Motor (A)	
Voltaje de alimentación DC	36 VDC
Voltaje de motor	25 VAC
Potencia nominal	500 W
Velocidad típica con aro 26"	35 km/h
Velocidad típica con aro 28"	38 km/h
Peso Portaequipaje	5,2 Kg
Torque nominal	22,7 Nm
Relación de corriente AC	16,1 A
Torque de impulso	60 Nm
Du	Caja de control (cuadro)

Batería (E _U)	
Voltaje	36 V DC
Capacidad	14,25 Ah
Energía	515 Wh
Peso Bateria	Aproximadamente 3,5 Kg
Grado de protección	IP54
Tiempo de carga a 2 amperios	Aproximadamente 8 horas
Tiempo de carga a 4 amperios	Aproximadamente 4 horas
Temperatura normal de operación	-10 a 45 °C
Temperatura cargando	10 a 35 °C



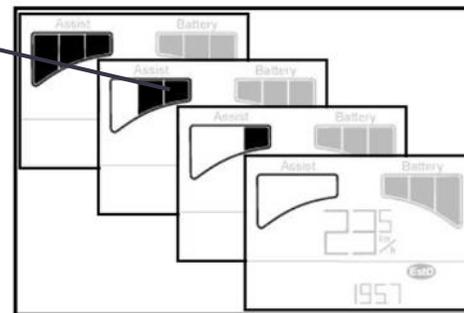
Materiales



Monitor

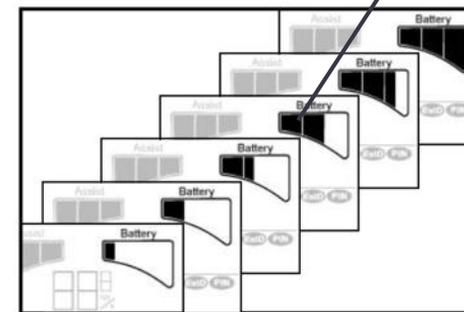
- A Nivel de asistencia
- B Luz
- C Estado de la batería
- D Velocidad instantánea
- E Función
- F Odómetro

Según el terreno



Asistencia

Autonomía aprox.

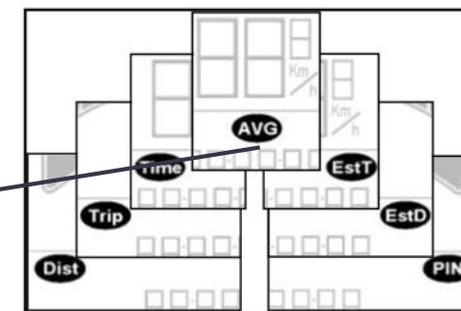


Batería



Mando

Vel. Promedio
Tiempo
Distancia



Funciones

Fuente: Heinzmann, (2014) E-Bike Drive System DirectPower, Operatiion Instructions

Materiales



Bicicleta con kit eléctrico



GPS

GPS	
Velocidad	
Precisión	1 km/h
Tasa de actualización	20 Hz
Resolución	0.01 km/h
Aceleración	
Precisión	0.5 %
Resolución	0.01 g
Posición	
2D	5m 95%
Altura	±5 m
Uso de memoria interna	
SD 2Gb	8 Mb/h



Analizador de energía

Analizador de energía	
Voltaje de operación	120 V 60Hz
Corriente de operación	máx .12 A
Rango	110 V- 130 V



