



# Huella

## de Ciudades

Fortalecimiento de la capacidad  
de gestión ambiental del Gobierno  
municipal de Quito

# 5



Ciudad de Quito





# Huella

de  
Ciudades

# 5



Ciudad  
de Quito



---

## TÍTULO

Serie Huella de Ciudades N° 5 Ciudad de Quito

Depósito Legal: DC2020001185

ISBN: 978-980-422-191-0

---

## EDITOR

CAF

Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible

Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático

---

## AUTOR

Servicios Ambientales S.A.

---

## EQUIPO DE TRABAJO

Edgar Salas

Sandra Mendoza

Nara Vargas

Sintia Yáñez

Cecilia Guerra

Juan Carlos Palacios

Mauricio Velásquez

Marcos Mejía

---

## Diseño gráfico:

Good, Comunicación para el Desarrollo Sostenible

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Esta y otras publicaciones se encuentran disponibles en:

**[scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)**

© 2017 Corporación Andina de Fomento

Todos los derechos reservados.



## Contenido

<b>01_</b> Antecedentes	8
<b>02_</b> Descripción de la ciudad de Quito	12
<b>03_</b> Proyecto Huella de Ciudades: Quito	16
<b>04_</b> Resultado del cálculo de huellas del Distrito Metropolitano de Quito	18
<b>05_</b> Resultado del cálculo de huellas de la ciudad de Quito	26
<b>06_</b> Plan de Acción	32
<b>07_</b> Proyectos Piloto	46
<b>08_</b> Actividades de comunicación	50
<b>09_</b> Redes y alianzas	52
<b>10_</b> Logros, lecciones y desafío	56



# Presentación

La ciudad de Quito, en Ecuador, fue la segunda ciudad en formar parte del Proyecto Huella de Ciudades, junto con La Paz, Bolivia y Lima, Perú, en una primera fase de ejecución. Esta experiencia, que tuvo una duración de 18 meses (diciembre 2012 a mayo 2014), ha sido muy valiosa para impulsar el proyecto en la región y a nivel local, siendo Quito la primera de cinco ciudades de Ecuador que forman parte del mismo. La experiencia fue relevante porque ha permitido aplicar con carácter de piloto las metodologías de cálculo de huellas, validarlas y adecuarlas a un contexto urbano. Esta publicación de la serie *Huella de Ciudades* describe la implementación del proyecto y sus resultados en términos operativos y estratégicos.

Quito es una ciudad ubicada en la hoya de Guayllabamba, en las laderas occidentales del estratovolcán activo Pichincha, en la parte oriental de los Andes. Su altitud promedio es de 2.800 m.s.n.m. Cuenta con una superficie de 4.231 km<sup>2</sup>, y una población de más de 2,2 millones en todo el Distrito Metropolitano<sup>1</sup>, de los cuales, el 72 % se concentra en el área urbana.

---

<sup>1</sup> INEC: Población por área, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento, 2010.

El alcalde de Quito, durante la implementación del proyecto, era el Sr. Augusto Barrera, hasta el 14 de mayo de 2014, fecha a partir de la cual asumió la cartera el Sr. Mauricio Rodas. No obstante, el cambio, fue posible cerrar el proyecto con éxito. La administración

---

**Ilustración 1.** Vista de la Plaza central de Quito.



municipal y la ciudad de Quito fueron los principales beneficiarios del Proyecto Huella de Ciudades. Los resultados en esta ciudad –más allá de la evaluación de las huellas– permitieron un conocimiento y un compromiso más amplios por parte de las autoridades locales respecto a la problemática del cambio climático, habiendo comprobado que esto no dependía de la administración en particular.

El alcalde dio una nueva orientación a su discurso sobre la importancia de trabajar en resiliencia frente al cambio climático, y reconoció públicamente que las autoridades son quienes tienen un rol fundamental. Por consiguiente, los planes del municipio, de acuerdo con los resultados de las huellas, se enfocan ahora en mejorar el transporte público e incentivar acciones como el ciclismo. Además, se están implementando programas de manejo de residuos y buenas prácticas ambientales<sup>2</sup>.

Cabe remarcar la participación activa del alcalde en varios eventos locales e internacionales, el más importante la COP21, donde presentó la nueva visión de desarrollo de la ciudad y los proyectos que se están implementando para reducir la huella de carbono y la huella hídrica tanto del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) a nivel de organización, como del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) a nivel de territorio.

Por otra parte, Quito fue sede de la Conferencia sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible – Hábitat III (2016), en la que los líderes del mundo adoptaron la Nueva Agenda Urbana que establece un nuevo estándar mundial para el desarrollo urbano sostenible, y que ayudará a repensar la forma de planificar, gestionar y vivir en las ciudades.

En la cuantificación de las huellas para la gestión 2011, la huella de carbono fue de 5,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, de las cuales el 1 % corresponde al Gobierno municipal. Este resultado fue presentado y validado en la plataforma de reporte del Grupo de ciudades C40, con cuyo apoyo se actualizó el resultado para el año 2015. El resultado del diagnóstico para la huella hídrica es 1,03 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales la huella cuantificada a nivel del Gobierno municipal representa el 2 %.

Después de la cuantificación de la huella e identificando las principales fuentes de generación, se elaboró un plan de acción de reducción. El plan incluyó una cartera de proyectos, entre los cuales se destacan: la implementación de sistemas masivos de transporte, mejora en la matriz energética, manejo integral de residuos sólidos, y captura y combustión de gas metano para reducir la huella de carbono; la reducción de la demanda de agua potable por el uso de artefactos de bajo consumo (ABC), tratamiento de efluentes residuales y reducción de pérdidas en la distribución de agua para reducir la huella hídrica; y responsabilidad social corporativa con la operación de un sistema metropolitano de compensación de huellas, las que pasaron a ser parte fundamental de la agenda de desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático de la ciudad.

Como resultado de su participación en el proyecto, Quito ha entablado redes internacionales con un rol activo, a través de las cuales ha demostrado liderazgo internacional, empoderamiento y compromiso en la lucha contra el cambio climático y la construcción de la Nueva Agenda de Desarrollo Sostenible. Dentro de estas redes, se destacan: CGLU, ICLEIRexCom, el grupo C40 y la red 100 *Resilient Cities*. Todos estos grupos trabajan para reducir las emisiones de carbono y adaptarse al cambio climático.

---

<sup>2</sup> Diario El Comercio. El financiamiento, una preocupación de los alcaldes que llegaron al Hábitat III para combatir el cambio climático, 2016.



01\_

Antecedentes

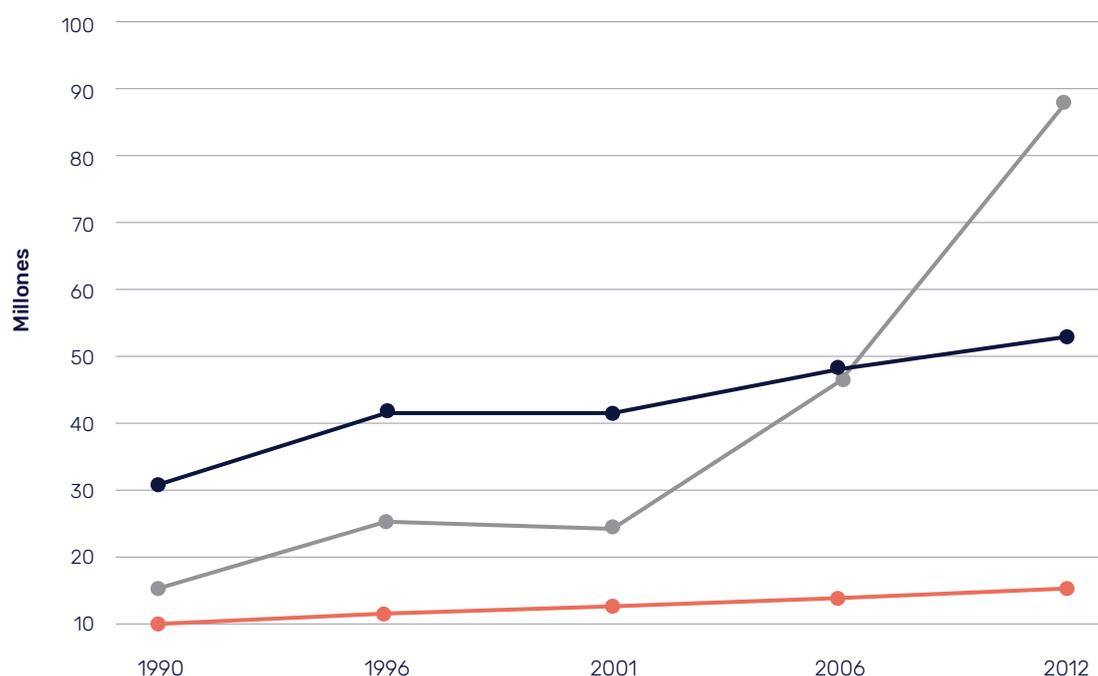
Ecuador, al igual que otros países de la región, está sufriendo los efectos del cambio climático, que se evidencia en inundaciones costeras frecuentes, erosión de playas, disminución de la biodiversidad en los páramos andinos, retroceso de glaciares, reducción de la productividad agrícola y el suministro de agua. Se estima que entre 1891 y 1999, la temperatura media en la parte urbana del DMQ aumentó entre 1,2 °C y 1,4 °C, mientras que la precipitación presentó una tendencia general al decrecimiento<sup>3</sup>. La mayor evidencia es el retroceso del glaciar del Chimborazo, que ha disminuido en 59 % entre 1962 y 2010<sup>4</sup>, y está alterando el ecosistema en áreas aledañas.

Entre 1990 y 2012, la población nacional aumentó de 10 a 15 millones, equivalente a un crecimiento de 50 %. En el mismo periodo, el PIB nacional, a precios actuales, se incrementó de USD 15 mil millones a USD 88 mil millones, equivalente a un crecimiento de 477 %. Al tiempo, las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) aumentaron en 71 %.

<sup>3</sup> Plan de Acción Climático de Quito 2012-2016. MDMQ, 2012.

<sup>4</sup> Según el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), en un artículo científico publicado en <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/punto-de-vista/1/cambio-climatico-acercamiento-a-sus-efectos-en-ecuador>

**Figura 1.** Progresión de población, emisiones de GEI y PIB, 1990-2012 en Ecuador.



	1990	1996	2001	2006	2012
● Población (hab.)	10.218.091	11.683.479	12.852.755	13.967.480	15.419.666
● PIB (USD miles de millones)	15.239.278	25.226.393	24.468.324	46.802.044	87.924.544
● Emisiones de GEI (t CO <sub>2</sub> e)	30.859.491	41.250.815	41.166.860	48.495.587	52.746.573

Fuente. World Bank Database, 2013.

El crecimiento de las emisiones de GEI está relacionado con el crecimiento poblacional de una forma casi lineal, en tanto que las emisiones por unidad de PIB han demostrado incrementar su eficiencia aproximadamente 3,4 veces entre 1990 y 2012. En Ecuador, desde el año 2001, la actividad económica registra tasas de crecimiento positivas, atribuibles al incremento significativo del valor agregado petrolero, según el Banco Central del Ecuador. Si bien este crecimiento económico en el país ha debido traer consigo una mejora en las condiciones de vida, con un mayor consumo de bienes y servicios, ha habido un incremento en la generación de residuos, entre otros. La figura 1 muestra que las emisiones del país están asociadas al crecimiento poblacional más que a un incremento en el PIB.

No obstante, se está planificando el desarrollo de Quito y el país incorporando la variable climática en sus programas, proyectos y estrategias, tomando en cuenta el incremento en los efectos del cambio climático en el presente y a futuro.

