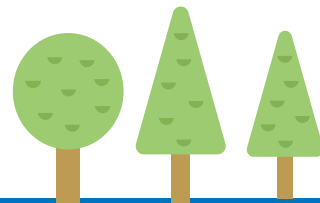




Programa País
**CARBONO
NEUTRALIDAD** 2.0
Oficial del Gobierno de Costa Rica



**Portafolio de Acciones de
Mitigación de Emisiones de
Gases de Efecto Invernadero a
Escala Cantonal de Costa Rica
Tema: Movilidad Eléctrica**





AGRADECIMIENTOS

El presente documento ha sido elaborado por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, con apoyo del Centro para la Sostenibilidad Urbana, bajo la coordinación de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el financiamiento de UNEP DTU Partnership.

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO:

- Ana Lucía Moya Mora y Esteban Bermúdez Forn, Centro para la Sostenibilidad Urbana
- Arturo Steinvorth Álvarez y Natalia Bonilla Gámez, CEGESTI

Se agradecen los aportes para la elaboración de este documento a las siguientes personas:

- Andrea Meza, directora de la Dirección de Cambio Climático, MINAE
- Marianella Feoli Peña, Directora Ejecutiva, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible
- Laura Mora Mora, Equipo Técnico PMR-Costa Rica
- Andrea San Gil León, Directora Ejecutiva, Centro para la Sostenibilidad Urbana
- Jessica Rocard, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

También se agradece a las personas, las municipalidades y las organizaciones, públicas y privadas, de distintos sectores, que participaron en los talleres de consulta realizados los días 16 de mayo y 21 de junio de 2017.

Versión de este documento: 01. El presente documento se encuentra en su versión 01, por lo tanto sustituye a versiones borradores previas compartidas con los actores e interesados del presente programa.

ÍNDICE

Contenido	
Agradecimientos.....	2
Elaboración del documento:.....	2
Acrónimos	4
Introducción	5
Movilidad	7
Justificación de las medidas propuestas	8
Medidas de mitigación del sector movilidad seleccionadas	9
Movilidad eléctrica	10
Matriz de priorización	10
Medidas de Movilidad Eléctrica	11
Referencia	12
A.1.A. Medidas de mitigación de GEI de Movilidad Eléctrica priorizadas.....	14
A.1.A.1 Sustitución de motocicletas	14
A.1.A.2 Sustitución de flotilla liviana	15
A.1.A.3 Servicio de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos.....	16
A.1.A.4 Servicio de carros eléctricos compartidos.....	17
A.1.A.5 Servicio de bicicletas eléctricas compartidas.....	18
A.1.B. Medidas de mitigación de GEI de Movilidad Sostenible no priorizadas.....	19
A.1.B.1 Sustitución de SUVs o pickups.....	19
A.1.B.2 Sustitución de camiones de basura	19
A.1.B.3 Sustitución de maquinaria especial	20
A.1.B.4 Buses eléctricos en rutas turísticas.....	20
A.1.B.5 Tranvía eléctrico	21
A.1.B.6 Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones.....	21



LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AED: Asociación Empresarial para el Desarrollo
- BEV: Vehículo Eléctrico de Batería, por sus siglas en inglés
- CAF: Corporación Andina de Fomento
- CEGESTI: Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial
- CGR: Contraloría General de la República
- COSEVI: Consejo de Seguridad Vial
- DCC: Dirección de Cambio Climático
- DSE: Dirección Sectorial de Energía
- DTU: Universidad Técnica de Dinamarca, por sus siglas en inglés
- ENSRVR: Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos
- GAM: Gran Área Metropolitana
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- ICE: Instituto Costarricense de Electricidad
- IMN: Instituto Meteorológico Nacional
- INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
- MBT: Tratamiento Biológico Mecánico, por sus siglas en inglés
- MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- PHEV: Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable, por sus siglas en inglés
- SUV: Vehículo utilitario deportivo, por sus siglas en inglés
- TCO: Costo Total de Propiedad, por sus siglas en inglés
- UNEP: Programa de Ambiente de las Naciones Unidas

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO DEL PORTAFOLIO

Este documento es una herramienta para las Comisiones Intersectoriales de Cambio Climático creadas para implementar el Programa País Carbono Neutralidad a nivel de cantón o distrito en Costa Rica, el cual tiene como fin ayudar a identificar las mejores medidas o acciones de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala territorial. La herramienta se enfoca en los sectores de movilidad sostenible, eléctrica y residuos sólidos.

Es importante resaltar que cada cantón presenta condiciones particulares (relieve, población, presupuesto, tamaño, entre otros), por lo que este documento no debe reemplazar el análisis individual. Más bien debe ser el punto de partida para el análisis a profundidad de las situaciones y condiciones de cada caso individual.

¿QUÉ ES UNA ACCIÓN DE MITIGACIÓN?