PerformanceBox



Excel 2016



Minitab 17



Matlab 2015



Google Earth Pro

Software

Materiales



GPS



Materiales



Vehículo

Motor
Transmisión

23%-29%



Bicicleta eléctrica

Motor eléctrico
Transmisión
Cargador

62%-79%



Bicicleta convencional

Cuerpo Humano
Transmisión

25%

Métodos



Plan de Movilidad y Espacios Públicos



Plan Operativo de Bicicletas



Proyecto Tranvía 4 Ríos

Métodos



Calendario



Pendientes



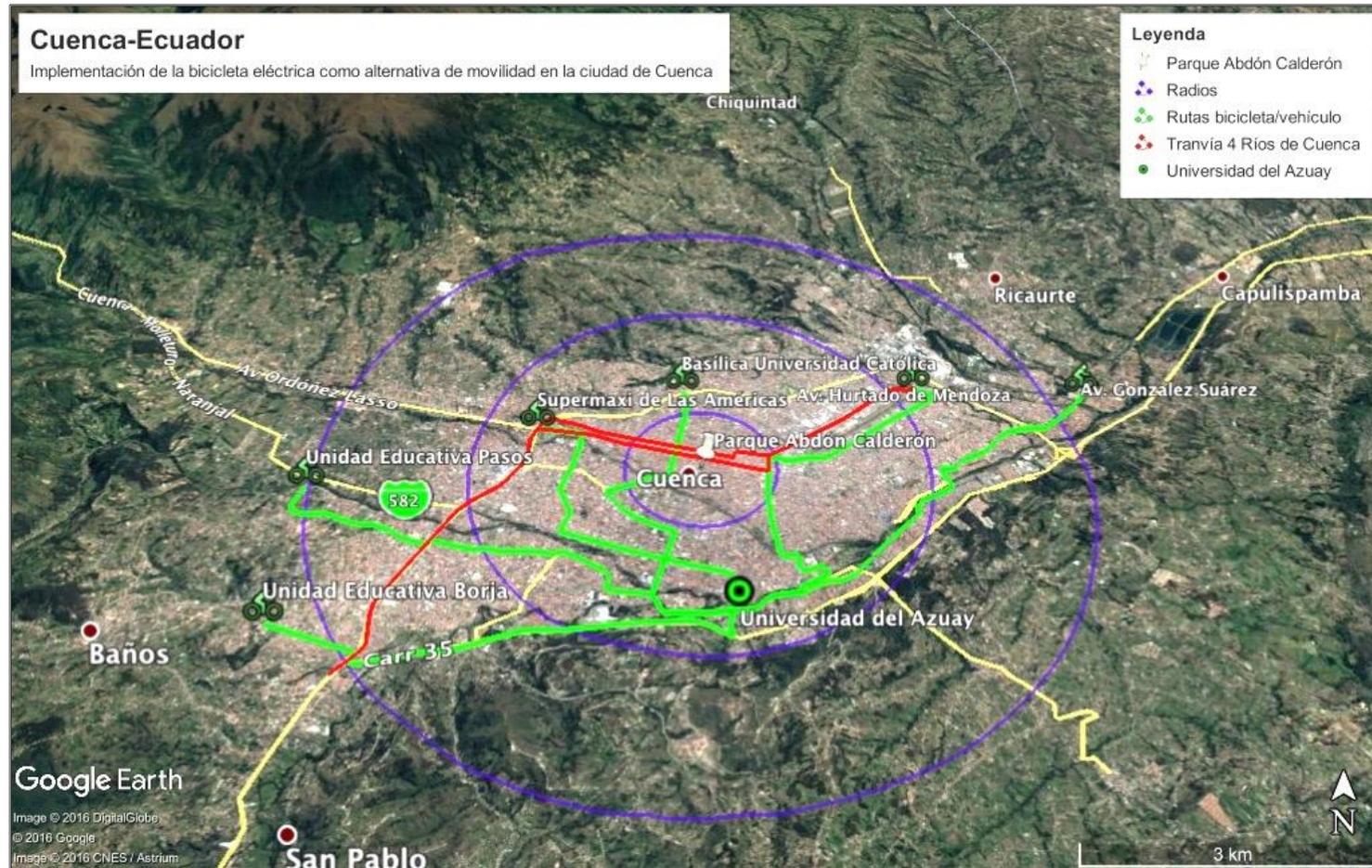
Intersecciones



Gente



Ciudad



Horarios



Clima



Género



Contextura



50 ciclistas

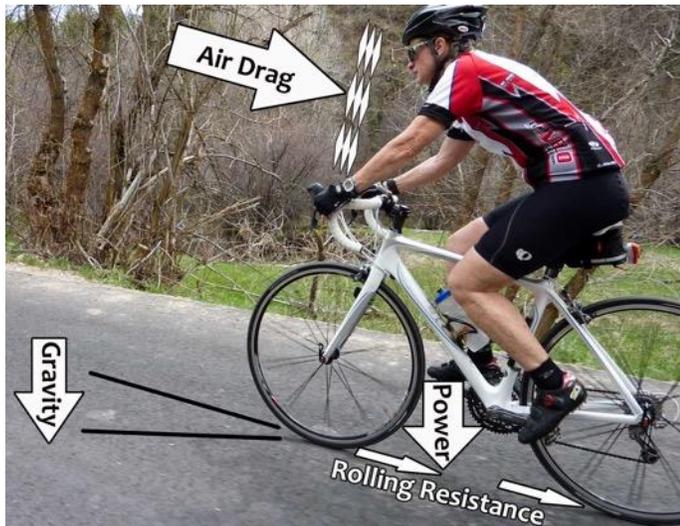


≈ 1.500 km

Métodos

Fuerza en las ruedas

$$F_x = F_d + R_x + R_i + R_g$$



Fuente: <http://www.blog.ultracycle.net/wp-content/uploads/2010/05/CyclingForces.jpg>

Fuerza de arrastre

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho_a \cdot A_f \cdot v^2$$

Resistencia a la rodadura

$$R_x = \text{Potencia} \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$P_w = F_x \cdot v$$

Resistencia a la inercia

$$R_i = m \cdot a$$

Energía

Resistencia a la pendiente

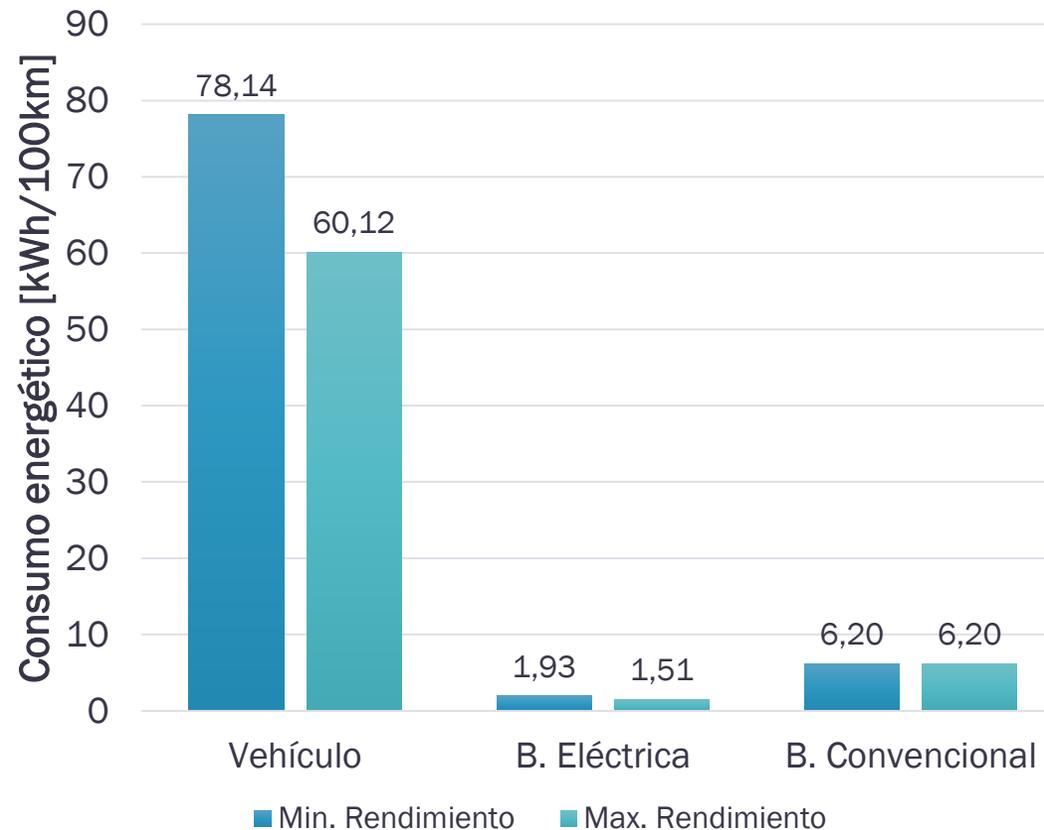
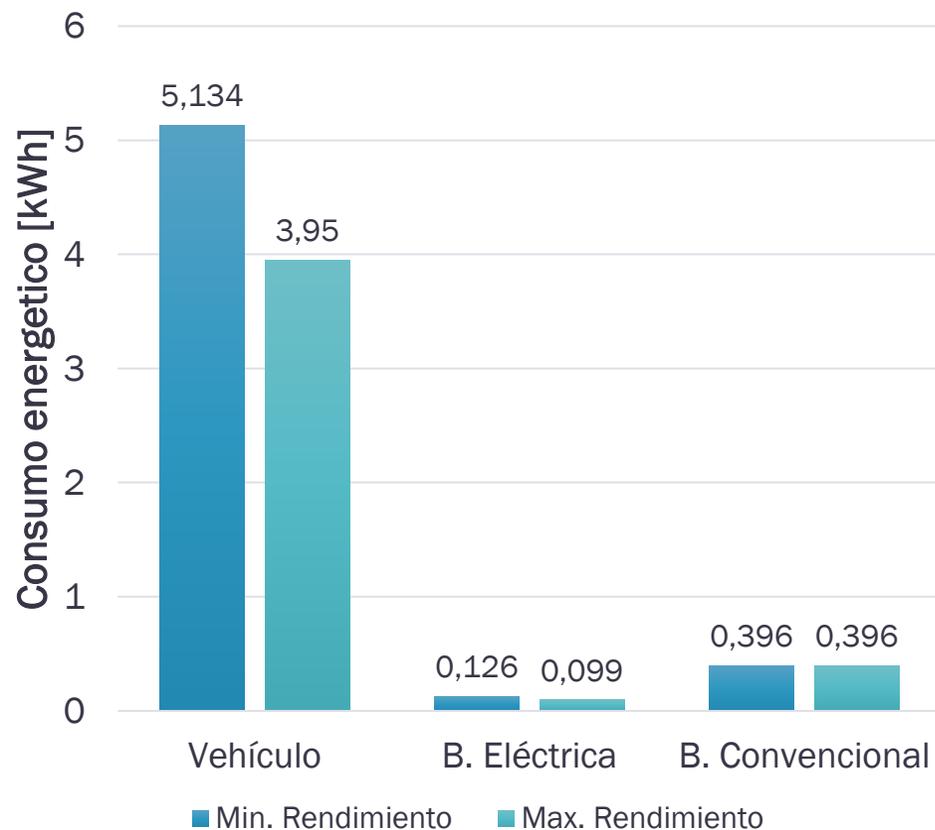
$$E = P_w \cdot \Delta t$$
$$R_g = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta$$