***El crecimiento de las emisiones de GEI está relacionado con el crecimiento poblacional de una forma casi lineal, en tanto que las emisiones por unidad de PIB han demostrado incrementar su eficiencia aproximadamente 3,4 veces entre 1990 y 2012.***



02

# Descripción de la Ciudad de Quito

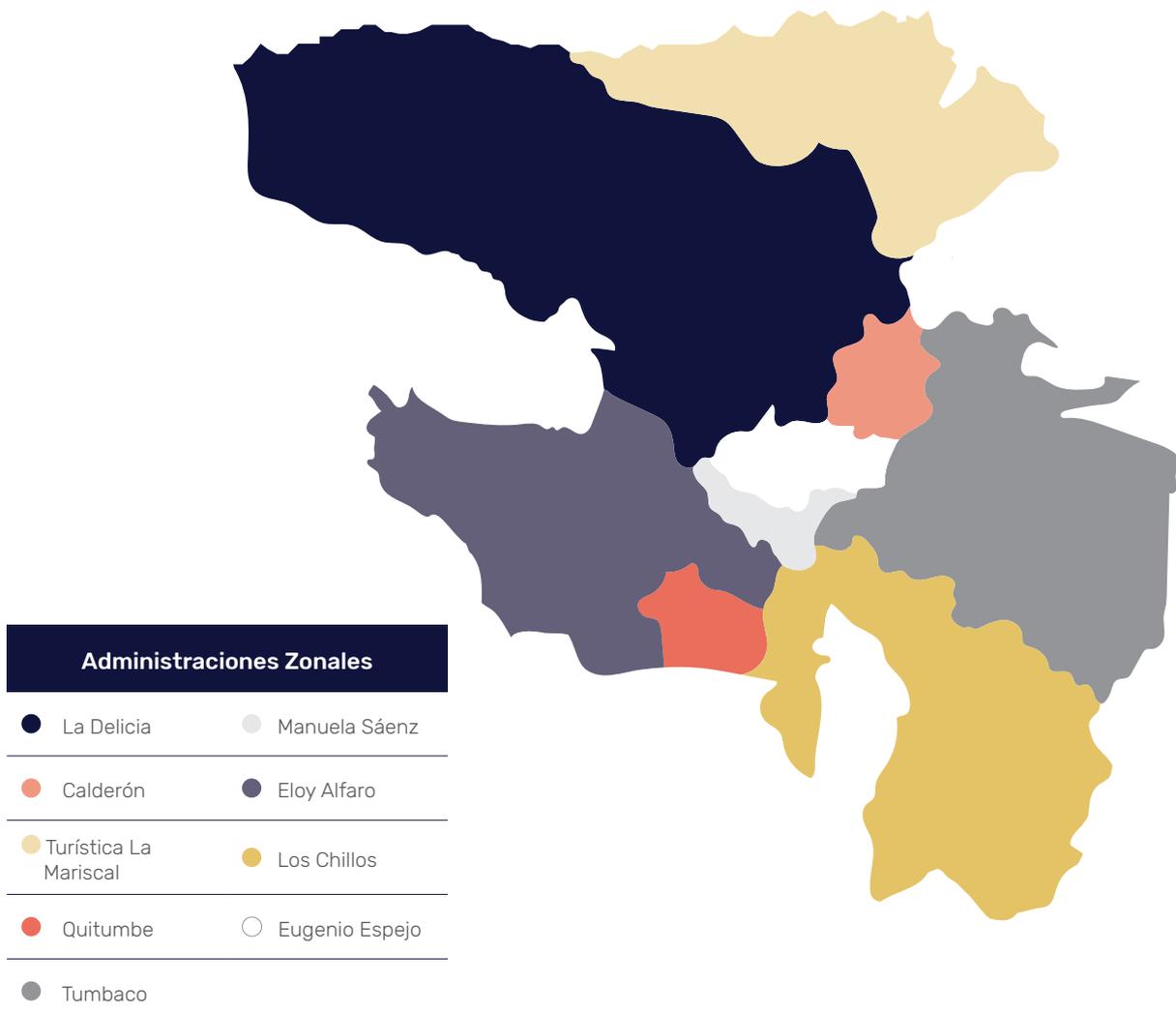
El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) es la capital del Ecuador y también de la provincia de Pichincha, y la segunda ciudad más grande y poblada del país. Está ubicada sobre la hoya de Guayllabamba, en las laderas orientales del estratovolcán activo Pichincha, en la parte occidental de los Andes, y su altitud promedio es de 2.800 m.s.n.m.

Quito es el centro político de la república y alberga los principales organismos gubernamentales, culturales, financieros (es la sede de la mayoría de los bancos nacionales), administrativos y comerciales; la mayoría de las empresas transnacionales que trabajan en Ecuador tienen su matriz allí. La ciudad, además de ser la capital administrativa del Ecuador, es su nueva capital económica, según el censo económico de 2010.

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se divide en ocho administraciones zonales, formadas por 32 parroquias urbanas y 33 rurales. Las parroquias están divididas en barrios.

*Quito es el centro político de la república y alberga los principales organismos gubernamentales, culturales, financieros (es la sede de la mayoría de los bancos nacionales), administrativos y comerciales; la mayoría de las empresas transnacionales que trabajan en Ecuador tienen su matriz allí.*

**Figura 2.** Mapa político-administrativo de las administraciones zonales del DMQ



Fuente. MDMQ, 2017.

*Las administraciones zonales tienen la función de descentralizar los organismos institucionales, así como también mejorar el sistema de gestión participativa.*

Las administraciones zonales tienen la función de descentralizar los organismos institucionales, así como también mejorar el sistema de gestión participativa. Como se aprecia en la siguiente tabla, utilizada en la evaluación de huellas, la densidad poblacional varía mucho entre las áreas urbanas y rurales.

**Tabla 1.** Población, superficie y densidad poblacional

Administración Zonal	Población (hab.)	Superficie (ha.)	Densidad (hab./ha.)	Tipo
Calderón	162.915	8.684	19	Rural
Centro	217.517	4.777	46	Urbano
Eloy Alfaro (sur)	428.991	58.832	7	Urbano
La Delicia	368.185	145.469	3	Urbano-Rural
Los Chillos	166.812	66.810	2	Rural
Eugenio Espejo (norte)	376.964	60.218	6	Urbano-Rural
Quitumbe	319.857	8.855	36	Urbano
Tumbaco	173.571	69.450	2	Rural
<b>TOTAL</b>	<b>2.227.655</b>	<b>423.095</b>	<b>15 (promedio)</b>	

Fuente. MDMQ e INEC, 2010.

La ciudad se caracteriza por tres procesos de ocupación del territorio: un área compacta e inconclusa que comprende la centralidad urbana; el área suburbana aún dispersa y subocupada, conformada por los valles aledaños a la urbe; y las áreas no urbanizables, donde se desarrollan actividades rurales y agropecuarias. Estas áreas han tenido un crecimiento demográfico de casi siete veces entre 1950 y 2010, pasando de 319.000 a más de 2,2 millones de habitantes, lo cual representa el 16 % de la población nacional<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> PNUMA y FLACSO, 2011.

El DMQ es vulnerable en cuanto al abastecimiento de agua a la población. El posible aumento de la temperatura promedio, así como la mayor presencia de períodos de sequía, pueden afectar la capacidad de almacenamiento de agua de los páramos. Los páramos cumplen una función ambiental clave en los balances hídricos. Por otro lado, la probable reducción de glaciares debido al cambio climático representa otra seria amenaza para Quito, especialmente durante las épocas secas. La situación geográfica de la zona urbana, así como el aumento de la mancha urbana y la ocupación de zonas poco aptas para la construcción de viviendas, han generado una situación de riesgo en relación con fenómenos morfoclimáticos. Las barreras naturales que ofrecían los bosques protectores en las laderas del Pichincha han ido disminuyendo paulatinamente, debido a la deforestación causada por la urbanización descontrolada. Estos factores colocan en una situación de alta vulnerabilidad a las familias cuyas viviendas se ubican en las zonas calificadas como de alto riesgo<sup>6</sup>.

*El posible aumento de la temperatura promedio, así como la mayor presencia de períodos de sequía, pueden afectar la capacidad de almacenamiento de agua de los páramos.*

---

<sup>6</sup> MDMQ. Plan de Acción Climático de Quito, 2012.

03

Proyecto Huella  
de Ciudades:  
Quito

El principal objetivo del Proyecto Huella de Ciudades en Quito fue apoyar al Gobierno municipal en el desarrollo e implementación de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, a través de la determinación de la huella de carbono y la huella hídrica de la ciudad (como territorio) y de su propia institución, incluidos los servicios públicos que brindan a la población; la elaboración de un portafolio de proyectos de inversión orientados a la reducción de las huellas (plan de acción); la implementación de acciones piloto con potencial de escalamiento y réplica; el involucramiento de los actores relevantes de la sociedad en busca de sinergias para abordar el problema de forma colectiva y, finalmente, la creación y fortalecimiento de las capacidades locales dentro del Gobierno municipal para la gestión de las huellas.

El proyecto en la ciudad de Quito contó con la participación de CAF – Banco de Desarrollo de América Latina como originador y financiador, CDKN – Alianza Clima y Desarrollo como cofinanciadora, FFLA – Fundación Futuro Latinoamericano como facilitadora, y SASA – Servicios Ambientales S.A. como ejecutor, en su condición de consultor especializado. La Red Carbonfeel y Water Footprint Network (WFN) participaron brindando asesoría técnica y avalaron la determinación de las huellas de carbono y huellas hídricas, respectivamente.

La ciudad de Quito, junto con La Paz y Lima, forman parte de la fase I del proyecto que fue ejecutada en el periodo 2012-2014. El desarrollo del proyecto cumplió cinco etapas:

- a) Medición de la huella de carbono (HC) y la huella hídrica (HH) del Gobierno municipal.
- b) Medición de la HC y la HH de la ciudad.
- c) Elaboración de un plan de acción de la ciudad para la reducción de huellas.
- d) Implementación de acciones piloto para la reducción de huellas.
- e) Comunicación y capacitación.

La medición de ambas huellas, tanto para Gobierno municipal como para ciudad, fue realizada para el periodo de enero a diciembre de 2011.

*Involucramiento de los actores relevantes de la sociedad en busca de sinergias para abordar el problema de forma colectiva y, finalmente, la creación y fortalecimiento de las capacidades locales dentro del Gobierno municipal para la gestión de las huellas.*

04

Resultado del  
cálculo de  
huellas de la  
municipalidad  
del Distrito  
Metropolitano  
de Quito

Las distintas unidades municipales del MDMQ se dividen en unidades metropolitanas, organizadas en cuatro niveles: 1) nivel político y de decisión; 2) nivel asesor; 3) nivel de gestión, y 4) nivel operativo de empresas y unidades especiales (Reglamento Orgánico Funcional y la Resolución 008). Las del nivel 1, 2 y 3 son órganos centralizados, y las del nivel 4, descentralizados. Las instalaciones y unidades que formaron parte del cálculo de las huellas fueron priorizadas considerando los siguientes criterios:

- El tamaño de la unidad municipal en función de la cantidad de funcionarios.
- La naturaleza de la actividad, es decir, si implica un alto consumo de recursos (agua, energía, combustibles).
- La disponibilidad de información verificable.

En este sentido, han sido excluidas del cálculo las unidades municipales que, ya sea por su tamaño o por el tipo de operaciones que realizan, tienen un consumo de recursos no significativo. Las unidades municipales incluidas en la evaluación se mencionan a continuación<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> En total, estas unidades contienen cerca del 70 % de los empleados del MDMQ, y además han sido priorizadas considerando el tipo de actividad que realizan, que por su naturaleza tienen alto consumo de recursos y, por tanto, un mayor impacto en las huellas del municipio.

**Tabla 2.** Unidades municipales incluidas en el cálculo de huellas

Niveles		
Administración General	Administraciones Zonales	Empresas Públicas Metropolitanas
- Direcciones	- Calderón Azca	- Empresa Pública Metropolitana de Aseo, EMASEO
- Secretarías	- Centro Manuela Sáenz	- Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos, EMGIRS
- Nivel asesor y de decisión política	- Los Chillos	- Empresa Pública Metropolitana de Logística para la Seguridad y la Convivencia Ciudadana. EMSEGURIDAD-Q
	- Delicias	- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS
	- Norte	- Empresa Pública Metropolitana de Desarrollo Urbano de Quito, EPMDUQ
	- Valle de Tumbaco	- Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda, EPMHyV
	- Eloy Alfaro	- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP
		- Empresa Metropolitana de Rastro, EMRAQ
		- Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros EPMTPO
		- Quito Turismo; Empresa Pública Metropolitana de Gestión de Destino Turístico, QT

Fuente. *Elaboración propia.*

*En el caso de la huella hídrica, se utilizó la metodología basada en el *Water Footprint Assessment Manual* (de *Water Footprint Network – WFN*).*

El nivel Administración General está compuesto por las unidades organizacionales del MDMQ que realizan actividades administrativas, principalmente. En el nivel Administraciones Zonales, se consideraron las actividades administrativas y de servicio que brinda cada una en su área de competencia. Por último, en el nivel de Empresas Públicas Metropolitanas, se consideraron actividades administrativas, de servicio y, sobre todo, operativas, como, por ejemplo, el mantenimiento de vías públicas, administración del relleno sanitario o la distribución de agua potable a la población.