Una acción de mitigación, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, 2014), se define como “una intervención humana para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero”. Así, las acciones de mitigación son la principal herramienta para la reducción de las emisiones de GEI a través del tiempo. Además, son uno de los componentes medulares para alcanzar la carbono neutralidad y cumplir las metas fijadas por el país en la Contribución Nacionalmente Determinada. Por otro lado, a nivel territorial se debe procurar que las acciones de mitigación, además de reducir emisiones de GEI, mejoren la calidad de vida de los habitantes y que promuevan el desarrollo cantonal bajo en emisiones.

¿CUÁNDO UTILIZAR ESTE PORTAFOLIO?

Se recomienda a la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, creada para implementar el Programa País Carbono Neutralidad en el cantón o el distrito, consultar este documento en el proceso inicial de planificación de acciones de mitigación para su territorio. Es preferible que este proceso ocurra después de la realización de un inventario de GEI a escala territorial, pues así se tendrá mejor claridad de los sectores de intervención prioritarios (con la mayor cantidad de emisiones) y además se contará con una línea base para el reporte y la comparación posterior al avance de las acciones.

CONSIDERACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTE PORTAFOLIO

Las acciones de mitigación descritas en este portafolio tienen el propósito de brindar un listado de alternativas para la reducción de GEI enfocadas en dos grandes temas: Residuos Sólidos y Movilidad. A su vez, Movilidad se subdivide en Movilidad Sostenible y Movilidad Eléctrica.

Se seleccionaron estos dos sectores pues se consideran prioritarios para el país en relación con mitigación. El transporte es el mayor emisor de GEI del país: sus emisiones representan un 44% del total de emisiones de GEI (MINAE & IMN, 2015). Por su parte, el sector residuos emite el 15,7% del total de las emisiones del país (Ministerio de Salud, 2016), siendo así la tercera fuente con más relevancia de mitigación en Costa Rica. Además, estos dos sectores representan verdaderos retos para las administraciones municipales. Estos retos se abordarán en secciones posteriores.

Es importante aclarar que los cantones participantes del Programa País pueden realizar acciones de mitigación en su territorio en otros sectores, como por ejemplo el sector agricultura, forestal, industrial, energía estacionaria, entre otros. Se insta a que, posterior a la realización del inventario, las municipalidades hagan un análisis de las categorías clave de su inventario de manera tal que identifiquen cuáles son los sectores en los que una acción de mitigación tendría más impacto en relación con emisiones. Para el caso del sector agricultura, existe de momento un trabajo conjunto entre el INTA, y Fundecooperación, para desarrollar un portafolio similar al presente.

Mediante criterio de expertos, se seleccionaron medidas de mitigación funcionales para la realidad de Costa Rica (10 de Residuos Sólidos, 20 de Movilidad Sostenible y 10 de Movilidad Eléctrica). Posteriormente, se desarrolló una matriz de priorización para extraer las mejores medidas de acuerdo con base en criterios técnicos, ambientales y económicos. Al tratarse de temas diferentes, se elaboró una matriz de priorización individual para Residuos Sólidos y otra para Movilidad con el fin de evaluar las medidas de la mejor manera.

El portafolio cuenta con una descripción de cada uno de los temas, fichas con información de las medidas priorizadas y no priorizadas, así como con la matriz de priorización utilizada para cada caso en formato de Excel. Como se mencionó anteriormente, cada cantón experimenta una realidad diferente, por tanto, se recomienda utilizar la matriz adjunta para valorar las medidas propuestas tomando en cuenta las condiciones de cada cantón y adecuar así la priorización.

MOVILIDAD

Se estima que las ciudades son responsables del 75% de las emisiones de CO2 globales (UNEP-DTIE, 2012), pues reúnen a una gran proporción de la población mundial. Ya para 2014, el 54% de la población mundial vivía en ciudades (United Nations, 2014)

Centroamérica presenta la segunda mayor tasa de urbanización del mundo después de África. De acuerdo a datos del Banco Mundial, de continuar las tasas de crecimiento actuales, la población en las ciudades se duplicaría para el año 2050. Costa Rica destaca por una mayor proporción de población urbana (75%) y uno de los mayores ritmos de crecimiento anual en el mundo en la urbanización (2.4% en el año 2014) (Banco Mundial, 2016).

El crecimiento de las ciudades en Costa Rica ha traído consigo presiones sobre los sistemas de movilidad. El subsector transporte, es el mayor consumidor de energía. En el año 2015, representó el 58.2% del consumo final de energía total de todo el año (MINAE-DSE, 2016). A su vez, el 100% del consumo energético en transporte provino de combustibles derivados del petróleo, convirtiendo a este subsector en el mayor emisor de GEI del país. En el 2012, representó el 44% de las emisiones de CO2 totales del país (IMN, 2015).

Además de los retos ambientales que implica la movilidad, esta también se ha convertido en uno de los principales desafíos para el desarrollo y la calidad de vida en Costa Rica. Por ejemplo, según una encuesta de la Contraloría General de la República, el 25% de los trabajadores del valle central tardan más de 2 horas en llegar a su lugar de trabajo (Programa Estado de la Nación, 2015).