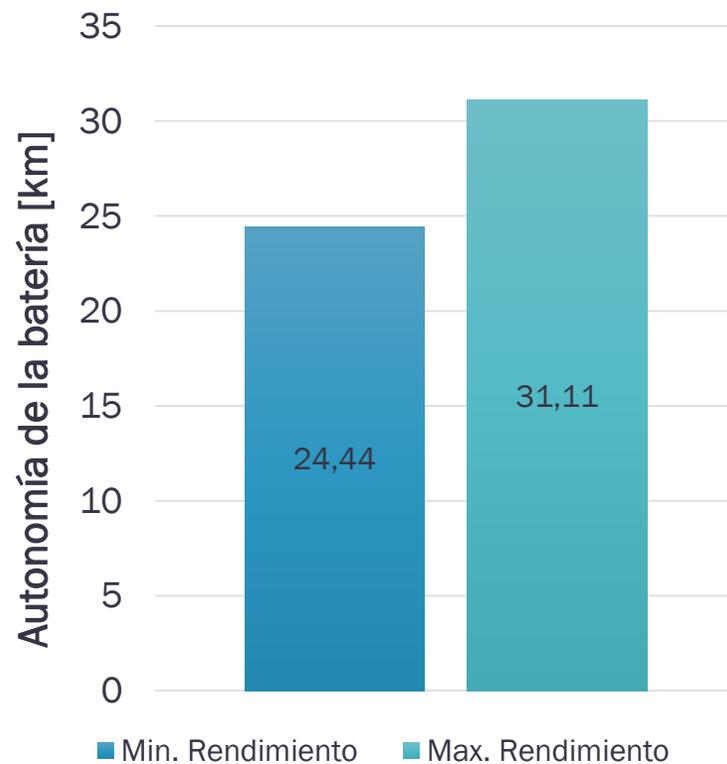
Resultados

Resultados

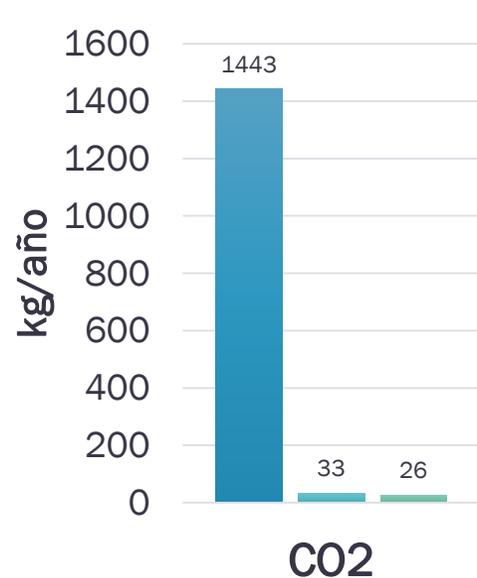
 Cuenca
151 kWh/mes



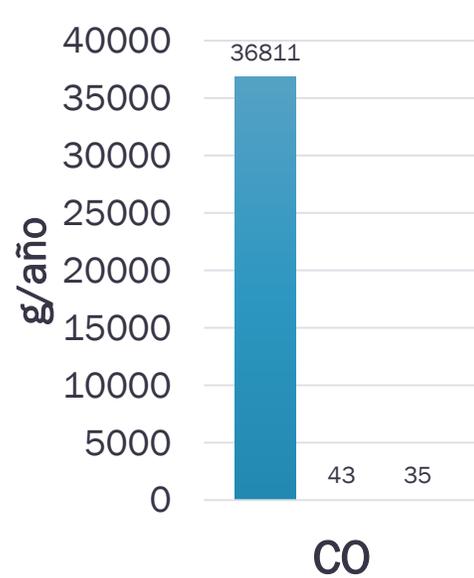
Resultados



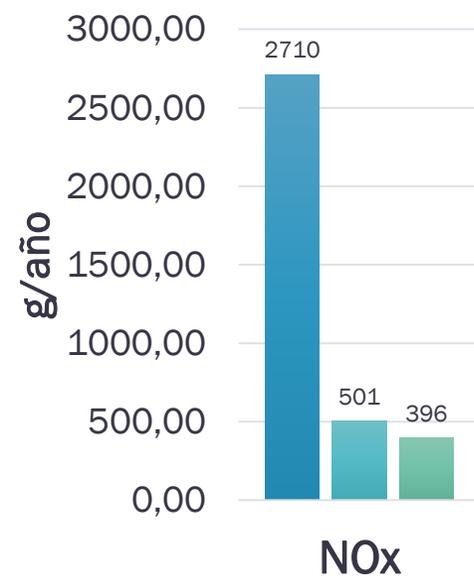
Resultados



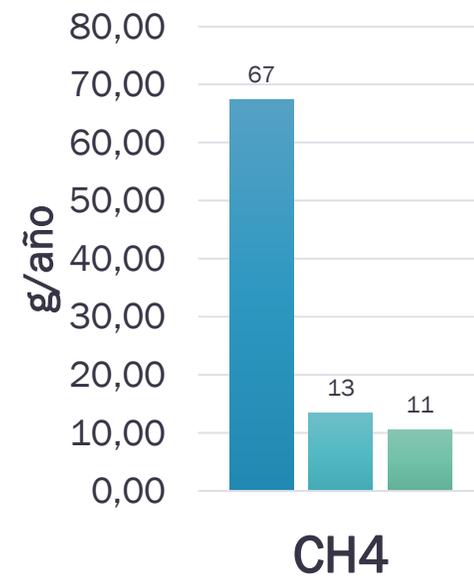
- Vehículo
- Bicicleta eléctrica mín. rendimiento
- Bicicleta eléctrica máx. rendimiento



- Vehículo
- Bicicleta eléctrica mín. rendimiento
- Bicicleta eléctrica máx. rendimiento



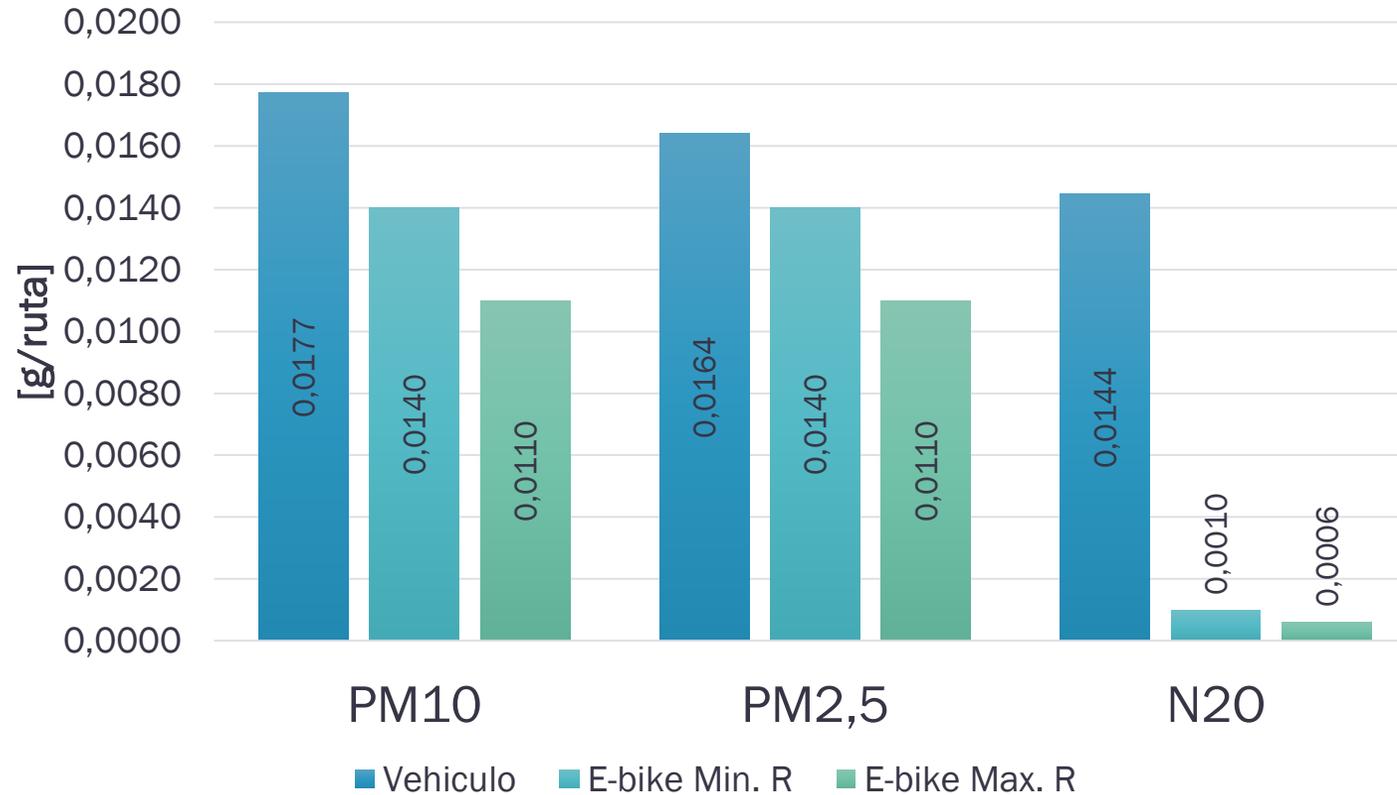
- Vehículo
- Bicicleta eléctrica mín. rendimiento
- Bicicleta eléctrica máx. rendimiento