El número de funcionarios en las instalaciones consideradas por nivel se menciona en la tabla a continuación:

**Tabla 3.** Número de funcionarios por nivel

Nivel	N.º Funcionarios
Administración General	1.292
Administraciones Zonales	1.056
Empresas Públicas Metropolitanas	2.325
<b>TOTAL</b>	<b>4.673</b>

Fuente. *Elaboración propia*

El cálculo de la huella de carbono fue desarrollado siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Internacional ISO 14064:1 para gases de efecto invernadero, el *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol) y las directrices del IPCC 2006 para cuantificación de emisiones de GEI. En el caso de la huella hídrica, se utilizó la metodología basada en el *Water Footprint Assessment Manual* (de *Water Footprint Network – WFN*).

## Huella de carbono

Las fuentes de emisión incluidas en el cálculo de la huella de carbono (HC) fueron:

**Tabla 4.** Fuentes de emisión de GEI consideradas en la HC del MDMQ

Fuentes de emisión	
<b>Alcance 1</b>	Consumo de gasolina (combustión móvil)
	Consumo de diésel (combustión móvil)
<b>Alcance 2</b>	Consumo de energía eléctrica
	Consumo/uso de materiales y productos
<b>Alcance 3</b>	Uso de transporte público por motivos de trabajo
	Generación de residuos sólidos
	Construcción de obras civiles

Fuente. *Elaboración propia.*

Las fuentes de emisión identificadas se encuentran dentro de los límites operativos y organizacionales del MDMQ, lo que quiere decir que se tomaron en cuenta todas las actividades que están bajo responsabilidad operativa y/o financiera de la institución<sup>8</sup>.

De acuerdo con las directrices del *GHG Protocol*, algunas de las fuentes de emisión pueden excluirse del cálculo de la HC: emisiones que supongan menos del 1 % del total de las emisiones de GEI, y emisiones dentro del alcance 3 (otras emisiones indirectas de GEI), ya que el reporte de las emisiones dentro de este alcance es opcional.

Se han excluido las emisiones generadas por el uso de equipos de extinción de fuego, ya que la metodología disponible genera resultados con un grado de incertidumbre alto<sup>9</sup>, además de que no se dispone de datos verificables para los cálculos (datos de actividad), y el aporte estimado de estas emisiones respecto a las emisiones totales es menor del 1 %.

Las emisiones que se generan por viajes aéreos fueron excluidas debido a que menos del 0,1 % del personal del MDMQ se transporta en avión. Además, estos viajes, que son realizados principalmente por el alcalde metropolitano de Quito generalmente son pagados por las instituciones que lo invitan, por lo que no son atribuibles directamente a la HC del municipio.

Las fuentes de información, así como los instrumentos empleados para obtener los datos de consumos y los datos de actividades

<sup>8</sup> Según la determinación de categorías relevantes de acuerdo con el enfoque de control operacional del *GHG Protocol*.

<sup>9</sup> US EPA-*Direct HFC and PFC Emissions from Use of Refrigeration and Air Conditioning Equipment*.

**Para las estimaciones en el uso de transporte público se aplicaron encuestas en línea a los funcionarios administrativos del MDMQ.**

del MDMQ, se mencionan en la siguiente tabla. Los consumos de combustibles (gasolina y diésel), energía eléctrica, materiales y obras civiles para el nivel 1 (Administración General) fueron obtenidos de la base de datos del MDMQ. En el caso de las Administraciones Zonales y las Empresas Públicas Metropolitanas, esta información fue proporcionada directamente por los encargados de cada unidad municipal a través de visitas y llenado de formularios.

Para las estimaciones en el uso de transporte público, se aplicaron encuestas en línea a los funcionarios administrativos del MDMQ<sup>10</sup>.

El volumen de residuos sólidos que generan los funcionarios administrativos del MDMQ fue estimado a partir del promedio per cápita en oficinas del sector administrativo. Esta es información generada por el Proyecto Huella de Ciudades<sup>11</sup>, al no contar con información disponible para Quito o Ecuador; sin embargo, se asume que las actividades de tipo administrativo no difieren de gran manera entre países de la región.

**Tabla 5.** Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos

Nivel	Información requerida					
	Alcance 1	Alcance 2		Alcance 3		
	Combustibles	Consumo energía eléctrica	Materiales y productos	Obras Civiles	Transporte Público	Residuos sólidos
CMCPL						
EMILIMA						
EMAPE	N/A			N/A		

● Administración General     
 ● Encuestas     
 ● Administración de cada Administración Zonal     
 ● Administración de cada Unidad desconcentrada

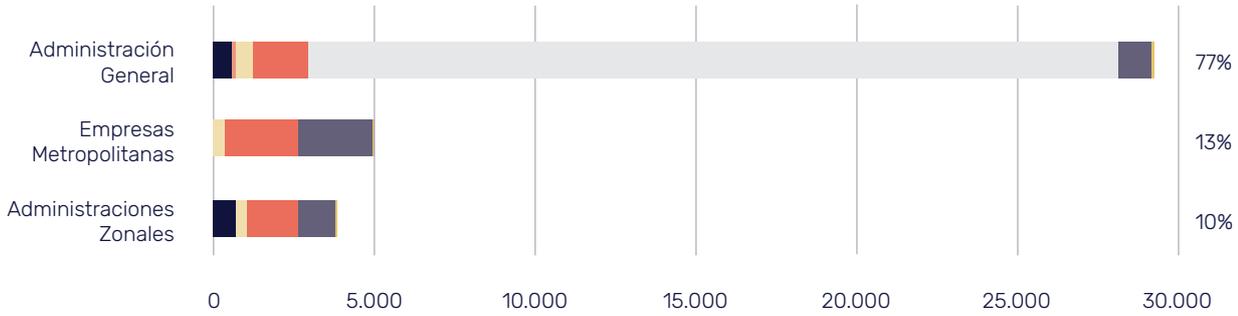
**Fuente.** Elaboración propia

<sup>10</sup> El número de encuestas llenadas que se obtuvo fue de 318, que representan un 90 % de nivel de confianza respecto al total de funcionarios administrativos del MDMQ.

<sup>11</sup> Este factor fue obtenido promediando datos de generación de residuos per cápita en empresas de los sectores de la banca, administrativo y de servicios en Bolivia, inventarios de emisiones desarrollados por Servicios Ambientales S.A.

En la siguiente figura, se presentan los resultados de la cuantificación de la HC del MDMQ por nivel y fuente de emisión.

**Figura 3.** Huella de carbono total según nivel y fuente de emisión (en miles de t CO<sub>2</sub>e)



	Administraciones Zonales	Empresas Metropolitanas	Administración General
● Gasolina	693	-	565
● Diesel	30	-	159
● Eléctricidad	321	331	476
● Materiales	1.613	2.315	1.735
● Obras Civiles	-	-	25.132
● Transporte	1.139	2.313	1.061
● Residuos	30	54	24

Fuente. *Huella de Ciudades.*

El principal aportante a los alcances 1 y 2 de la huella de carbono del MDMQ es el consumo de gasolina súper y extra, con 49 %. En la gestión 2012, se consumieron 140.310 galones de este combustible, equivalentes a 1.258 t CO<sub>2</sub>e. El segundo aportante es el consumo de energía eléctrica (de alcance 2), con 44 %, debido al consumo aproximado de 5.945 MWh en 2012, equivalente a 1.128 t CO<sub>2</sub>e.

Cabe resaltar, además, que el MDMQ ejerce mayor control sobre las fuentes de emisión dentro de los alcances 1 y 2, por lo que las medidas de reducción de la HC resultan más accesibles. Para ilustrar la magnitud, las fuentes de emisión dentro del alcance 1 representan 4 % de la HC total y las emisiones de alcance 2, el 3 % del total.

Las emisiones de alcance 3 representan el 93 % de la huella del MDMQ, de las cuales las emisiones por la construcción de obras civiles son el 71 %<sup>12</sup>; en segundo lugar están las causadas por el uso de materiales, con el 16 %.

<sup>12</sup> Las construcciones y obras reportadas por las Administraciones Zonales en la gestión 2011 fueron agrupadas según las categorías que establece la metodología de cuantificación MC3. Entre las principales categorías de obras y construcciones aportantes a la huella del MDMQ se encuentran: zanjas, túneles peq. sección, pozos o gal.; obras fábrica; pistas y caminos de hormigón; edificios de fábrica u hormigón y edificios estructura metálica o mixta con metal.

<sup>13</sup> EPMAPS. Memoria de Sostenibilidad desarrollada, 2013.

## Huella hídrica

En el siguiente cuadro, se resumen la información requerida y los datos utilizados en la evaluación de la huella hídrica (HH), aclarando la ecuación aplicada en cada caso.

Para la cuantificación de la HH gris se consideraron como parámetros de calidad del afluente y efluente –los indicadores DBO5 y DQO. La calidad del agua facturada fue reportada por la empresa encargada de los servicios básicos, denominada Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS)<sup>13</sup>. La calidad de agua natural, es decir, en un estado ambiental con ausencia de impactos, se obtuvo del documento *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition*, 1996, de la UNESCO. La calidad del agua residual se obtuvo del estudio de factibilidad del Programa de Descontaminación de los Ríos de Quito, 2011.

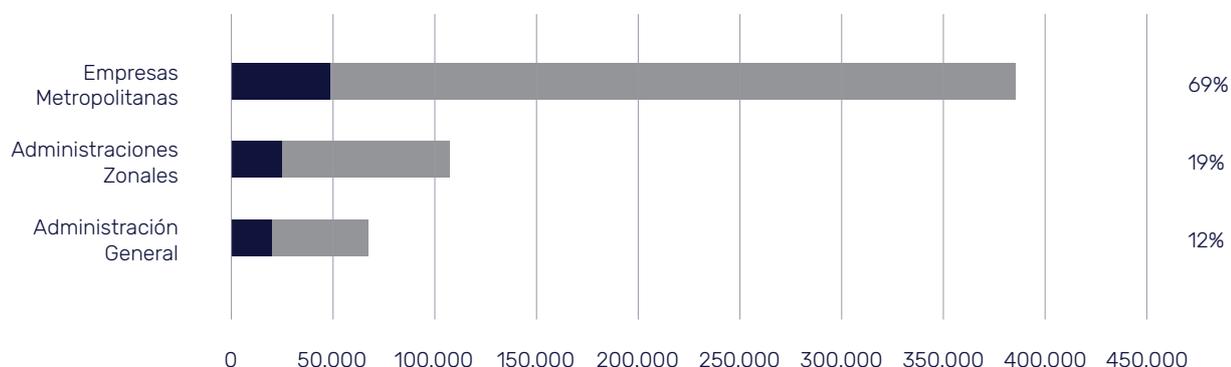
**Tabla 6.** Calidades de agua utilizadas en la cuantificación de la HH gris

Datos requeridos	Fuente de información	Resultado
Concentraciones de DBO5 y DQO en el efluente administrativo	Estudio de factibilidad del Programa de Descontaminación de los Ríos de Quito, 2011	235,04 mg DBO5/l 391,73 mg DQO/l
Concentraciones de DBO5 y DQO en el afluente administrativo	Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS)	< 2, 00 mg DBO5/l < 4,00 mg DQO/l
Concentración máxima utilizada de DBO5 y DQO	Ley N.º 1333 de Medio Ambiente. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Cuerpo de agua Clase "D" <sup>14</sup> .	30 mg DBO5/l 60 mg DBO5/l
Concentraciones de DBO5 y DQO natural	UNESCO, 1996	2 mg DBO5/L 3,33 mg DQO/L

**Fuente.** *Elaboración propia.*

<sup>14</sup> Para el Ecuador, en el año de evaluación (2011), la normativa TULSMA (Libro VI) (Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente) establecía límites de descarga al sistema de alcantarillado público (250 mg/L DBO5) y no en cuerpos de agua dulce, límites que la metodología de HH requiere. Es por ello que se emplearon como referencia los establecidos por la Ley 1333 de Bolivia, al considerarse que estos límites, en términos de exigencia, se encuentran en un rango medio en comparación con normativas de otros países de América Latina.

La cuantificación de la HH del MDMQ para la gestión 2011 fue de **559.912 m<sup>3</sup>** y está compuesta en **83 % por la HH gris, y 17 % por la HH azul**. Este volumen es equivalente al agua que consumirían cerca de 10.000 quiteños en un año. La composición denota que existe una importante carga de contaminantes en los efluentes en todos los niveles.

**Figura 4.** Huella hídrica total por nivel y tipo de huella (en m<sup>3</sup>)

	Administración General	Administraciones Zonales	Empresas públicas metropolitanas
● HH azul	20.601	24.658	49.056
● HH gris	46.902	82.727	335.968

Fuente. *Elaboración propia.*

El nivel que tiene el mayor aporte es el de Empresas Públicas Metropolitanas, principalmente por la HH gris. En este nivel, se desarrollan actividades tanto administrativas como operativas. Este nivel contabiliza la huella generada por alrededor de 2.300 funcionarios (50 % de los funcionarios del municipio). Este nivel es también el mayor consumidor de agua, con el 62 % del total.