En respuesta al crecimiento urbano, se ha propuesto un cambio en el paradigma de la planificación urbana, centrandolo en las personas y no en los vehículos, un cambio de paradigma de la planificación bajo el concepto de transporte a una planificación bajo el concepto de movilidad. El fin es el de reducir distancias y necesidades de transporte para mejorar el acceso a los destinos, actividades, servicios y bienes. En otras palabras, poder satisfacer las necesidades de las personas en las ciudades haciendo el menor número de viajes posibles. (ONU

Habitat, 2012). Sin duda, este cambio en el paradigma también viene acompañado de una mejora tecnológica de las unidades de transporte actuales, así como una optimización de los medios de implementación y los modelos de negocio.

El Centro para el Transporte Sostenible (2005) define un Sistema de Transporte Sostenible como aquel que “permite a los individuos, compañías y sociedades satisfacer las necesidades básicas de acceso a sitios y actividades en completa seguridad, de manera consistente con la salud humana y con la de los ecosistemas”. Otras características relevantes de los Sistemas de Transporte Sostenibles es que promueven la equidad dentro de y entre las generaciones sucesivas, poseen un costo accesible, operan de manera justa y eficiente, ofrecen a toda la población una opción para movilizarse y por tanto apoyan una economía competitiva. Adicionalmente, limitan las emisiones y los residuos del transporte a la capacidad del planeta para absorberlos y promueven la utilización de recursos renovables.

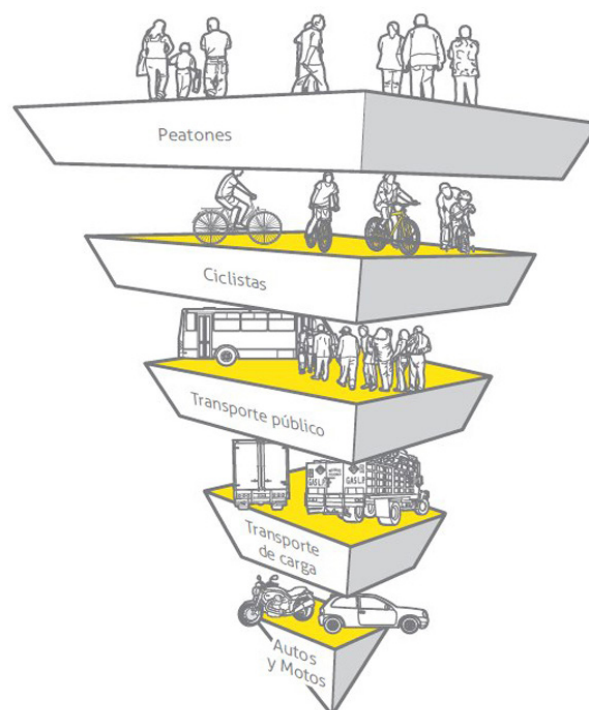


Figura 1. Jerarquía de priorización conceptual de jerarquización de movilidad sostenible
Fuente: (ITDP, 2011)

Por su parte, la movilidad eléctrica se presenta como una oportunidad para reducir emisiones de GEI en Costa Rica al cambiar los combustibles derivados del petróleo por la electricidad como vector energético. Dado que la matriz eléctrica en Costa Rica se destaca por su alto porcentaje de penetración de recursos renovables (más del 98% en el año 2015 y 2016 según datos del ICE), hacer el cambio a una flota vehicular eléctrica resulta de interés para reducir la contaminación ambiental provocada por el actual sistema de movilidad. Por otro lado, la movilidad eléctrica puede traer consigo cambios disruptivos y nuevos modelos de negocios que pueden ser aprovechados por diversos actores, incluso a nivel cantonal. Cabe aclarar que las medidas de mitigación en movilidad eléctrica contempladas ya están siendo, en su mayoría, evaluadas o inclusive implementadas en Costa Rica, así como en varios otros países del continente.

JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

Los proyectos con enfoque de movilidad sostenible generan múltiples beneficios tanto para la ciudad, como para el individuo. La contaminación atmosférica generada por la quema de combustibles fósiles en vehículos automotores causa problemas indirectos en la salud como asma, bronquitis, leucemia y otras enfermedades pulmonares. Los proyectos de movilidad sostenible ofrecen mejoras en la salud individual, al promover el transporte activo, y en la pública, al mejorar la calidad del ambiente (Banister, 2008). Desde el punto de vista ambiental, se disminuyen las emisiones de CO₂ del sector transporte al acortar distancias, promover el uso de transportes activos (caminar y andar en bicicleta), invertir en transporte público y reducir el uso del automóvil.