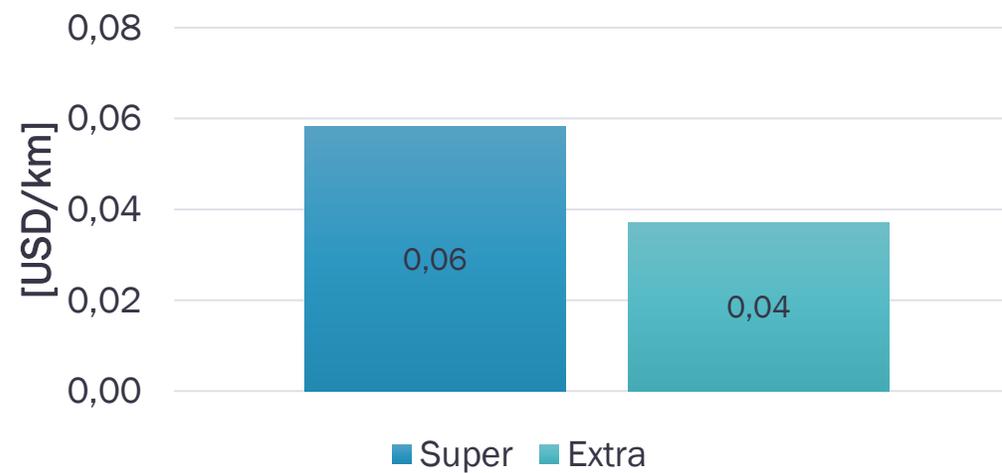
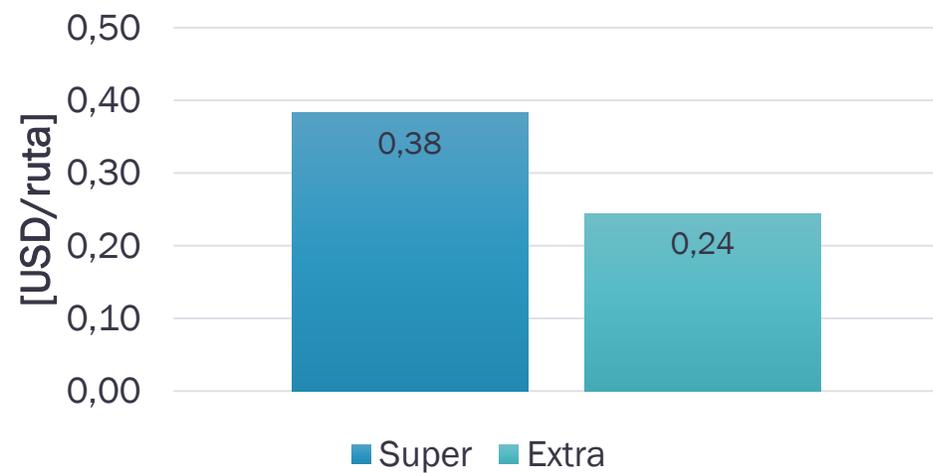
- Vehículo
- Bicicleta eléctrica mín. rendimiento
- Bicicleta eléctrica máx. rendimiento