*Solo de forma demostrativa se cuantificó la HH indirecta por el consumo de papel en los tres niveles evaluados.*

Analizando la HH azul, el nivel Administración General es el que tiene el mayor porcentaje respecto a su huella, con 31 %. La HH azul de este nivel corresponde a las pérdidas de agua, donde las fugas por falta de mantenimiento a tuberías, principalmente en los baños, suele ser el problema, al tratarse de una medición en edificios donde se realizan actividades solamente administrativas.

Solo de forma demostrativa se cuantificó la HH indirecta por el consumo de papel en los tres niveles evaluados. Fue de 79.498 m<sup>3</sup>, con el mayor aporte del nivel Administraciones Zonales, con 66 % del total.

 05

Resultado del  
cálculo de  
huellas  
de la ciudad  
de Quito

---

## Huella de carbono

Para el cálculo de la HC, se siguieron los lineamientos del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC). El DMQ participó del grupo de ciudades piloto que aplicaron este protocolo para la evaluación de sus inventarios de GEI. Actualmente, el GPC se utiliza para reportar emisiones en distintas plataformas internacionales, como C40, Carbons® y Compact of Mayors.

El alcance de evaluación toma en cuenta las emisiones directas (que se emiten dentro del DMQ) e indirectas (fuera del DMQ) generadas a causa del consumo de energía estacionaria en edificaciones de tipo residencial, comercial, institucional e industrial, el uso de energía para transporte terrestre (excluyendo transporte aéreo) y emisiones por disposición de residuos sólidos y efluentes.

Para el cálculo se utilizó información proveniente de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador (Petroecuador) sobre combustibles fósiles, la Empresa Eléctrica de Quito (EEQ) para el uso de energía eléctrica, y la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) sobre la cantidad de residuos dispuestos a rellenos sanitarios.

La huella de carbono del DMQ para 2011 es de **5.168.800 t CO<sub>2</sub>e<sup>15</sup>**. Estas emisiones equivalen en magnitud a las de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por el uso de energía eléctrica en más de 15 millones de hogares urbanos en Ecuador, en un año<sup>16</sup>, o el carbono secuestrado por 125 millones de árboles en 10 años, o las emisiones de GEI evitadas por el reciclaje de más de 1,8 millones de toneladas de residuos sólidos<sup>17</sup> combinados.

Las emisiones directas (alcance 1) representan el 90 % de la huella por el consumo de energía de forma estacionaria en los sectores Residencial, Comercial e Industrial, energía en transporte y emisiones por degradación de residuos en rellenos sanitarios.

Las emisiones indirectas (alcance 2) son el restante 10 % por el consumo de energía eléctrica; las emisiones se producen en las generadoras eléctricas que utilizan combustibles fósiles.

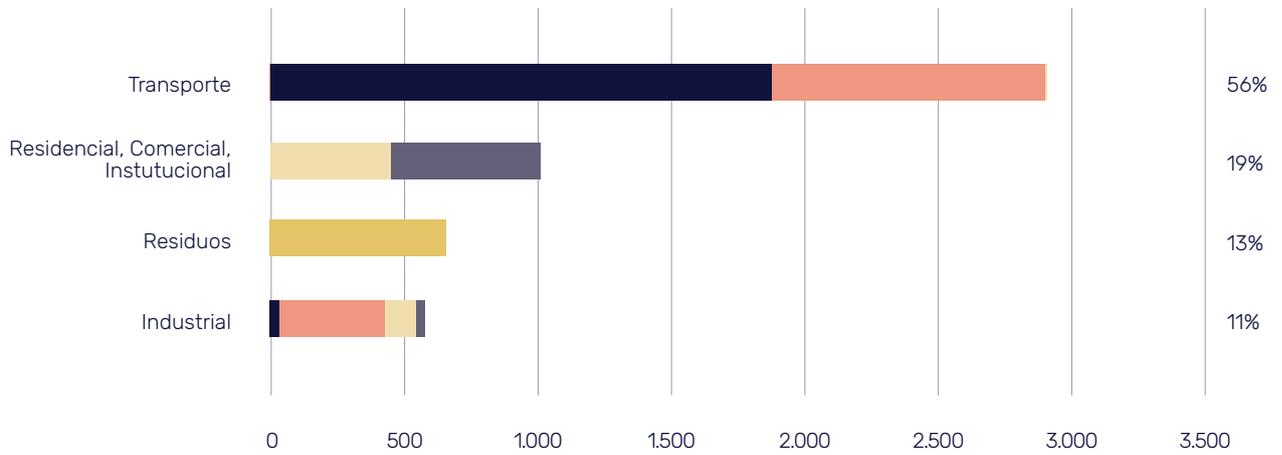
*Las emisiones indirectas (alcance 2) son el restante 10 % por el consumo de energía eléctrica; las emisiones se producen en las generadoras eléctricas que utilizan combustibles fósiles.*

---

<sup>15</sup> En la validación del resultado del año 2011, el resultado de 5.164.946 pasó a 5.168.800 t CO<sub>2</sub>e por un ajuste en factores de emisión.

<sup>16</sup> Con base en: INEC, Índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador, 2012.

<sup>17</sup> Residuos sólidos combinados (orgánicos e inorgánicos).

**Tabla 7.** Huella de carbono total según sector y fuente de emisión (en miles de t CO<sub>2</sub>e)

	Industrial	Residuos	Residencial, comercial e institucional	Transporte
● Gasolina	43.388	-	-	1.883.525
● Diesel	387.166	-	-	1.018.409
● Eléctricidad	122.780	-	456.487	471
● GLP	32.033	-	562.852	-
● Rellenos sanitarios	-	661.689	-	-

Fuente. *Elaboración propia.*

En la siguiente tabla, se resumen los totales de la huella que genera cada sector evaluado:

**Tabla 8.** Emisiones por sector (en tCO<sub>2</sub>e)

Sector	t CO <sub>2</sub> e
Transporte	2.902.405
Residuos	661.689
Industrial	585.366
Comercial/Institucional	223.380
Residencial	795.960

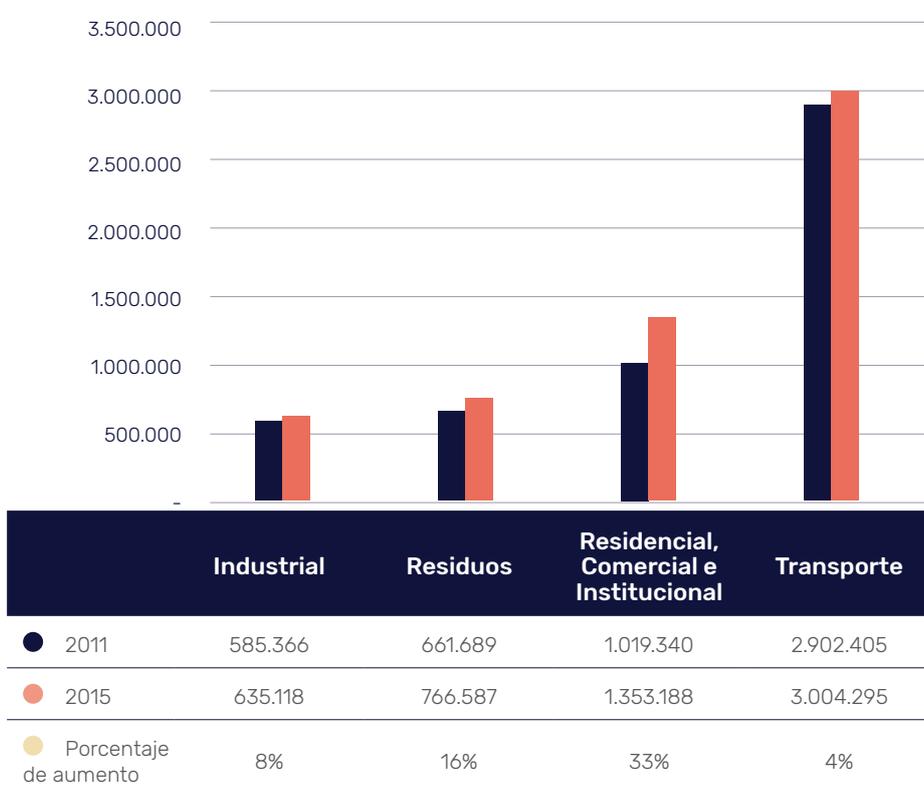
Fuente. *Elaboración propia.*

De acuerdo con la composición total de la huella de carbono por fuente de emisión se observa que el consumo de gasolina (alcance 1) en el sector Transporte es la fuente de emisión más importante, que representa el 36 % de la HC total. La segunda fuente de emisión es el consumo de diésel en los sectores Industria y Transporte (alcance 1), y representa el 27 % de la HC total.

*La segunda fuente de emisión es el consumo de diésel en los sectores Industria y Transporte (alcance 1), y representa el 27 % de la HC total.*

Para el año 2015, se actualizó el inventario del DMQ con el apoyo del grupo de ciudades C40. El resultado fue de 5.759.189 t CO<sub>2</sub>e, lo que muestra un incremento del 11,5 % en el periodo 2011 a 2015. La siguiente figura muestra los resultados comparativos para ambos años.

**Figura 5.** Resultado comparativo de los inventarios del DMQ para 2011 y 2015 (en tCO<sub>2</sub>e)



Fuente. *Elaboración propia*

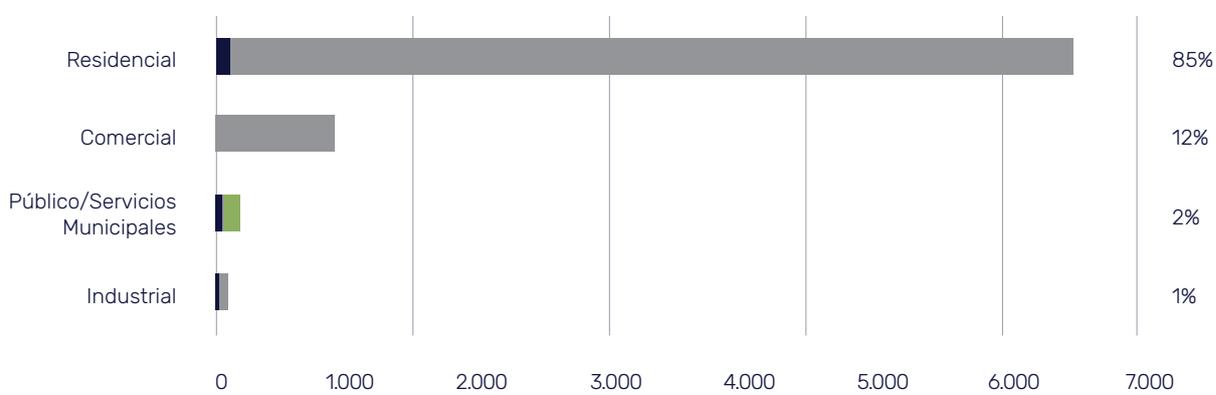
Las variaciones que se observan en la gráfica anterior pueden deberse a que entre los años 2011 y 2015 en el DMQ, el crecimiento poblacional anual fue de 1,3 % y al crecimiento del PIB anual del 1,5 % interanual<sup>18</sup>, situación que respaldaría el incremento de 2,8 % interanual de emisiones de GEI. Es preciso destacar en este punto que la mayor variación se dio en los sectores Residencial, Comercial e Institucional, con un incremento de 33 %, en tanto que, en Transporte, el incremento fue solo de 4 %.

<sup>18</sup> Fuente: Proyecciones poblacionales y de PIB. INEC.

## Huella hídrica

La HH directa del DMQ para la gestión 2011 fue de 1.027.695.152 m<sup>3</sup>. Está compuesta en 96 % por la HH gris, 2 % HH azul y 2 % por la HH verde. Este volumen es equivalente al agua consumida por todos los quiteños durante 8 años.