Al implementar programas de movilidad, se disminuye la cantidad de tiempo invertido en trasladarse, aumentando así el tiempo disponible para la productividad y el ocio de las personas. Esto repercute en una mejora de la competitividad del país y de las ciudades (CAF, 2011). Desde el punto de vista social, las políticas y proyectos de movilidad sostenible pueden también ser herramientas de inserción y cohesión social, pues brindan mayores oportunidades de acceso a educación, salud, sitios de trabajo y otros servicios a los distintos grupos sociales (Obra Social Caja Madrid, 2010).

Es importante acotar que, para que un proyecto de movilidad sostenible realmente funcione, más allá del diseño lo más importante es la aceptación de las personas. Sólo cuando se tiene el suficiente apoyo público hacia el cambio es que se logra que estos proyectos sucedan (Banister, 2008).

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El equipo realizó una selección de medidas alrededor de dos grandes temas:

- Movilidad sostenible.
- Movilidad eléctrica.

Las medidas se pensaron con el fin de que, además de reducir emisiones de GEI, fomenten una mejora en la calidad de vida de los habitantes en los territorios y promuevan el desarrollo bajo en emisiones.

En el Anexo 1 se encuentran fichas con información relevante sobre cada una de las medidas y, además, en la sección de referencias, se incluyen documentos de interés para la mayoría de las medidas, en caso de que se desee profundizar su concepto y manera de implementación. A continuación, se presenta un resumen de las acciones de medidas de mitigación consideradas para cada caso (ver Tabla 1):

**TABLA 1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL SECTOR
MOVILIDAD ELÉCTRICA SELECCIONADAS**

Movilidad eléctrica
Sustitución de motocicletas
Sustitución de flotilla liviana
Sustitución de SUVs o pickups
Sustitución de camiones de basura
Sustitución de flotilla especial
Buses eléctricos en rutas turísticas
Tranvía
Recarga de vehículos eléctricos como servicio
Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones
Servicio de carros eléctricos compartidos
Servicio de bicicletas eléctricas compartidas

MOVILIDAD ELÉCTRICA

- **Sustitución de motocicletas:** Sustitución de motocicletas que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean motocicletas eléctricas o bicicletas eléctricas.
- **Sustitución de flotilla liviana:** Sustitución de la flotilla liviana que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés).
- **Sustitución de SUVs o pickups:** Sustitución de vehículos pickups o camionetas tipo “SUV” que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés) o vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV, en inglés).
- **Sustitución de camiones de basura:** Sustitución de los camiones de basura o de saneamiento de la Municipalidad por alternativas eléctricas.
- **Sustitución de flotilla especial:** Sustitución de maquinaria especial (por ejemplo, tractores, camiones, entre otros) de la Municipalidad por alternativas eléctricas.
- **Buses eléctricos en rutas turísticas:** Puesta en marcha de un bus eléctrico destinado a operar en rutas turísticas con el fin de crear concientización en la población y ofrecer una alternativa de movilidad baja en emisiones.
- **Tranvía:** Puesta en marcha de un tranvía eléctrico como alternativa de movilidad.
- **Recarga de vehículos eléctricos como servicio:** Puesta en marcha de sistemas de recarga de vehículos eléctricos mediante la instalación de puntos de recarga (también conocidos como recargadores) en puntos estratégicos del cantón. El sistema puede ser implementado por la Municipalidad o en consorcio con una empresa privada.
- **Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones:** Exigir a nuevas edificaciones la inclusión de un mínimo de puntos de recarga según su tamaño y naturaleza.
- **Servicio de carros eléctricos compartidos:** Provisión de un servicio de carros eléctricos compartidos en puntos estratégicos de los municipios.
- **Servicio de bicicletas eléctricas compartidas:** Provisión de un servicio de bicicletas eléctricas compartidas en puntos estratégicos de los municipios.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Para determinar cuáles opciones resultan más convenientes para los cantones participantes del Programa País, se desarrolló una herramienta que permita priorizar las medidas de reducciones de acuerdo con variables técnicas, económicas y ambientales. Esta herramienta se basa en el criterio

del experto a cargo y en información disponible. Es conveniente revisar los resultados obtenidos en la herramienta de puntuación para mayor comprensión.

Entre los criterios técnicos utilizados se encuentran:

- Competencia municipal, que se refiere al nivel de control o liderazgo que puedan ejercer las Municipalidades sobre una acción de mitigación dada o bien la necesidad de articular con otros actores u organizaciones.
- Viabilidad técnica, que toma en cuenta la factibilidad para la puesta en marcha de una tecnología en el corto plazo.
- Capacidad municipal (disponibilidad de recursos), que toma en cuenta los diferentes recursos a disposición de las Municipalidades, tales como la disponibilidad del recurso humano, su conocimiento en el tema y la capacidad de operativizar cada medida de mitigación.
- Acceso a la tecnología, que toma en cuenta su oferta comercial en la actualidad y el acceso que puedan tener las Municipalidades para la puesta en marcha de cada medida de mitigación.