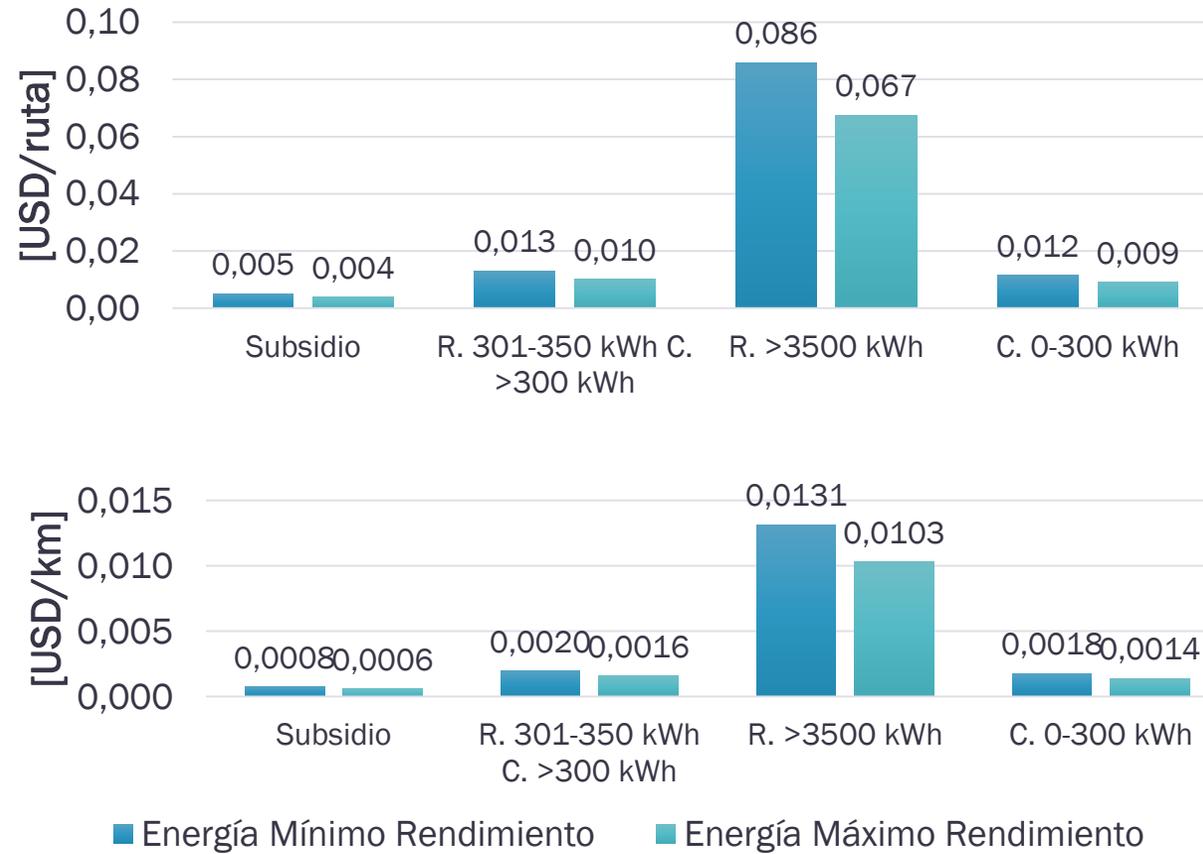
Resultados



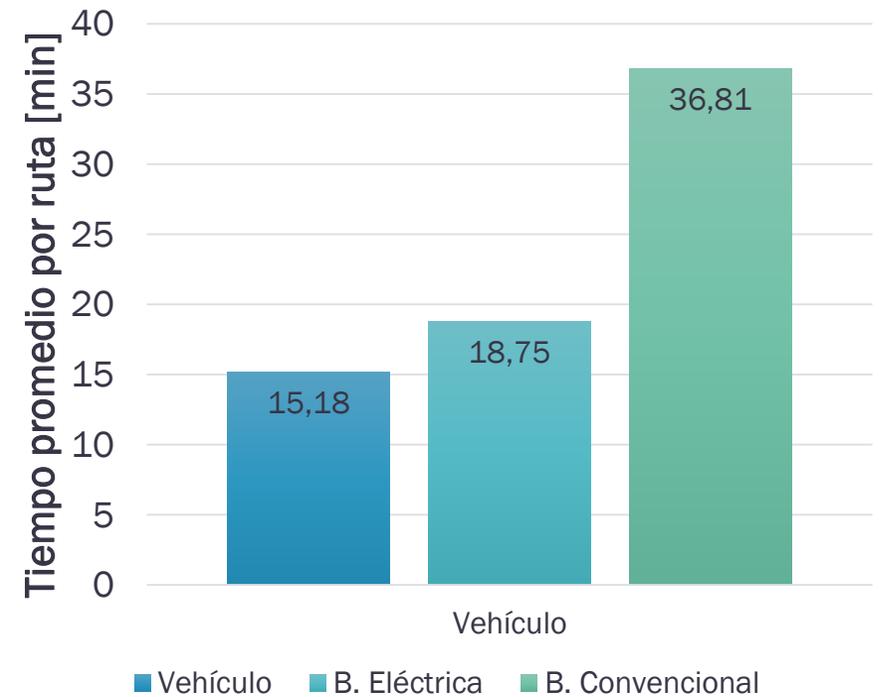
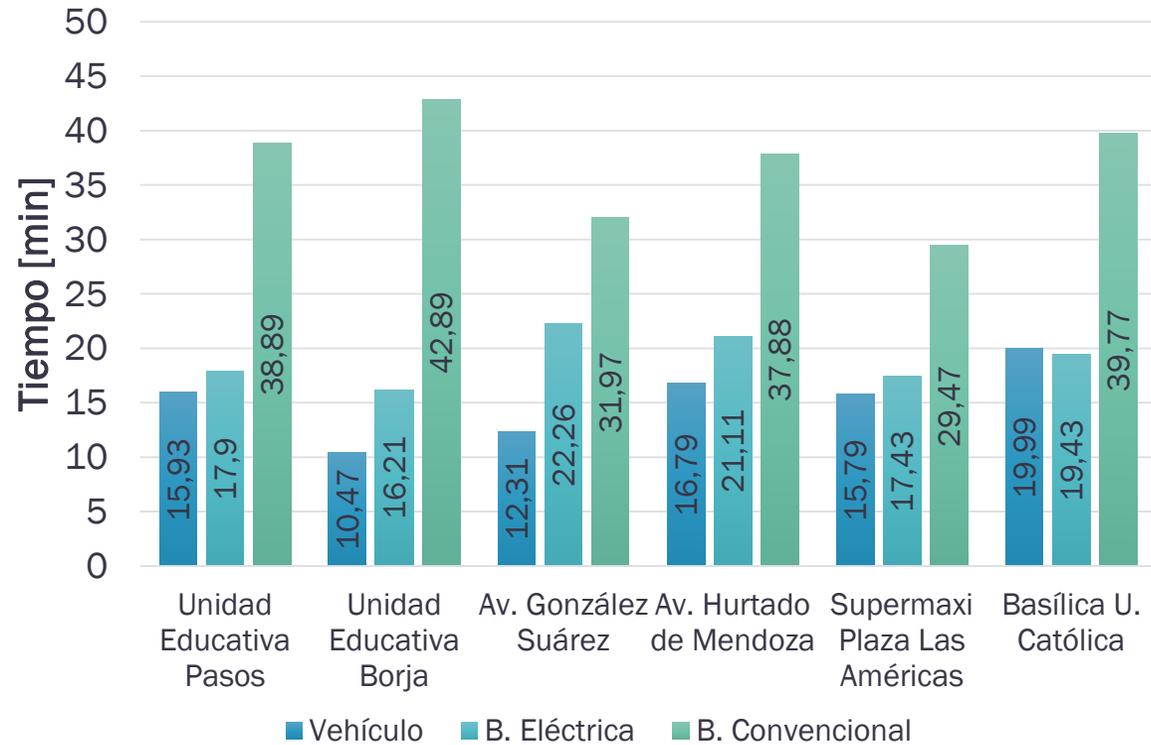
Resultados



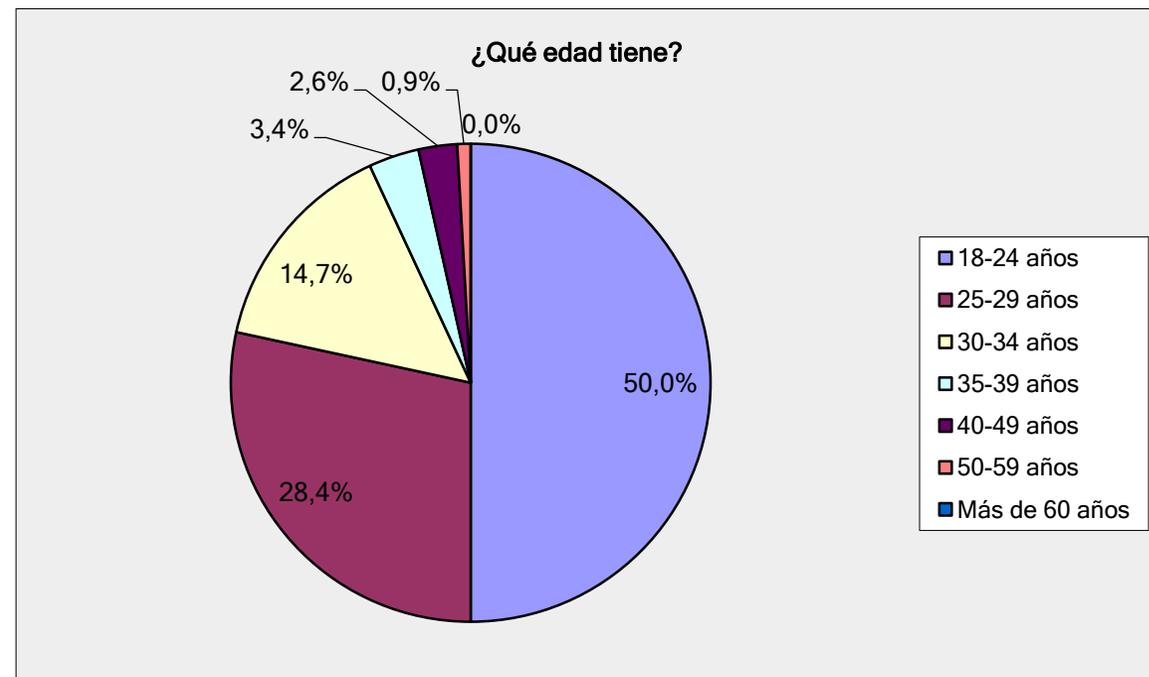
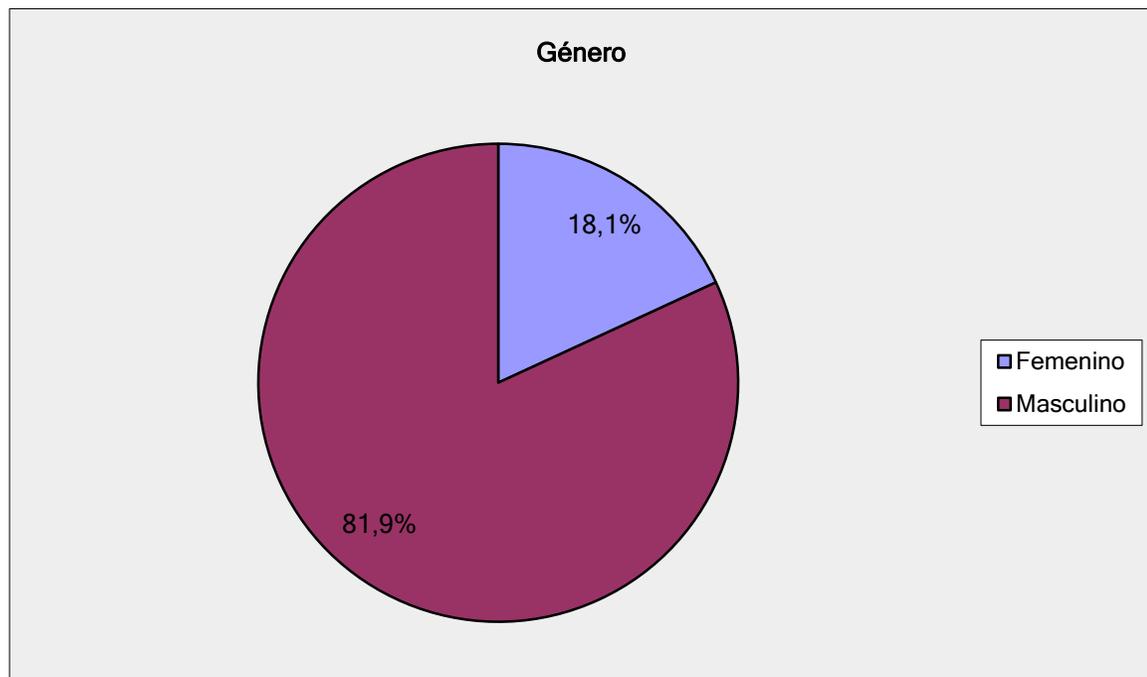
Resultados