**Figura 7.** Huella hídrica según sector y tipo de huella (en millones de m<sup>3</sup>)



	Industrial	Público/Servicios Municipales	Comercial	Residencial
● HH azul	1.264.678,79	6.256.482,53	2.708.203,82	13.416.052,24
● HH gris	9.221.941,16	1.719.504,95	116.509.453,13	860.985.691,25
● HH verde		15.613.144,19		

**Fuente.** Elaboración propia.

El sector Residencial es el que muestra el mayor aporte a la huella total, principalmente por la huella de tipo gris, que representa el 84 % de la HH directa del DMQ. Este sector es también el mayor consumidor de agua, con 85 % del total facturado. Si bien la principal problemática se debe a la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales (problema que debe ser resuelto por las autoridades no solo municipales, sino también departamentales y nacionales), la población, a partir de acciones de gestión de la demanda, puede ser invitada a coadyuvar a minimizar el impacto, por ejemplo, mediante campañas de sensibilización y

comunicación sobre uso eficiente de agua, mecanismos e incentivos para el recambio de artefactos ahorradores, etc.

El sector Comercial, aunque por mucho menos, comparado con el sector Residencial, es el segundo en aporte. El rubro que genera la mayor HH del sector, de los 15 evaluados, es el “comercio al por mayor y al por menor”, responsable del 29 % de su huella. Su aporte a la huella del sector responde al número de establecimientos del rubro, que son más de 49.000 y que ocupan a más de 131.600 trabajadores. El sector Industrial es mucho menos relevante; sin embargo, en su evaluación cobran importancia las industrias de alimentos, por la mala calidad de sus efluentes, punto que debe ser considerado para la reducción de su huella.

***El sector Comercial, aunque por mucho menos, comparado con el sector Residencial, es el segundo en aporte.***

 06

# Plan de Acción

A partir de los diagnósticos de las huellas, la elaboración del plan de acción tuvo como objetivos identificar las acciones y proyectos que pudieran tener impacto en la reducción de las huellas y estimar su potencial de reducción.

El objetivo del plan de acción es lograr la transversalización de la variable de cambio climático en sectores clave (Transporte, Energía, Agua, Residuos) y en los proyectos de desarrollo planificados en la ciudad y en proceso de implementación, como, por ejemplo, la mejora en el sistema de transporte masivo, o la captura y quema de metano en los rellenos sanitarios Inga I, II y Zambiza; y la implementación de plantas de tratamiento de agua residual descentralizadas. Es así que se identificaron proyectos que incluyen la variable de mitigación y/o adaptación al cambio climático, para que la ciudad avance en su transformación hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente ante los impactos del cambio climático.

*Es así que se identificaron proyectos que incluyen la variable de mitigación y/o adaptación al cambio climático, para que la ciudad avance en su transformación hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente ante los impactos del cambio climático.*

## Huella de carbono

Para el análisis de proyecciones de las huellas y la definición de metas de reducción se emplearon horizontes temporales de corto, mediano y largo plazo: 2017, 2021 y 2032, respectivamente. En un escenario *Business as Usual* (BAU) se espera que la huella crezca en 137 %.. La contribución de emisiones por sector, en el tiempo, se presenta a continuación:

**Tabla 9.** Proyección de emisiones BAU por sector (en t CO<sub>2</sub>e)

	Residencial/ Comercial	Residuos	Industria	Transporte	Total
2011	1.016.305	661.689	584.550	2.902.402	<b>5.164.946</b>
2017	1.254.804	875.954	657.927	5.101.717	<b>7.890.401</b>
2021	1.427.818	1.053.415	722.051	6.477.219	<b>9.680.503</b>
2032	1.903.604	1.733.581	907.044	7.698.583	<b>12.242.813</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

**Se espera que el aporte de emisiones por el uso de combustibles en el sector Transporte aumente en función del crecimiento del parque automotor en Quito.**

Estas proyecciones fueron realizadas considerando los siguientes criterios:

**Energía eléctrica:**

- Se espera que el aporte de emisiones por el uso de energía eléctrica aumente en función del comportamiento del consumo histórico en cada sector del MDQ, en el periodo 2002-2011<sup>[19]</sup>.

**GLP, diésel y gas natural:**

- Se espera que el aporte de emisiones por el uso de combustibles en los sectores Comercial/Institucional, Residencial e Industrial aumente en función del comportamiento del consumo histórico en cada sector del MDQ, en el periodo 2002-2011.
- Se espera que el aporte de emisiones por el uso de combustibles en el sector Transporte aumente en función del crecimiento del parque automotor en Quito.

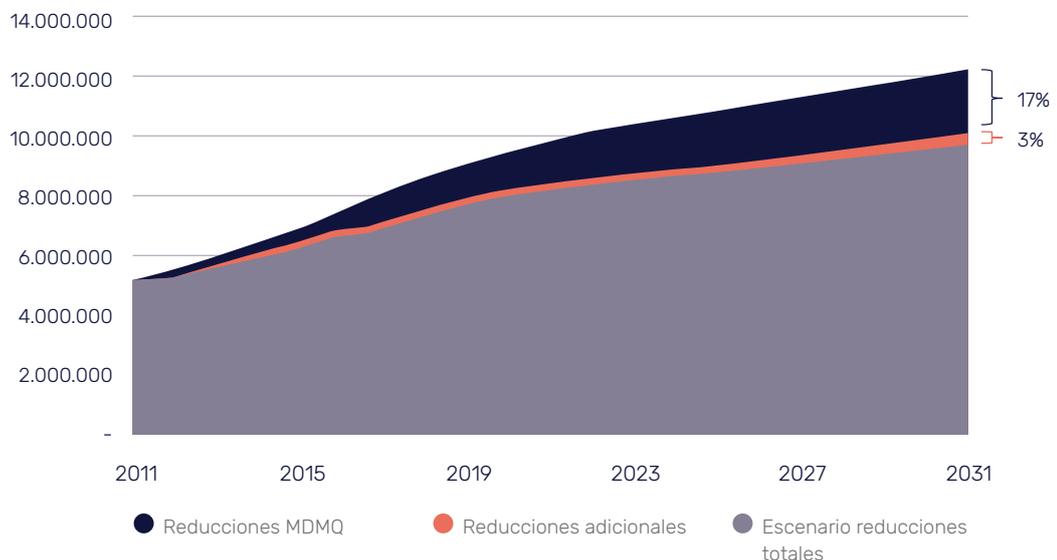
**Residuos:**

- Se espera que las emisiones del sector Residuos aumenten en función de la generación histórica de residuos en el periodo 2005-2011, según información proporcionada por el INEC y el MDMQ.

A partir del escenario BAU estimado, se plantearon acciones de reducción de la HC y se calcularon potenciales de reducción de la huella. Posteriormente, se realizó un análisis costo-beneficio para cada medida, a fin de tomar decisiones para su implementación. La siguiente figura presenta las reducciones de la HC en función de las acciones que puede desarrollar el MDMQ y otras adicionales sugeridas.

<sup>19</sup> Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Centro Sur, 2013.

**Figura 6.** Potencial de reducción de emisiones Distrito Metropolitano de Quito por tipo de acción (en t CO<sub>2</sub>e)



Fuente. Elaboración propia.

Para el año 2032, las emisiones de GEI proyectadas en un escenario BAU ascienden a 12.200.000 t CO<sub>2</sub>e, considerando el potencial de reducción de las acciones identificadas en el plan de acción. La huella de carbono del Distrito Metropolitano disminuiría en 2,5 millones de t CO<sub>2</sub>e, lo que significa una reducción del 20 %. A continuación, se presenta un análisis de reducciones por sector.

**Tabla 10.** Reducción de emisiones anuales por proyecto del sector Transporte

	Reducción de emisiones (ton CO <sub>2</sub> e)		
	2017	2021	2025
<b>Acciones del MDMQ</b>			
Metro de Quito	123.612	128.350	163.942
Metrobús Q fase II (2013-2017)	155.000	155.000	155.000
Metrobús Q fase III (2017-2021)	-	155.000	155.000
Promoción para uso de transporte escolar e institucional	123.612	128.350	163.942
Movilidad peatonal:			
– Peatonalización del Centro Histórico de Quito			
– Programa de recuperación y ampliación de aceras	4.747	18.118	114.707
– Construcción de pasos peatonales segregados			
– Seguridad peatonal			
– Redes peatonales			
Movilidad en bicicleta			
– Infraestructura de ciclo vías	24.000	43.000	96.654
– Promoción y educación			
Bici Q	1.680	3.010	11.599
Racionalización uso automóvil particular			
– Peatonalización del Centro Histórico de Quito	101.000	189.000	411.943
– Educación en movilidad urbana sostenible			
Uso de vehículos eléctricos e híbridos en transporte público	48.000	128.000	450.000
Centro de inspección vehicular	11.901	20.557	56.970
Cambio de matriz energética en el DMQ (fase I, gas natural)	9.336	32.571	108.873
<b>Total parcial</b>	<b>602.888</b>	<b>1.000.956</b>	<b>1.888.630</b>

Continúa en la siguiente página

Reducción de emisiones (ton CO <sub>2</sub> e)			
	2017	2021	2025
<b>Acciones adicionales</b>			
Día del peatón	2.131	2.131	2.131
Programa de chatarreo	1.857	14.857	33.429
Uso de vehículos híbridos y eléctricos (privados)	-	43.048	85.205
Impuesto para la importación de vehículos antiguos	702	6.028	5.140
<b>Total parcial</b>	<b>4.690</b>	<b>66.064</b>	<b>125.905</b>
<b>TOTAL</b>	<b>626.431</b>	<b>1.060.654</b>	<b>2.916.416</b>
<b>% de reducción respecto a la HC del sector</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>26</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

<sup>20</sup> Las reducciones fueron extraídas del Informe de avance de la implementación de la NAMA sobre movilidad urbana en Quito, desarrollado por el Banco Mundial en 2013.

La acción con mayor potencial de reducción de la HC del sector es la implementación del Metrobús Q en sus fases II y III, logrando juntas el 11 % de las reducciones totales proyectadas en el año 2032. En la fase II, el Proyecto del Metrobús Q tiene como objetivo transportar 400 mil personas por día en Quito, y atravesará los principales orígenes y destinos de viajes en la ciudad, en cuya área de influencia están ubicados cerca de 760.000 empleos<sup>20</sup>.

**Tabla 11.** Reducción de emisiones anuales por proyecto del sector Residuos

Reducción de emisiones (ton CO <sub>2</sub> e)			
	2017	2021	2025
<b>Acciones del MDMQ</b>			
Captura y combustión de metano en Inga I y II y Zambiza	330.423	359.307	111.667
Mecanismo de gestión de residuos sólidos vinculados al cambio climático (reciclaje)	4.520	7.431	28.290
<b>Total parcial</b>	<b>334.943</b>	<b>366.738</b>	<b>139.957</b>
<b>Acciones adicionales</b>			
Educación y sensibilización a la población para reducir la generación de residuos	512	2.204	16.416
<b>Total parcial</b>	<b>512</b>	<b>2.204</b>	<b>16.416</b>
<b>TOTAL</b>	<b>335.455</b>	<b>368.942</b>	<b>156.373</b>
<b>% de reducción respecto a la HC del sector</b>	<b>38 %</b>	<b>35 %</b>	<b>9 %</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

Para el sector Residuos, la medida con mayor impacto en la reducción de la HC del sector es la implementación del sistema de captura y combustión de metano en Inga I y II y Zábiza, con un potencial de reducción del 71 % de las medidas del sector.

**Tabla 12.** Reducción de emisiones anuales por proyecto de los sectores Residencial y Comercial

<b>Reducciones de emisiones (t CO<sub>2</sub>e)</b>			
	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>2032</b>
<b>Acciones MDMQ</b>			
Terrazas verdes e incentivos a la construcción sustentable	69	167	480
Creación de empresas de eficiencia energética E3Q	39	150	1.807
Cambio de matriz energética en el DMQ (fase I, gas natural)	4.213	12.381	57.036
Energías renovables en edificaciones y proyectos municipales	12	18	51
Buenas prácticas ambientales en instituciones municipales – eco oficinas	25	75	171
Responsabilidad social corporativa y sistema metropolitano de compensación de emisiones de CO <sub>2</sub> para el sector privado en el DMQ	5	34	250
<b>Total parcial</b>	<b>4.362</b>	<b>12.824</b>	<b>59.795</b>
<b>Acciones adicionales</b>			
Reemplazo de refrigeradores eficientes (Programa Renova Refrigeradores)	1.441	1.441	1.441
Educación para uso eficiente de energía	89	400	6.994
Huertos solares para la generación de energía eléctrica para el DMQ	-	102	102
Energía renovable (paneles solares y calefones solares en domicilios)	18	58	375
Reemplazo de luminarias eficientes en el centro histórico de Quito.	632	952	1.832
Cambio en la matriz energética (electricidad SNIEC)	4.213	12.381	57.036
<b>Total parcial</b>	<b>6.394</b>	<b>15.335</b>	<b>67.780</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10.756</b>	<b>28.159</b>	<b>127.575</b>
<b>% de reducción respecto a la HC del sector</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

En los sectores Residencial y Comercial, la principal medida es el cambio en la matriz energética, que representa el 45 % de las reducciones de todas las medidas consideradas para el sector a 2032, y debe ser implementada por el Gobierno nacional. De ser aplicadas todas las medidas previstas en el plan de acción, para 2032 se lograría una reducción del 7 % con respecto a la huella de ambos sectores. Sin embargo, el potencial de reducción de emisiones de este sector respecto al total de emisiones proyectadas bajo un escenario BAU es solo del 1 %.