A nivel económico se contemplaron tres criterios: los costos de inversión, los de operación y mantenimiento y la capacidad de una medida determinada para generar nuevos ingresos. A mayores costos económicos para la municipalidad, menor puntuación. Asimismo, se valoró la capacidad de algunas medidas de generar nuevas fuentes de ingreso para las Municipalidades. Este aspecto fue considerado con base en casos de éxito en otras ciudades alrededor del mundo y buscó demostrar que, en ciertos casos, las medidas de mitigación no solo implican un costo, sino que también pueden significar el desarrollo de nuevos modelos de negocios y de cooperación para los gobiernos locales.

En materia ambiental, se evaluó:

- El potencial de reducción de emisiones de GEI, que considera el nivel de mitigación de cambio climático que una medida determinada pueda alcanzar.
- El potencial de disminución de la congestión, tal como su nombre lo indica, busca incidir en reducir la congestión en las vías nacionales, especialmente las que pasan por los Municipios.
- La concordancia con la jerarquización de la movilidad, de acuerdo con la Figura 1, busca dar una priorización en la que primero están las personas, luego el transporte público y por último están los vehículos privados.

Posterior a la evaluación de cada uno de los rubros descritos en materia técnica, económica y ambiental se procedió a realizar una ponderación de cada medida, considerando un peso del 30% para la parte técnica, 30% para la ambiental y 40% para la económica. Con base en la puntuación obtenida, se escogieron 5 medidas de movilidad eléctrica y 10 medidas de movilidad sostenible.

MEDIDAS DE MOVILIDAD ELÉCTRICA PRIORIZADAS

En la Tabla 2 se muestra el resumen de las medidas priorizadas para el sector movilidad. En el Anexo 2 se pueden revisar las fichas con mayor detalle de información relativo a su aplicabilidad a municipalidades.

Es importante resaltar algunos puntos con respecto a las medidas priorizadas de movilidad sostenible:

Movilidad eléctrica	
Medida de mitigación	Puntuación total
• Sustitución de motocicletas	80.00%
• Servicio de bicicletas eléctricas compartidas	74.72%
• Sustitución de flota liviana	73.33%
• Recarga de vehículos eléctricos como servicio	66.11%
• Servicio de carros eléctricos compartidos	65.83%
• Sustitución de SUVs o pickups	61.67%
• Buses eléctricos en rutas turísticas	59.72%
• Requisitos de puntos de recarga en nuevas edificaciones	56.67%
• Tranvía	54.72%
• Sustitución de camiones de basura	52.50%
• Sustitución de flota especial	52.50%

En el caso de la movilidad eléctrica:

- Tal y como lo demuestran diversos casos de éxito a nivel internacional, el servicio compartido de vehículos livianos y bicicletas eléctricas consiste en una medida de mitigación que podría ser puesta en marcha en el corto plazo y que busca posicionarse como una alternativa ante la tenencia de vehículos privados. En otras palabras, busca que los conductores se bajen de sus carros y que compartan los medios de transporte, que usualmente son subutilizados, con otros usuarios. Lo anterior es consecuente con los resultados obtenidos a través de la Herramienta de priorización, donde ambas medidas (Servicio compartido de vehículos livianos y Servicio compartido de bicicletas eléctricas) fueron priorizados.
- Asimismo, hay grandes oportunidades a lo interno de las Municipalidades para sustituir su flotilla actual, especialmente motocicletas, por alternativas eléctricas, siendo la medida de mitigación con la mayor puntuación obtenida a través de la Herramienta de priorización. De modo similar, la sustitución de la flotilla de vehículos de transporte liviano por vehículos eléctricos de baterías también resultó priorizada, dados los bajos costos de operación, la disponibilidad comercial de alternativas en el mercado local y el bajo costo incremental.
- Si bien hay modelos eléctricos para otros vehículos empleados por las Municipalidades (tal como camiones de basura, vehículos todo terreno o transporte especial), su disponibilidad comercial y los costos intrínsecos aún son elevados. Si bien en algunos casos se podrían pagar durante el costo total de propiedad de la tecnología, las barreras de entrada pueden ser elevadas para algunas Municipalidades en este momento.
- Por otro lado, también se presenta la oferta de servicios de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos por parte de las Municipalidades como una opción para fomentar el uso de este tipo de vehículos y a la vez generar una nueva fuente de ingresos para las Municipalidades. Esta fue una de las medidas también priorizadas por la Herramienta de priorización.