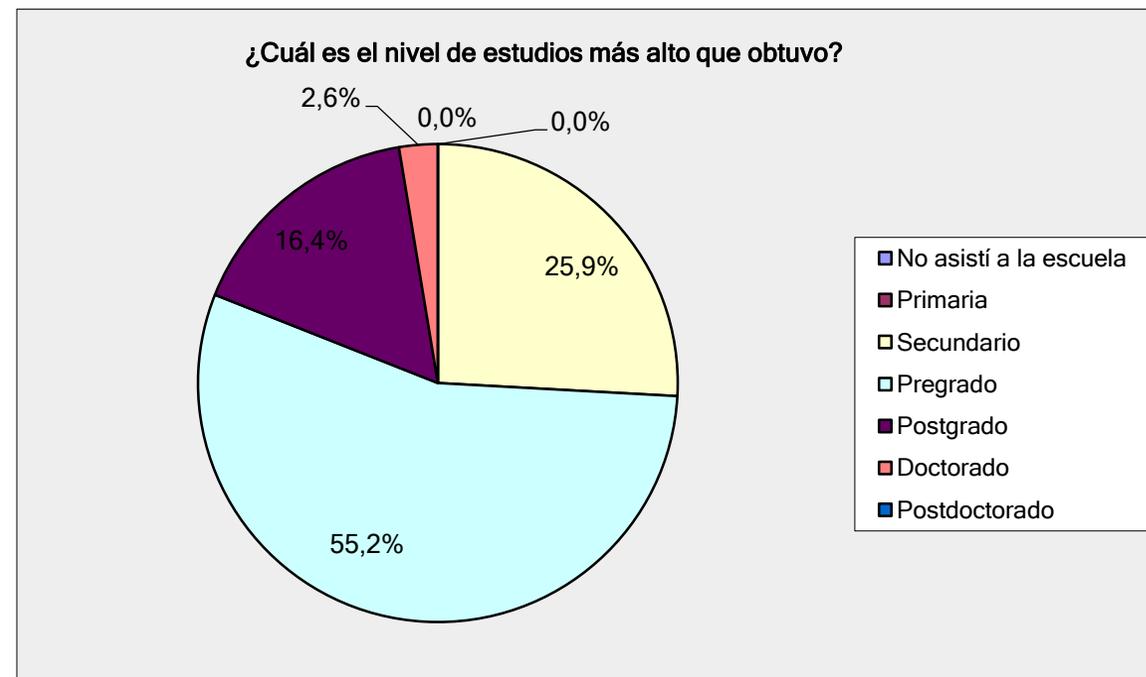
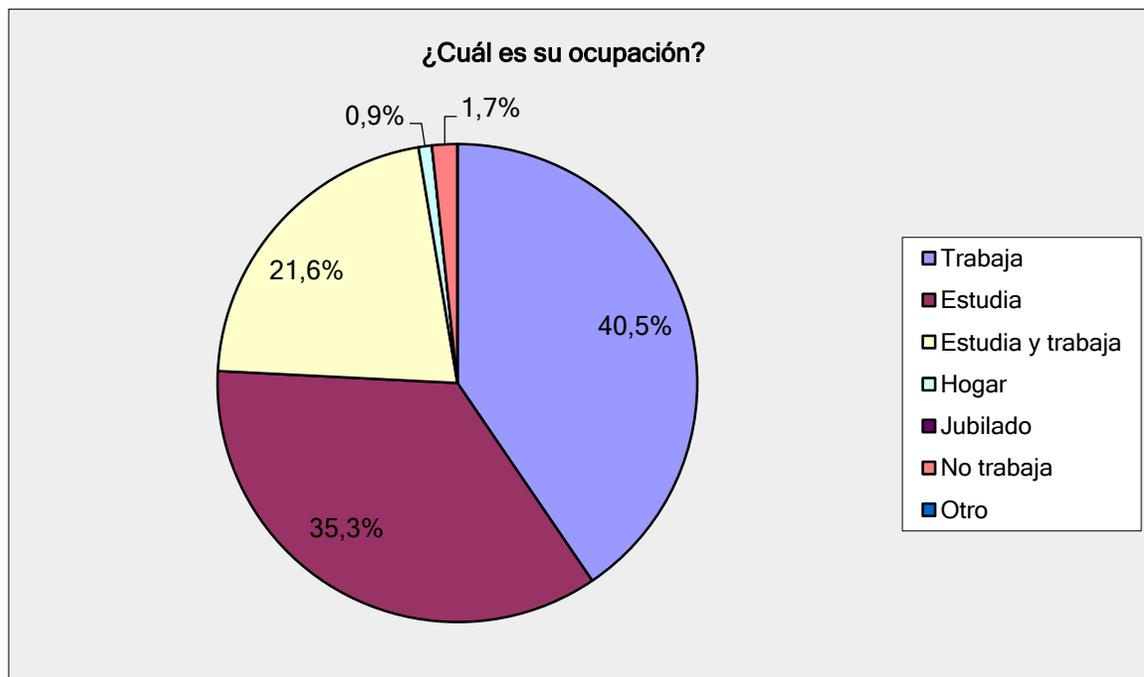
Resultados