**Tabla 13.** Reducción de emisiones anuales por proyecto del sector Industrial

	Reducciones de emisiones (t CO <sub>2</sub> e)		
	2017	2021	2032
<b>Acciones MDMQ</b>			
Responsabilidad social corporativa y sistema metropolitano de compensación de emisiones de CO <sub>2</sub> para el sector industrial en el DMQ	-	3	22
Cambio de matriz energética en el DMQ (fase I, gas natural en el sector Industrial)	3.989	11.306	49.072
<b>Total parcial</b>	<b>3.989</b>	<b>11.308</b>	<b>49.094</b>
<b>Acciones adicionales</b>			
Eficiencia energética en el sector Industrial	1.133	3.857	28.957
Energía renovable/alternativa en industrias	506	1.437	6.257
Cambio en la matriz energética (electricidad SNIEC)	125.229	114.561	159.899
<b>Total parcial</b>	<b>126.868</b>	<b>119.855</b>	<b>195.113</b>
<b>TOTAL</b>	<b>130.856</b>	<b>131.164</b>	<b>244.207</b>
<b>% de reducción respecto a la HC del sector</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>27</b>

Fuente. *Elaboración propia*

Para el sector Industrial, se estima una reducción de 27 % de la huella para 2032. El potencial de reducción de emisiones de este sector respecto al total de emisiones proyectadas bajo un escenario BAU es solo del 2 %.

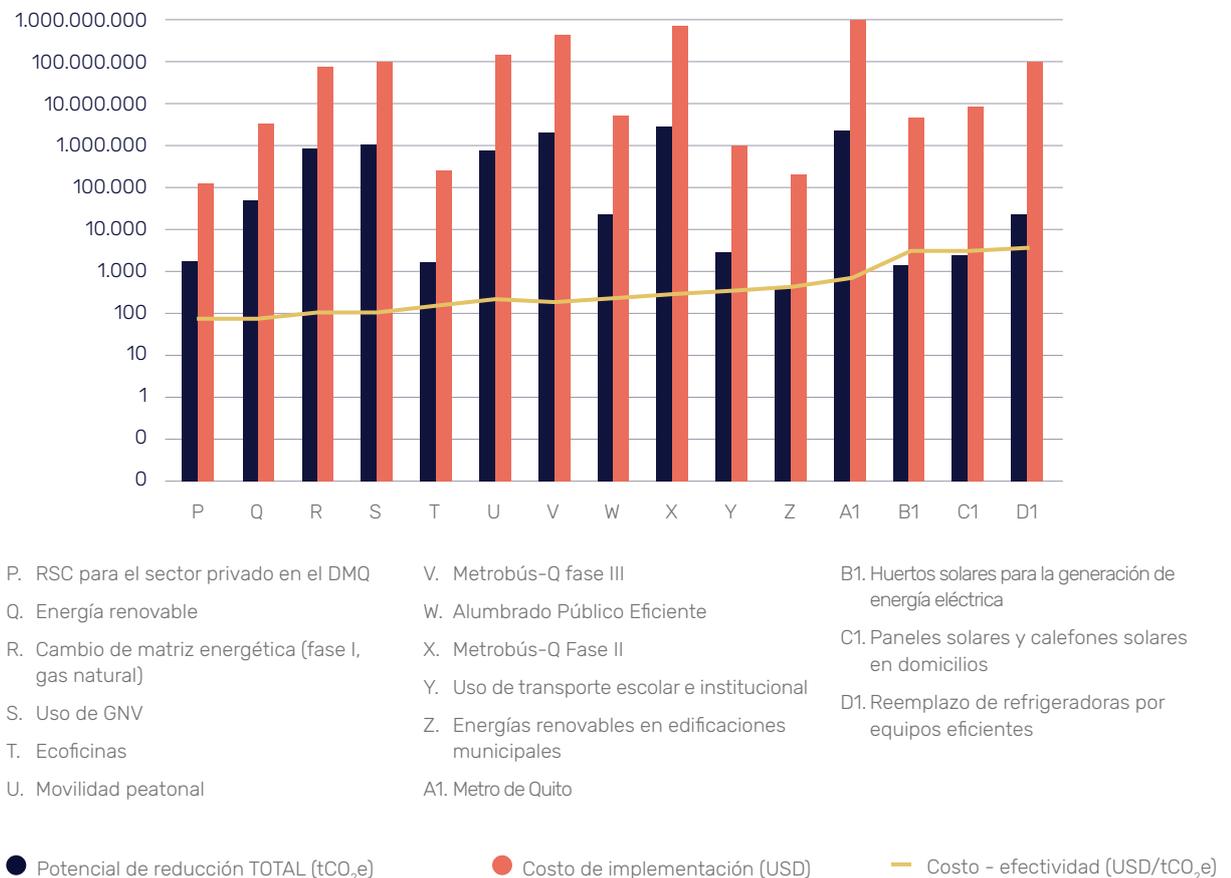
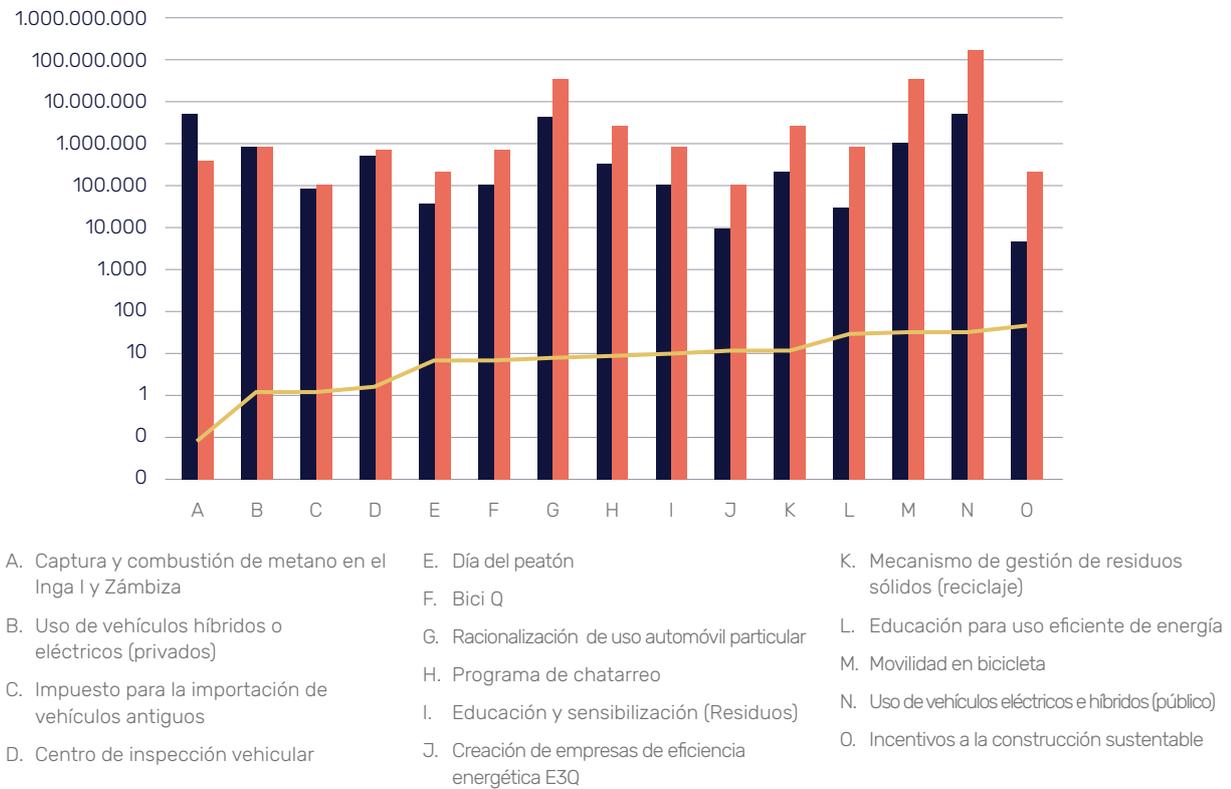
*NOTA. Es importante tomar en cuenta que los proyectos mencionados arriba fueron identificados y validados por el MDMQ, con el objetivo principal de estimar el potencial en términos de reducción de huellas. A la fecha, algunos proyectos continúan en el portafolio del MDMQ y otros fueron desestimados.*

<sup>21</sup> El costo de implementación se refiere únicamente al capital inicial de una inversión, y no considera costos de operación y mantenimiento de las medidas implicadas.

A partir de documentación provista por parte del municipio, entrevistas con actores clave y relevamiento de información secundaria como notas de prensa, se realizó una estimación de los costos de implementación de cada proyecto<sup>21</sup> y la estimación del impacto, en términos del potencial de reducción de emisiones, para

realizar un análisis de costo-eficiencia. Los resultados se muestran en la gráfica a continuación:

**Figura 7.** Costo-efectividad de las acciones propuestas – Huella de carbono



Fuente. Elaboración propia.

*La segunda acción con menor costo-eficiencia es el cambio de vehículos privados convencionales a híbridos o completamente eléctricos (dentro del sector de Transporte), lo que generaría la reducción de 1 t CO<sub>2</sub>e por USD 1 de inversión.*

Respecto al análisis costo-efectividad, el proyecto de “Captura y combustión de metano en el Inga I y II y Zámiza” en el sector de Residuos sólidos es la acción que menor costo tiene por t CO<sub>2</sub>e reducida; por cada dólar invertido, se pueden llegar a reducir aproximadamente 15 t CO<sub>2</sub>e.

La segunda acción con menor costo-eficiencia es el cambio de vehículos privados convencionales a híbridos o completamente eléctricos (dentro del sector de Transporte), lo que generaría la reducción de 1 t CO<sub>2</sub>e por USD 1 de inversión.

## Huella hídrica

La huella hídrica proyectada al año 2032 en un escenario BAU<sup>22</sup> asciende a 1.699.475.398 m<sup>3</sup>. Las principales variables que determinan el escenario socioeconómico son la cantidad de habitantes en la ciudad, el crecimiento de los sectores Industrial y Comercial con base en la cantidad de agua facturada por cada sector, y el crecimiento del volumen de agua usada per cápita anual. Para cada una de ellas, se consideraron las siguientes proyecciones:

- Población: se espera alcanzar un total de 3.064.139 habitantes para 2032, con una tasa promedio de crecimiento interanual de 1,53 %<sup>23</sup>.

En cuanto al resto de las variables sectoriales por medio de las cuales se determinaron las emisiones de los distintos sectores, para las estimaciones se utilizó la siguiente información:

### Residencial:

- Se espera que la huella hídrica del sector Residencial aumente proporcionalmente al crecimiento poblacional y al uso de agua per cápita. El volumen de agua facturado crece un promedio de 2 % hasta el año 2032.

### Comercial:

- Se espera que la huella hídrica del sector Comercial aumente proporcionalmente al crecimiento de consumo histórico de agua por el sector, que crece un promedio de 2,5 % hasta el año 2032.

### Industrial:

- Se espera que la huella hídrica del sector Industrial aumente en función del crecimiento histórico de la facturación de agua y del crecimiento registrado del sector.

### Público:

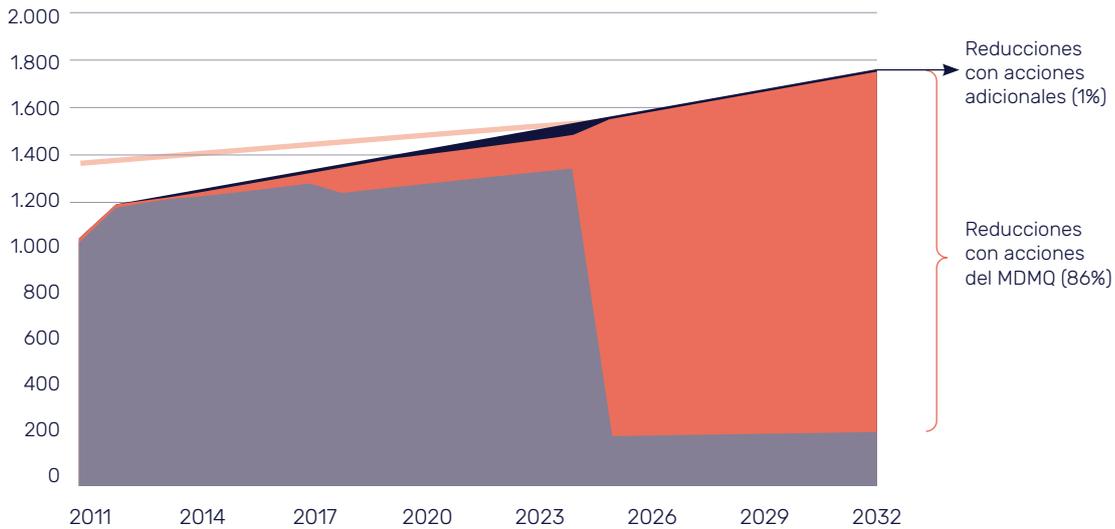
- Se espera que la huella hídrica del sector Público aumente en función del crecimiento histórico de la población, a un promedio de 1,53 % hasta el año 2032.