REFERENCIAS

- Acuña-Leiva, R., Hernández-Vega, H., Jiménez-Romero, D., Zamora-Rojas, J., & Loría Salazar, L. G. (2015). Guía de Diseño y Evaluación de Ciclovías para Costa Rica. San José: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), Lanamme UCR.
- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2009). Distribución urbana de mercancías. In Plan de movilidad y espacio público. LUGO (pp. 90–100). Barcelona.
- Aprea, R., Chereau, T., Canciani, M., & Jensen, K. (2015). Hacia una Ciudad Accesible: criterios de diseño accesible. La Plata.
- Arias, C., Castro, A., Martins, W. C., Custodio, P., Diaz, J. C., Fjellstrom, K., ... Zimmerman, S. (2010). Guía de Planificación de Sistemas BRT Autobuses de Tránsito Rápido. New.
- Banco Mundial. (2016). Estudio de la Urbanización en Centroamérica: OPORTUNIDADES DE UNA CENTROAMÉRICA URBANA.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- CAF. (2011). Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. (CAF, Ed.), Banco de desarrollo de America Latina CAF.
- Calderón, O., & Bosque, D. (2017). Crónica de un usuario de la ciclovía: Cruzar todo San José en media hora y haciendo ejercicio. *La Nación*. San José. Retrieved from http://www.nacion.com/nacional/transportes/Experiencia-bicicleta-ciclovía-UCR-Sabana_0_1622237811.html
- Centro para el Transporte Sostenible. (2005). Defining Sustainable Transportation. Transport Canada. Retrieved from http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Defining_Sustainable_2005.pdf
- Circulate San Diego. (2016). Guía de Caminata: ¿Cómo disfrutar caminar en su comunidad? San Diego.
- Clean Cities. (2011). Clean Cities Hybrid and Plug-In Electric Vehicles All-Electric Vehicles, (May).
- CMNUCC. (2014). Glossary of climate change acronyms and terms. Retrieved May 29, 2017, from http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#M
- Díaz, R., Lugo, R., Páez, F., Mojica, C., & Corbacho, I. (2015). Oportunidades de financiamiento a operadores privados de transporte público en Latinoamérica 3 casos de estudio: Bogotá, Ciudad de México y Santiago.
- Federal Ministry of Education and Research. (2013). Electric Mobility : Rethinking the Car, 64.
- Gauthie, A., Hughes, C., Kost, C., Li, S., Linke, C., Lotshaw, S., ... Treviño, X. (2013). Guía de planeación del sistema de bicicleta. ITDP, Institute for Transportation and Development Policy, 1–152.
- Hall, S., Shepherd, S., & Wadud, Z. (2016). The Innovation Interface - Business model innovation for electric vehicle futures.
- IDAE. (2002). Manual de Conducción Eficiente para Conductores del Parque Móvil del Estado. Madrid. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- IMN. (2015). Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono, 2012. San José.
- ITDP. (2011). La movilidad en bicicleta como política pública. In M. J. P. Herrera (Ed.), Ciclociudades, Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. México.
- ITDP. (2014). Standard de Desarrollo Orientado al Transporte. New York.
- ITDP. (2016). Guía de diseño de calles e intersecciones para Buenos Aires. Buenos Aires.
- Kreuzer, F. M., & Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia energética y movilidad en América latina y el Caribe (p. 305).
- Laurischkat, K., Viertelhausen, A., & Jandt, D. (2016). Business Models for Electric Mobility. In Procedia CIRP (Vol. 47, pp. 483–488). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.042>
- MINAE-DSE. (2016). Balance Energético 2015. San José.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). MOVILIDAD URBANA Vol. 1 BICIESTACIONAMIENTOS EN EL ESPACIO PÚBLICO. (División de Desarrollo Urbano Dirección de Proyectos de Ciudad, Ed.), MOVILIDAD URBANA. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Obra Social Caja Madrid. (2010). Movilidad Urbana Sostenible: un reto energético y ambiental. Obra Social Caja Madrid. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Movilidad+Urbana+Sostenible:+Un+reto+energético+y+ambiental#0>
- ONU Habitat. (2012). Movilidad. Obtenido el 29 de mayo de 2017 de <https://es.unhabitat.org/temas-urbanos/movilidad/>
- Pardo, C., Caviedes, A., & Calderón, P. (2013). Estacionamientos para bicicletas: Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.650903>
- Programa Estado de la Nación. (2015). Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible/ PEN. (P. E. de la Nación., Ed.) (1st ed.). San José: PEN 2015.
- The Clean Air Institute. (2012). Gestión de la demanda de transporte: Oportunidades para mitigar sus externalidades y las de los vehículos automotores en America Latina. Washington. Retrieved from http://www.cleanairinstitute.org/cop_gd/wp-content/uploads/2012/08/doc_completo_gdt_politica.pdf
- UNEP-DTIE. (2012). Cities and Buildings UNEP initiatives and projects.
- United Nations. (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). New York, United. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9>
- Urban Foresight. (2014). Ev city casebook; 50 BIG IDEAS shaping the future of electric mobility, 74.
- ZeEUS. (2016). eBus Report: An overview of electric buses in Europe. ZeEUS (p. 118). Retrieved from <http://zeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

A.1.A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD ELÉCTRICA PRIORIZADAS

A.1.A.1 Sustitución de motocicletas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de motocicletas que formen parte de la flota interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean motocicletas eléctricas o bicicletas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Flexibilidad en la recarga de los vehículos (se pueden cargar en cualquier tomacorrientes y a cualquier hora).