Resultados

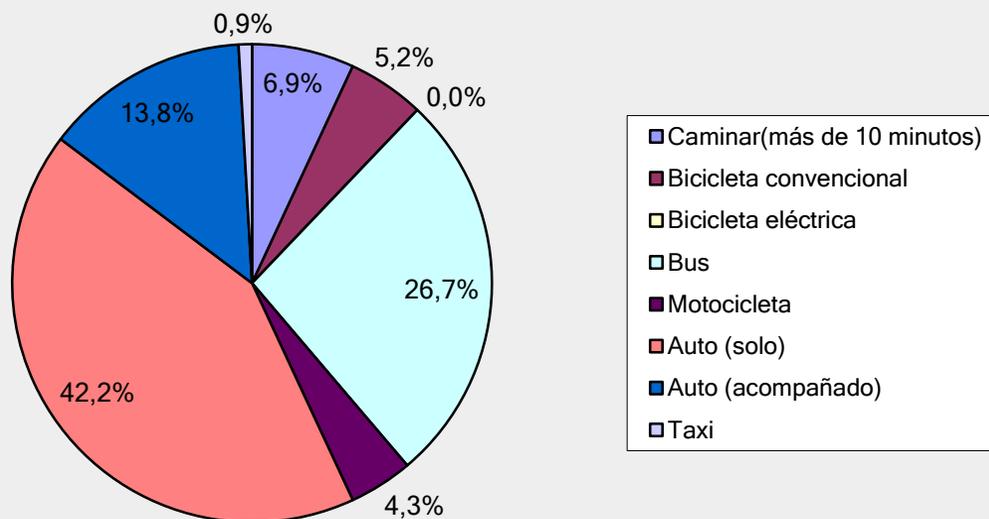


Resultados

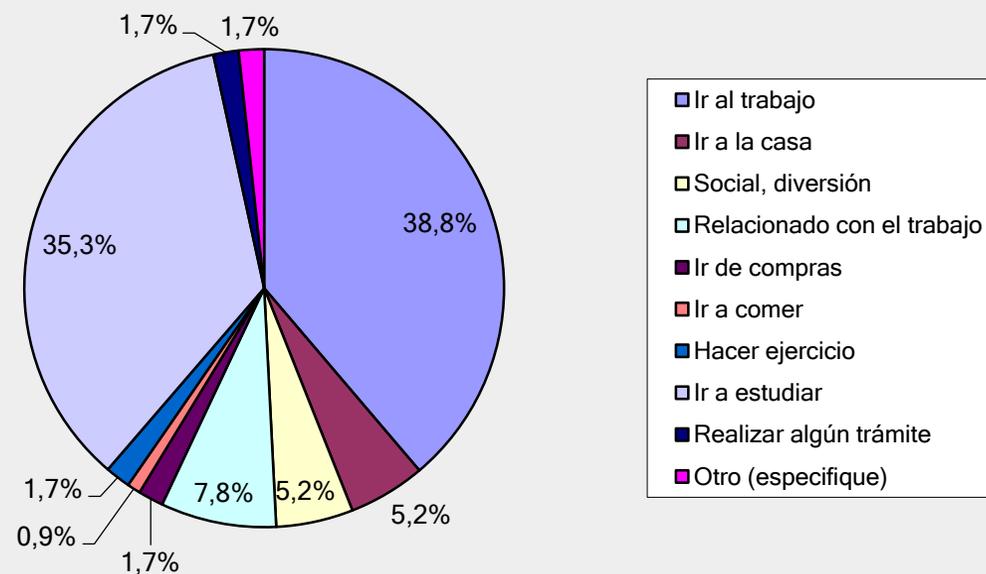


Resultados

¿Qué medio de transporte usted emplea generalmente?

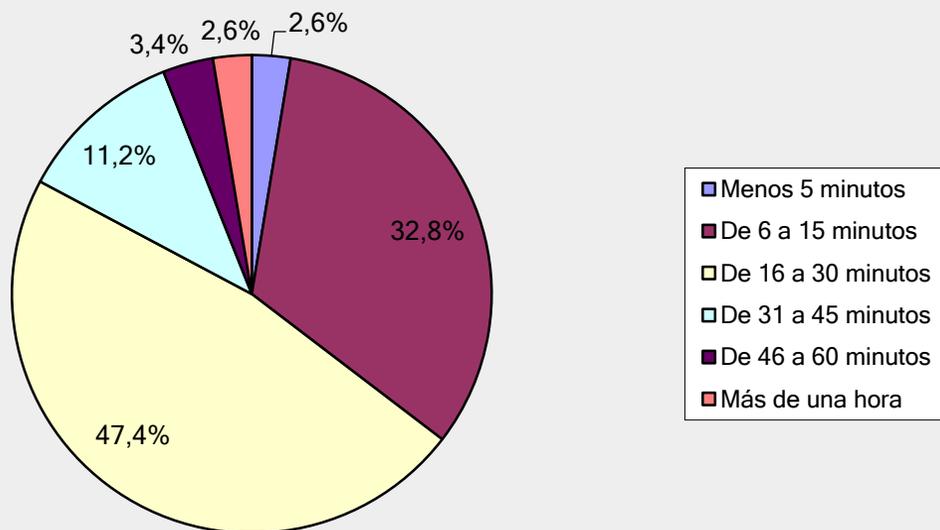


¿Cuál es generalmente el propósito de su viaje?

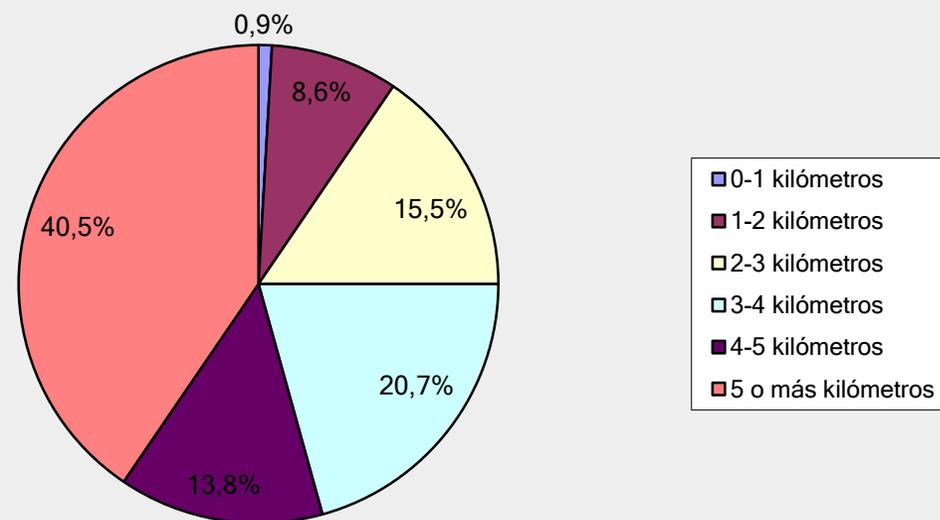


Resultados

¿En total, cuánto duró su traslado?



¿Qué distancia recorrió en su traslado?

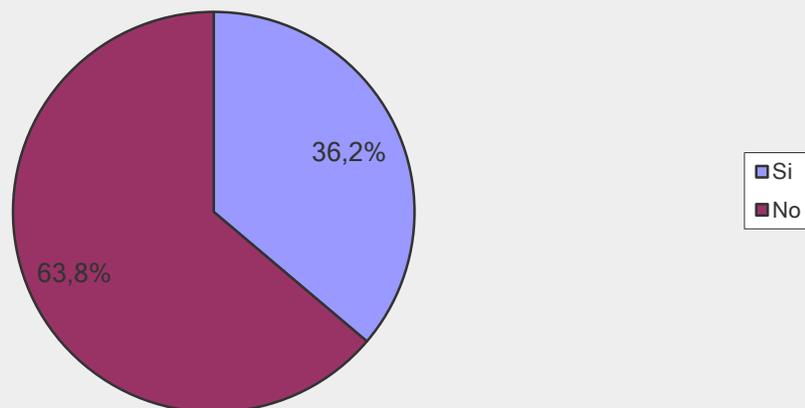


Resultados

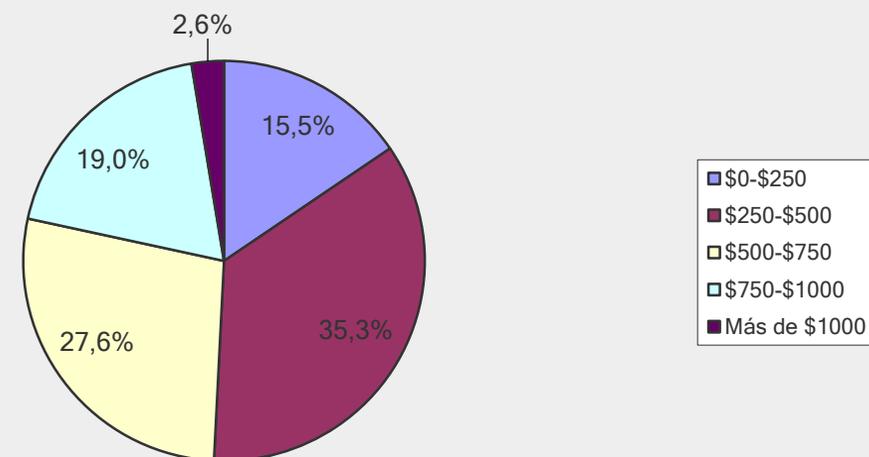


Resultados

¿Usted ha tenido la oportunidad de manejar una bicicleta eléctrica?