<sup>22</sup> Se entiende por escenario de emisiones *Business as Usual* a aquel en el cual la huella hídrica proyectada ocurrirá al considerar el uso, consumo y contaminación del agua en la situación actual, teniendo en cuenta la evolución esperada de las principales variables socioeconómicas.

<sup>23</sup> 1,53 % es el promedio del crecimiento poblacional entre 2012 y 2032 sobre datos proyectados (ajuste de curva) del crecimiento histórico de la población entre 1982 y 2010, provenientes del INEC.

Considerando el potencial de reducción de las acciones identificadas, la HH de la ciudad se podría reducir en 86 %. En el análisis por tipo de acciones, se observa que las medidas dentro del sector Residencial tienen mayor potencial de reducción, tal como se muestra a continuación.

**Figura 10.** Potencial de reducción de huella hídrica del DMQ por tipo de acción (millones de m<sup>3</sup>)



Fuente. *Elaboración propia.*

**Tabla 14.** Reducción de huella hídrica anual por proyecto del sector Residencial

	Reducciones de la huella hídrica (m <sup>3</sup> )		
	2017	2021	2032
<b>Acciones MDMQ</b>			
Nueva cultura del agua a través de acciones de educación y comunicación	10.849.644	18.714.512	33.479.798
Implementación de 20 PTAR		19.402.487	23.510.393
PTAR VINDOBONA			1.175.519.657
PTAR QUITUMBE		45.272.469	54.857.584
PTAR (BEATERIO)	17.918.216	19.402.487	23.510.393
Reutilización de efluentes de PTAR	2.427.234	11.390.721	173.121.713
<b>Total parcial</b>	<b>31.195.094</b>	<b>114.182.676</b>	<b>1.483.999.538</b>

Continúa en la siguiente página

<b>Acciones adicionales</b>			
Reúso de aguas grises de ducha y lavamanos para riego y limpieza		2.668.880	20.087.879
Reducción en el consumo de uso doméstico por actividades y/o dispositivos o aparatos de consumo ahorradores:			
- Inodoros de bajo consumo	2.360.083	12.525.664	46.379.564
- Baños ecológicos sin agua			
- Sistemas al vacío			
- Grifos y duchas de bajo consumo			
<b>Total parcial</b>	<b>2.360.083</b>	<b>15.194.544</b>	<b>66.467.443</b>
<b>TOTAL</b>	<b>33.555.177</b>	<b>129.377.220</b>	<b>1.550.466.981</b>
<b>% de reducción respecto a la HH del sector</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>89</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

**Tabla 15.** Reducción de huella hídrica anual por proyecto del sector Comercial

<b>Reducciones de la huella hídrica (m3)</b>			
	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>2032</b>
<b>Acciones MDMQ</b>			
Nueva cultura del agua a través de acciones de educación y comunicación	1.637.611	2.517.651	4.435.669
Construcción de 2 PTAR al 2018		2.485.095	3.010.090
Construcción de 20 PTAR			150.504.504
PTAR VIDOBOONA	5.186.063	5.798.557	7.023.543
PTAR QUITUMBE	2.222.598	2.485.095	3.010.090
PTAR BEATERIO	7.408.663	10.768.749	163.548.228
<b>Total parcial</b>	<b>16.454.935</b>	<b>24.055.147</b>	<b>331.532.124</b>
<b>Acciones adicionales</b>			
Adecuación de sistemas de distribución de agua para reutilizar agua de lavamanos en inodoros.		3.169.070	16.633.758
Implementación de inodoros de bajo consumo	345.614	869.471	2.223.324
Implementación de baños ecológicos sin agua		2.039.500	7.411.080
Implementación de sistemas al vacío		1.631.600	5.928.864
Implementación de grifos de bajo consumo	4.266	10.734	27.448
Implementación de grifos e inodoros de bajo consumo		2.572.908	13.504.635
Reutilización de efluentes en PTAR			
<b>Total parcial</b>	<b>349.880</b>	<b>10.293.283</b>	<b>45.729.109</b>
<b>TOTAL</b>	<b>16.804.815</b>	<b>34.348.430</b>	<b>377.261.233</b>
<b>% de reducción respecto a la HH del sector</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>87</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

En los sectores Residencial y Comercial, la medida que tiene el mayor potencial de reducción de la HH es la implementación de la PTAR Vindobona. El proyecto supone la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con una capacidad de 7,5 m<sup>3</sup>/s. Forma parte de un plan para la descontaminación y mejora de la calidad del agua de ríos y esteros de Quito, entre ellos los ríos Machángara, Monjas, San Pedro y Guayllabamba, que reciben descargas de las aguas servidas de la capital. La iniciativa apunta a prevenir el vertido de aguas residuales en los ríos mediante la construcción de un sistema de conductores que llegará a la planta de tratamiento de Vindobona. La planta beneficiaría un área de 30.324 ha, incluidas las comunidades de Pomasqui, San Antonio, Zámbriza, Llano Chico y Calderón, que enviarán sus efluentes cloacales a la planta.

**Tabla 16.** Reducción de huella hídrica por proyecto del sector Industrial

Reducciones de la huella hídrica (m <sup>3</sup> )			
	2017	2021	2032
<b>Acciones MDMQ</b>			
Plan de control de la contaminación industrial (PTAR en industrias)		1.269.213	7.808.979
<b>Acciones adicionales</b>			
Aplicación de medidas de producción más limpia		17.495	130.969
<b>TOTAL</b>		<b>1.286.709</b>	<b>7.939.949</b>
<b>% de reducción respecto a la HH del sector</b>		<b>11</b>	<b>57</b>

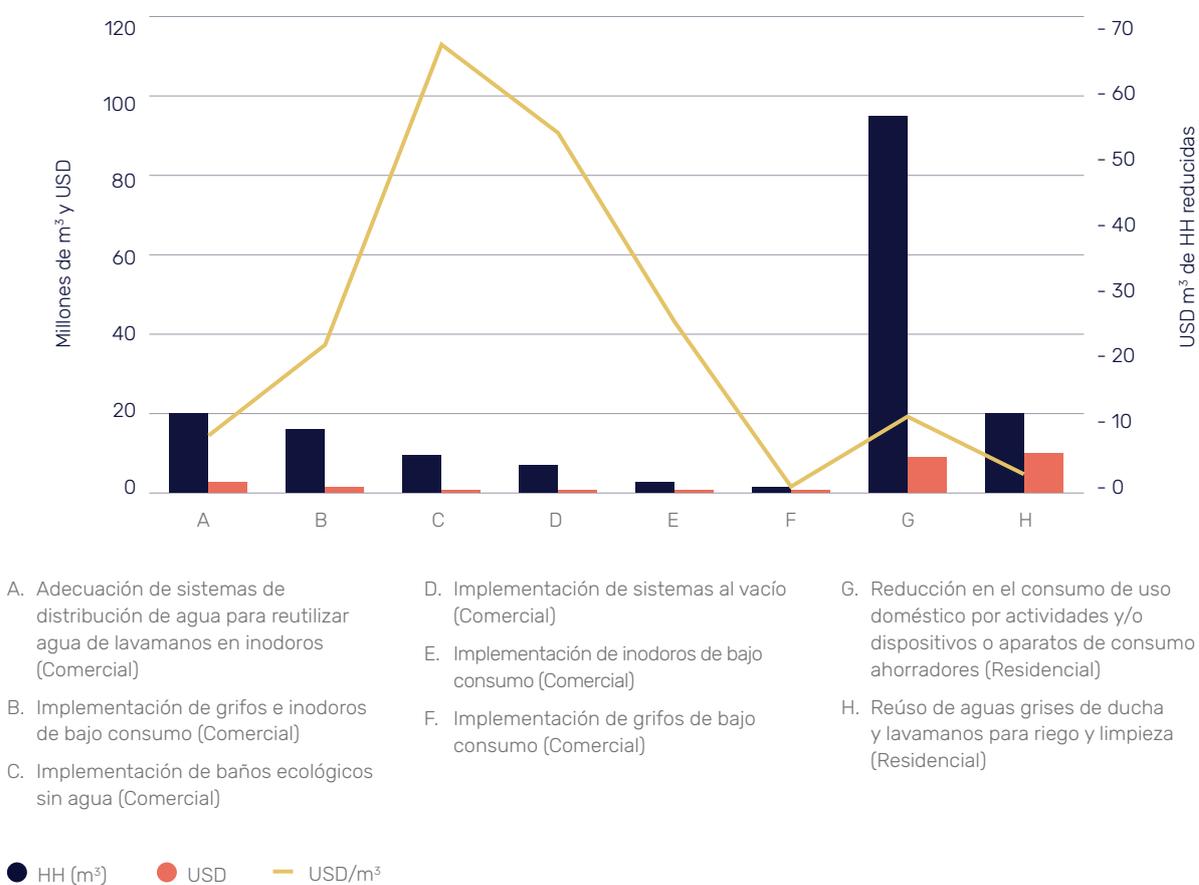
Fuente. *Elaboración propia.*

En el sector Industrial, la implementación de un plan de control de la contaminación industrial que incluya la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales es la medida con el mayor potencial de reducción.

NOTA. *Es importante tomar en cuenta que los proyectos mencionados arriba fueron identificados y validados por el MDMQ en la gestión 2013, con el objetivo principal de estimar el potencial en términos de reducción de huellas.*

A partir de documentación provista por parte del municipio, entrevistas con actores clave y relevamiento de información secundaria como notas de prensa, se realizó una estimación de los costos de implementación de cada proyecto<sup>24</sup> y la estimación del impacto, en términos del potencial de reducción de HH, para realizar un análisis de costo-eficiencia. Los resultados de este análisis se muestran en la gráfica a continuación:

**Figura 8.** Costo-efectividad, potencial de reducción y costo de las acciones de reducción de huella hídrica



**Fuente.** *Elaboración propia*

Se observa que las dos medidas más costo-eficientes son la implementación de grifos de bajo consumo para el sector Comercial y el reúso de aguas grises de ducha y lavamanos para riego y limpieza en el sector Residencial, con costo eficiencia de USD 1 y 2 por m<sup>3</sup> reducido, respectivamente.

<sup>24</sup> El costo de implementación se refiere únicamente al capital inicial de una inversión y no considera costos de operación y mantenimiento de las medidas implicadas.



07

Proyectos piloto

En coordinación con el MDMQ, se desarrollaron algunos proyectos piloto de reducción de huellas con el fin de implementar emprendimientos sencillos de carácter demostrativo, con alto potencial de replicación. Esto permite identificar las posibles amenazas y problemas derivados de los procesos de implementación, y calcular los impactos y resultados en la reducción de las huellas de la ciudad. A continuación, se describen los proyectos piloto implementados en el MDMQ.

*El esquema propuesto está dirigido a empresas de los sectores Industrial, Comercial y de Servicios que tengan la voluntad de participar en la reducción y compensación de su huella hídrica.*

## **7.1. Propuesta de mecanismo de compensación de HH del Distrito Metropolitano de Quito**

El piloto consistió en la elaboración del documento “Lineamientos de la Norma Técnica para el Esquema de Compensación de Huella Hídrica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)”, el cual estableció las pautas, definiciones, sustento normativo, alcance, principios y criterios, así como la estructura e institucionalidad mínima que se requiere para dar operatividad a un mecanismo de este tipo. Adicionalmente, se desarrolló un catálogo de proyectos de compensación de huella hídrica.