Contexto en el que sería útil

- Los recorridos de las motocicletas de la Municipalidad suelen ser cortos, por lo cual la autonomía no sería un impedimento.
- Se recomienda estudiar las características de las rutas habituales para dimensionar unidades apropiadas.

Nivel típico de inversión

- Bajo: Inversión: US\$ 1,000 a 3,000. Operación: ~US\$ 15 por mes.(datos por moto)

Requisitos necesarios para implementarla

- No tiene requisitos adicionales.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Proveedores de motocicletas o bicicletas eléctricas.Reducción de emisiones
- Potencial de reducción de emisiones: bajo.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: Las alternativas eléctricas no tienen mufla, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.



Consideraciones adicionales

- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de energía (ya sean litros de combustible por motocicletas o KWh de electricidad por alternativas eléctricas).

Injerencia municipal

- Directa: el Municipio tiene la capacidad de llevar a cabo esta acción como parte del proceso de sustitución de su flota.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).

A.1.A.2 Sustitución de flota liviana

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de la flota liviana que forme parte de la flota interna de la Municipalidad por vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés).

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en Inglés).
- Mejora de calidad del aire.



Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir unidades con una mayor tasa de utilización.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: US\$ 10-20 por mes (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.



Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Proveedor (agencias importadoras con vehículos eléctricos disponibles en el país).

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: bajo.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: las alternativas eléctricas no tienen huella, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.

Consideraciones adicionales

- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de energía (ya sean litros de combustible por carros o KWh de electricidad por alternativas eléctricas).

Injerencia municipal

- Directa: el Municipio tiene la capacidad de llevar a cabo esta acción como parte del proceso de sustitución de su flota.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).

A.1.A.3 Servicio de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de sistemas de recarga de vehículos eléctricos mediante la instalación de puntos de recarga (también conocidos como recargadores) en lugares estratégicos del cantón. El sistema puede ser implementado por la Municipalidad o en consorcio con una empresa privada.

Beneficios

- Reducción de emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en Inglés)
- Mejora de calidad del aire.

Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir los vehículos con una mayor tasa de utilización en la ciudad.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: US\$ 10-20 por mes (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio.
- Compañía distribuidora de electricidad.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: se fortalece el uso de vehículos eléctricos de baterías y se reducen emisiones de GEI al usar electricidad en vez de combustibles fósiles.

Consideraciones adicionales

- El servicio puede ser provisto a escala nacional y cada Municipio lo puede ofrecer dentro de su área de cobertura
- Indicadores propuestos para monitoreo: energía (KWh) y potencia (KW) de electricidad suministrada.

Injerencia municipal

- Directa: las Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.A.4 Servicio de carros eléctricos compartidos

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la provisión de un servicio de carros eléctricos compartidos en puntos estratégicos de los Municipios.

Beneficios

- Facilitar una alternativa que permita a conductores evitar la tenencia de vehículos privados.
- Optimizar la utilización de los vehículos.
- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- EL servicio puede generar una fuente de ingresos adicionales para la Municipalidad.
- Mejora en la salud.

Contexto en el que sería útil

- La solución podría ofrecerse en sitios estratégicos de las ciudades (e.g. cerca de terminales de buses, aeropuertos o cerca de comercios).
- Usuarios registrados podrían pagar por el servicio y devolver la unidad una vez que dejen de usarla.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: ~US\$ 40,000 (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Flotilla de vehículos eléctricos.
- Infraestructura de recarga.
- Infraestructura de registro y facturación.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio
- Compañía distribuidora de electricidad.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: las alternativas eléctricas no tienen mufla, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.

Consideraciones adicionales

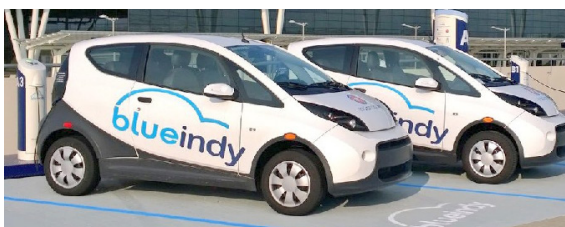
- Medida busca optimizar el uso de los vehículos mediante un aumento en su tasa de utilización y ofrecer una alternativa a la tenencia de vehículos particulares.
- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de KWh de electricidad consumida para recargar los vehículos.

Injerencia municipal

- Directa: algunas Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.A.5 Servicio de bicicletas eléctricas compartidas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la provisión de un servicio de bicicletas eléctricas compartidas en puntos estratégicos de los Municipios.

Beneficios

- Proveer una alternativa que a lo largo de la ciudad que facilite la intermodalidad y evite el transporte privado.
- Optimizar la utilización de las bicicletas eléctricas.
- Mejora en la salud de la población.
- Servicio puede generar una fuente de ingresos adicionales para la Municipalidad.