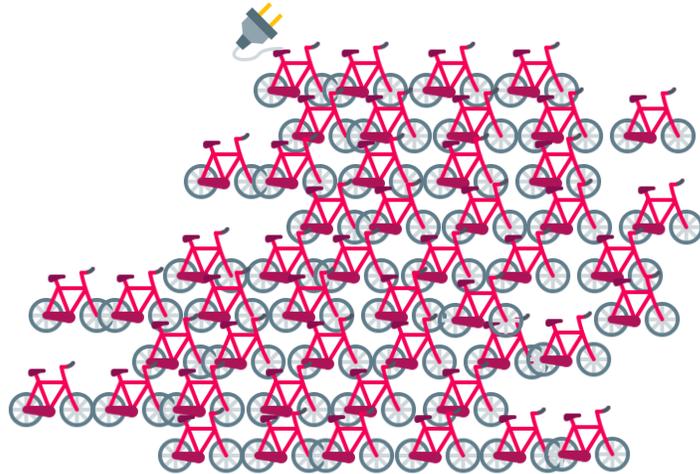
En general, ¿cuánto dinero en USD estaría dispuesto(a) a pagar por una bicicleta eléctrica?





Conclusiones

Conclusiones



52 bicicletas eléctricas
0,099 kWh
99 Wh

vs.



1 vehículo liviano
5,13 kWh
5130 Wh

Conclusiones

CO_2
49:1

CH_4
6:1

N_2O
18:1

CO
946:1

NO_x
6:1

PM_{10}
1.42:1



Vehículo liviano



Gasolina



Bicicleta eléctrica



Termoeléctrica



Conclusiones



Ciclista



Bicicleta eléctrica



Renovable

¡Emisiones nulas!



Conclusiones



4 veces/día
20 días/mes



Subsidiada
\$750/año

98% Ahorro

Residencial
620 USD/año

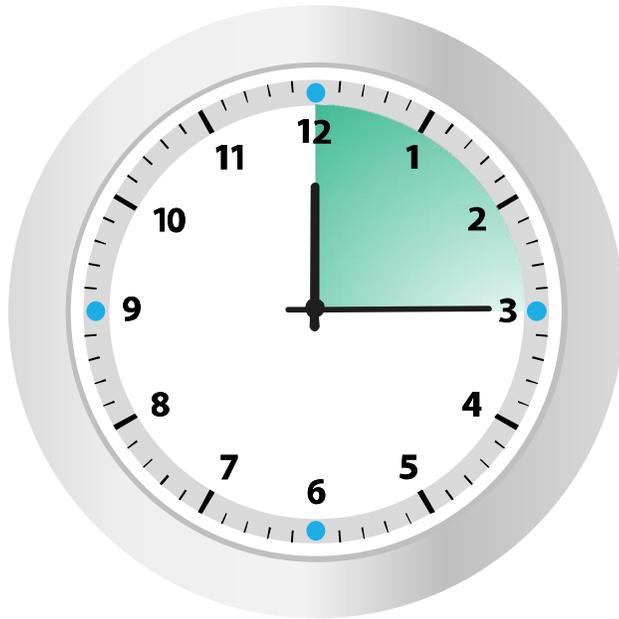
75% Ahorro

Comercial
\$750/año

96% Ahorro



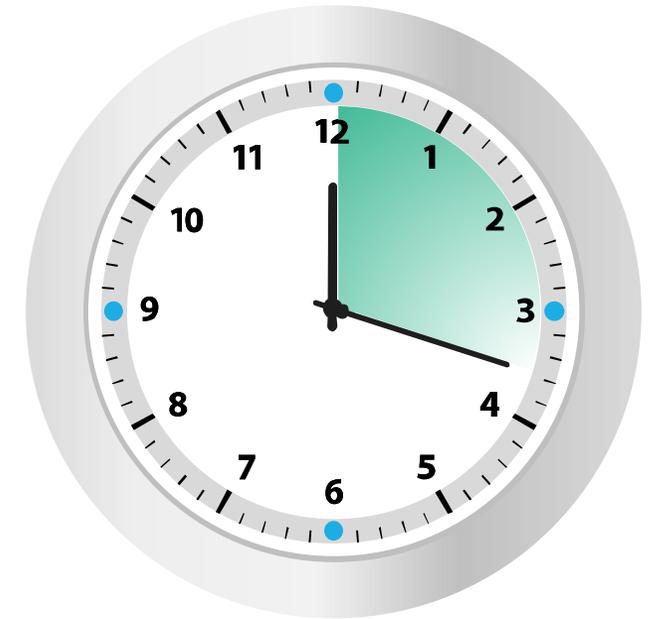
Conclusiones



15 minutos en recorrer
aproximadamente 6.5 km



3 ½ minutos más para recorrer
la misma distancia que en vehículo



18 minutos más para recorrer
la misma distancia que en bicicleta eléctrica

Conclusiones

- **18-29 años** – 80% de la muestra
- El **40% trabaja**, el **35,3% sólo estudia** y el **21,6% estudia y trabaja**.
- La mitad de las personas consultadas tienen estudios de **pregrado**.
- Por otro lado, el **42% se transporta en vehículo privado (sólo)**, seguido del **27% que emplea el bus**, el **13,8%** se transporta en vehículo (acompañado) y sólo el **5,2%** utiliza la bicicleta convencional para trasladarse.
- El **40,5%** se traslada más de 5 km, el **20,7%** de 3-4 km, el **15,5%** de 2-3 km, el **13,8%** de 4-5 km, el **8,6%** de 1-2 km y el **0,9%** 0-1 km.

Conclusiones

- Motivación: **hacer ejercicio, evitar el tráfico vehicular, por el medio ambiente, ahorrar dinero.**
- Se emplean avenidas, calles y ciclorutas; el tipo de bicicleta seleccionado es de montaña.
- Desmotivan el uso de la bicicleta son principalmente el **peligro al circular por calles y avenidas, temor de robo, las condiciones climatológicas y la falta de cultura ciclística.**
- Solo el 36,2% de las personas ha tenido la oportunidad de conducir una bicicleta eléctrica, el precio estimado de pago por una bicicleta con estas prestaciones sería alrededor de **\$500.**
- Finalmente, los aspectos que motivarían el uso de la bicicleta como alternativa de movilidad son que se **extiendan las ciclorutas, que existan zonas seguras de estacionamiento, contar con un sistema público de bicicletas, que se trabaje en un marco legal relacionado a la protección del ciclista.**

Recomendaciones

-  Verificar el el sistema de frenos periódicamente.
-  Precaución al circular en calles y avenidas, en especial en los cruces.
-  En ciclovías compartidas mantener una velocidad prudente.
-  Realizar los mantenimientos con mayor frecuencia.
-  Compartir esta información para lograr una mejor educación de las personas, acorde a respeto al ciclista.
-  Utilizar casco.

Trabajos futuros

-  Unificar este estudio con trabajos relacionados a cuantificar emisiones alrededor de la ciudad, evaluando diferentes tecnologías.
-  Evaluar la posibilidad de usar este tipo de bicicletas para actividades de entrega de encomiendas.
-  Diseñar una bicicleta que se ajuste a las necesidades de los ciudadanos.

Agradecimientos

Ing. Bolívar Muñoz

Vicepresidente Comercial de Salvador Pacheco Mora S.A.

Nuestras autoridades

Universidad del Azuay

Dr. Daniel Cordero Moreno

Director de ERGON

Dr. Andrés López Hidalgo

Profesor/Investigador ERGON

Ing. Mateo Coello Salcedo

Profesor/Investigador ERGON

Ing. Robert Rockwood Iglesias

Profesor/Investigador ERGON

Ing. Andrés Baquero Larriva

Profesor/Investigador ERGON

Ing. Francisco Torres

Profesor/Investigador ERGON



Ing. Santiago Ordóñez Luna

Alumno de la Universidad del Azuay

Clase Movilidad e impacto del
automóvil

10mos. F y G 2016



¿Preguntas?

¡Muchas gracias por su atención!

Gustavo Alvarez Coello

galvarezc@uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay
<http://www.uazuay.edu.ec>
Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo
Telf.: +593 7 409 1000 Ext. 474
Fax: +593 7 281 5997
Cuenca-Ecuador