Contexto en el que sería útil

- La solución podría ofrecerse en sitios estratégicos de las ciudades (e.g. cerca de terminales de buses, cerca de comercios).
- Los usuarios registrados podrían pagar por el servicio y devolver la unidad una vez que dejen de usarla.
- Puede haber asistencia de motor eléctrico según la topografía.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: ~US\$ 1,200 (por unidad).

Requisitos necesarios para implementarla

- Flotilla de bicicletas eléctricas.
- Infraestructura de recarga.
- Infraestructura de registro y facturación.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: se reduce el uso de vehículos particulares. Las únicas emisiones ocurren por la electricidad consumida.

Consideraciones adicionales

- La medida busca fomentar el uso de las bicicletas en las ciudades y a la vez dar asistencia en topografías difíciles (e.g. cuestras) o recorridos largos (hasta 50km).
- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de kWh de electricidad.

Injerencia municipal

- Directa: varias Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.B. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD SOSTENIBLE NO PRIORIZADAS

A.3.B.1 Sustitución de SUVs o pickups

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de vehículos pickups o camionetas tipo "SUV" que formen parte de la flota interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas. Ya sean vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés) o vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV, en inglés).

Beneficios

- Reducción de emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en inglés).



Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir unidades con una mayor tasa de utilización.
- Los vehículos que requieran de una alta autonomía podrían ser sustituidos por PHEV en vez de BEV.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: ~US\$ 30 por mes

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.

A.1.B.2 Sustitución de camiones de basura

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de los camiones de basura o de saneamiento de la Municipalidad por alternativas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Las unidades actuales que requieran reemplazarse son las candidatas para la sustitución.
- Es necesario evaluar la capacidad de las unidades y las características de las rutas recorridas para encontrar una alternativa e infraestructura de recarga óptimas.



Nivel típico de inversión

- Alto Inversión: mayor a US\$ 400,000

Requisitos necesarios para implementarla

- Al menos punto de recarga de depósito.

A.1.B.3 Sustitución de maquinaria especial

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de maquinaria especial (por ejemplo, tractores, camiones, entre otros) de la Municipalidad por alternativas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Se espera en el futuro cercano que la oferta de las alternativas eléctricas “pesadas” sea mayor. Sin embargo, esta oferta, por el momento, aún es escasa por lo que el diseño y selección de las alternativas es especialmente crítico.

Nivel típico de inversión

- Alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Al menos punto de recarga de depósito.



A.1.B.4 Buses eléctricos en rutas turísticas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de un bus eléctrico destinado a operar en rutas turísticas con el fin de crear concientización en la población y ofrecer una alternativa de movilidad baja en emisiones.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Concientización de los usuarios.
- Atractivo turístico.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Los recorridos cortos no requieren de una infraestructura de recarga compleja.
- Los lugares de gran flujo de turistas podrían ser atractivos para esta solución.



Requisitos necesarios para implementarla

- Infraestructura de recarga (de depósito o pantógrafo invertido).

A.1.B.5 Tranvía eléctrico

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de un tranvía eléctrico como alternativa de movilidad.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- La solución es aplicable en ciudades con una demanda de usuarios considerable y puede servir como enlace o alternativa a otras alternativas de movilidad.



Nivel típico de inversión

- Alto Inversión: aproximadamente US\$ 400,000

Requisitos necesarios para implementarla

- Derecho de vía.
- Infraestructura de suministro de energía.
- Viabilidad para ofrecer servicio público.

A.1.B.6 Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones

¿En qué consiste?

- La medida consiste en exigir a nuevas edificaciones la inclusión de un mínimo de puntos de recarga según su tamaño y naturaleza.

Beneficios

- Garantizar la adecuada provisión de infraestructura de recarga.
- Su aplicación puede habilitar futuros servicios a un menor costo, dado que la integración sería desde la etapa de diseño del inmueble y no durante la operación.

Contexto en el que sería útil

- La regulación se podría exigir como parte de los permisos de construcción a nuevas edificaciones.
- El nivel de exigencia se podría hacer de forma escalonada según el tipo y escala de la edificación.



Nivel típico de inversión

- Bajo: Inversión: menor a US\$ 3,000 (por punto de recarga).

Requisitos necesarios para implementarla

- Desarrollo de reglamentación técnica.
- Capacidad de las Municipalidades para exigir y verificar que se cumpla la regulación.



**Programa País
CARBONO
NEUTRALIDAD**
Oficial del Gobierno de Costa Rica

**PARA MAYOR INFORMACIÓN CONTACTAR A LA DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO
DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA (MINAE).**

Teléfonos: 2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076

Fax: 2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076

programapais.dcc@minae.go.cr

Apartado Postal: 10104-1000 San José, Costa Rica

www.minae.go.cr • www.cambioclimaticocr.com  [/dccCostaRica](https://www.facebook.com/dccCostaRica)