El esquema propuesto está dirigido a empresas de los sectores Industrial, Comercial y de Servicios que tengan la voluntad de participar en la reducción y compensación de su huella hídrica. El esquema consiste en tres etapas: la evaluación de la huella hídrica azul directa; la implementación de una estrategia de reducción del uso de agua, y la compensación de los volúmenes definidos por la huella hídrica. El desarrollo de las etapas es gradual y sujeto a un sistema de MRV. Tanto los lineamientos para la normativa como el funcionamiento del esquema y el catálogo de proyectos de compensación de HH fueron compartidos con el sector privado a través de desayunos de trabajo y talleres coordinados con personal de la Secretaría de Ambiente del MDMQ. Para conocer los lineamientos y la descripción en extenso del mecanismo, por favor referirse al siguiente enlace:

<http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/programas-y-proyectos/reduccion-y-compensacion-de-la-huella-de-carbono-en-el-dmq>

## 7.2. Reducción de la huella de carbono del Gobierno municipal mediante el sistema “Auto compartido”.

Este proyecto piloto consistió en la puesta en marcha y difusión de una plataforma en línea para implementar el sistema de auto compartido en las instalaciones de la Secretaría de Ambiente de la ciudad de Quito y la Empresa Pública Metropolitana de Aseo – Emaseo, para el beneficio de 823 funcionarios de estas dos instalaciones del MDMQ<sup>25</sup>.

Se subcontrató la iniciativa internacional AutoCompartido para la implementación de este proyecto. El objetivo del piloto fue reducir los niveles de tráfico y contaminación en los alrededores de la Secretaría de Movilidad y disminuir la necesidad de infraestructura de parqueaderos. El uso de la plataforma de AutoCompartido permitió conectar a los funcionarios de la institución con trayectos comunes, de modo que pudieran compartir el transporte y la cantidad de viajes por vehículo se redujera (de los hogares a los lugares de trabajo y viceversa). Se realizó una estimación de la reducción de 579.56 t de CO<sub>2</sub> por año, por el uso compartido de transporte por parte de los funcionarios de la Secretaría de Ambiente y Emaseo.

<sup>25</sup> El enlace a la plataforma de AutoCompartido es: <http://www.autocompartido.com.ec/>

**Figura 9.** Plataforma en línea de “AutoCompartido”



Fuente. Secretaría de Ambiente del MDMQ, 2017.

## 7.3. Evaluación de la reducción de huella de carbono a través de iluminación eficiente

**Objetivos:** identificar posibles esquemas de financiación para el proyecto (p. ej., ESCO<sup>26</sup>, concesión)

- Identificar proveedores de tecnología calificados y con experiencia en el recambio de luminarias públicas eficientes.
- Generar un acercamiento entre proveedores de tecnología, Gobierno municipal y otros actores relevantes.

**Resultados:** con el análisis realizado, se identificó la importancia de la implementación del proyecto, entre cuyas razones están: porque el consumo de electricidad en alumbrado público en Ecuador y en Quito representa un porcentaje del consumo total muy superior a la media regional; por la existencia de tecnología disponible para reducir este consumo a través de eficiencia energética, reforzando al mismo tiempo la seguridad ciudadana y generando ahorros para la ciudad; por la potencialidad de reducir la huella de carbono de la ciudad de forma gradual, mediante una alternativa técnica y económicamente viable; porque refuerza los esfuerzos del Gobierno municipal por modernizar a la ciudad, y por la existencia de mecanismos financieros que facilitan la implementación de este tipo de proyectos. El documento se convirtió en un respaldo técnico para impulsar el proyecto de sustitución de luminarias.

*Reducir la Huella de Carbono de la ciudad de forma gradual mediante una alternativa técnica y económicamente viable; porque refuerza los esfuerzos del gobierno municipal por modernizar a la ciudad.*

<sup>26</sup> Empresa de servicios de energía, por su sigla en inglés.

**Tabla 17.** Impacto de reducción de la huella

Fuente de emisión	Descripción	Emisiones reducidas (t CO <sub>2</sub> e)
Energía eléctrica	Como consecuencia del cambio de luminarias en el centro de la ciudad, se reducirá el consumo de energía eléctrica y, por lo tanto, las emisiones de CO <sub>2</sub> e.	La instalación de luminaria eficiente LED en su primera etapa reduce un 88 % de las emisiones calculadas, las cuales equivalen a 409,4 t CO <sub>2</sub> e.

Fuente. *Elaboración propia.*

08

# Actividades de comunicación

El objetivo del Proyecto Huella de Ciudades en el ámbito de comunicación es facilitar el intercambio de conocimientos entre la MDMQ y los Gobiernos municipales de otras ciudades, relacionados con la gestión local del cambio climático, rescatando experiencias exitosas y lecciones aprendidas que puedan aportar al diálogo sobre la transición hacia modelos de desarrollo bajo en carbono y resiliente en la ciudad de Quito.

Los resultados del trabajo en Quito fueron presentados en varios foros internacionales, incluyendo: Foro Anual LEDES LAC (Lima, Perú, 2013), Foro Urbano Mundial (Medellín, Colombia, 2014), Resilient Cities (Bonn, Alemania, 2014), COP 20 (Lima, Perú, 2014), COP 21 (París, Francia, 2015) y Hábitat III (Quito, Ecuador, 2016), por mencionar algunos.

*Facilitar el intercambio de conocimientos entre la MDMQ y los Gobiernos municipales de otras ciudades, relacionados con la gestión local del cambio climático, rescatando experiencias exitosas y lecciones aprendidas.*

09

# Redes y alianzas

Como resultado de su participación en el Proyecto, Quito ha entablado redes internacionales con un rol activo, a través de las cuales ha demostrado liderazgo internacional, empoderamiento y compromiso en la lucha contra el cambio climático y la construcción de la Nueva Agenda de Desarrollo Sostenible. Dentro de estas redes, se destacan: la Red Mundial CGLU, donde Quito tiene la copresidencia; la red ICLEI, donde es parte de su Comité Ejecutivo Regional para América Latina y el Caribe (RexCom); el grupo C40 de ciudades para el liderazgo climático, y la red 100 *Resilient Cities*. Todos estos grupos trabajan para reducir las emisiones de carbono y adaptarse al cambio climático.

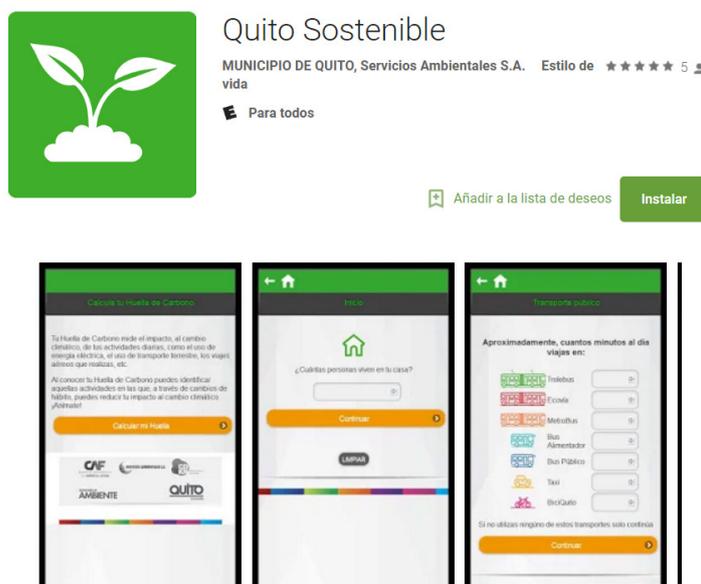
*Uno de los objetivos principales del Proyecto Huella de Ciudades es fortalecer el proceso de sensibilización pública hacia el cambio climático.*

Para transitar de una fase de diagnóstico y planificación a otra de implementación de acciones de la MDMQ, se priorizaron proyectos estratégicos del plan de acción, para los cuales se desarrollaron hojas de ruta, que detallan los costos asociados con su implementación, el retorno sobre la inversión, las barreras y condiciones habilitantes para su implementación, fuentes y mecanismos de financiamiento, así como proveedores de tecnología. A continuación, se mencionan los proyectos considerados:

- Alumbrado público eficiente. Contempla la modernización del sistema de alumbrado público para la reducción de la huella de carbono de la ciudad.
- Mecanismo de compensación de la huella hídrica por parte del sector privado.
- Creación de capacidades en la MDMQ.

Uno de los objetivos principales del Proyecto Huella de Ciudades es fortalecer el proceso de sensibilización pública hacia el cambio climático. En este sentido, y como parte de las actividades de capacitación, se desarrollaron herramientas de medición de huellas, inicialmente programadas en lenguaje Microsoft Excel, y posteriormente en sistemas Android e iOS para facilitar su inclusión en los sistemas de información. Esto ha incrementado la participación ciudadana en la reducción de las huellas de la ciudad.

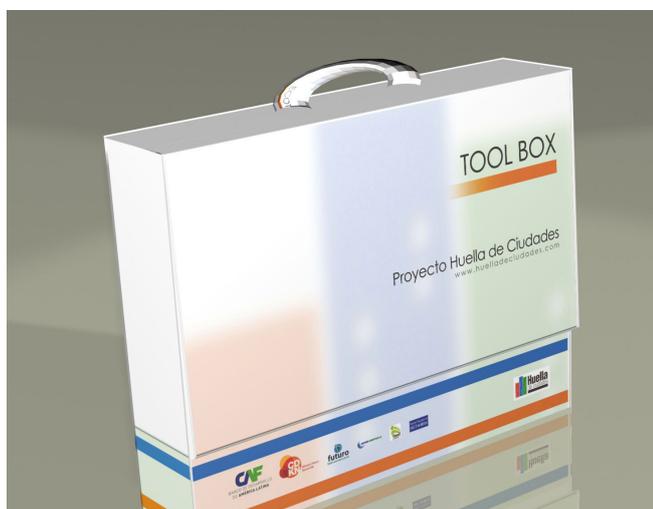
**Figura 10.** App de medición de huellas “Quito Sostenible”



Fuente. Proyecto Huella de Ciudades.

También se puso a disposición una *toolbox* o caja de herramientas del Proyecto Huella de Ciudades, que tiene por objetivo concentrar los principales productos entregables (informes de medición de huellas, manuales, resúmenes y herramientas de medición y monitoreo, entre otros) en un formato amigable y sencillo.

**Figura 11.** Toolbox de Huella de Ciudades



Fuente. Elaboración propia.

Adicionalmente, se elaboró una herramienta de monitoreo de huellas para el sector Construcción en Quito. Desarrollada en formato Excel, permite analizar materiales considerando sus huellas y tomar decisiones para construir edificios ecoeficientes a través del uso de distintos materiales más eficientes y con menor huella.

*Se elaboró una herramienta de monitoreo de huellas para el sector Construcción en Quito.*

**Figura 12.** Herramienta de monitoreo de huellas para el sector de Construcción



Fuente. *Elaboración propia.*

10

Logros,  
lecciones  
y desafíos

Los principales logros obtenidos, lecciones aprendidas y desafíos identificados como resultado de la implementación del Proyecto Huella de Ciudades en Quito se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 18.** Principales logros, lecciones y desafíos del proyecto

<p><b>Logros obtenidos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia positiva en los discursos del alcalde.</li> <li>• Inclusión del MDMQ en varias redes de cambio climático.</li> <li>• Primer inventario de GEI del DMQ para el año 2011, validado por el grupo C40 y reportado en su plataforma (<a href="http://www.c40.org">www.c40.org</a>).</li> <li>• Inclusión de las huellas como indicadores en el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025, Quito.</li> <li>• Identificación de oportunidades de financiamiento verde, con mayores avances en el proyecto de recambio de luminaria pública.</li> <li>• Reconocimiento al sector privado por la medición y reducción de sus huellas.</li> <li>• Creación de capacidades locales dentro del gobierno municipal.</li> <li>• Fortalecimiento de la sensibilización y participación ciudadana en asuntos de cambio climático.</li> <li>• Elaboración de la norma voluntaria para la compensación de la HH en el sector privado.</li> </ul>
<p><b>Lecciones aprendidas y recomendaciones</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprometer la voluntad política al más alto nivel.</li> <li>• Transferencia continua y total de capacidades y herramientas al Gobierno municipal para viabilizar la sostenibilidad del proyecto.</li> <li>• Se requiere una gobernanza horizontal y un manejo adaptativo en su gestión.</li> <li>• Implementación de un sistema de gestión de datos centralizado dentro del Gobierno municipal para facilitar la medición de las huellas.</li> <li>• Comunicar la contribución del proyecto en políticas y planes municipales relacionados con temas ambientales y de desarrollo en general.</li> <li>• Importancia de los proyectos piloto para traducir los resultados en acciones prácticas y crear sinergias entre actores.</li> </ul>
<p><b>Desafíos a futuro</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la sostenibilidad del proyecto y la medición de huellas para las siguientes gestiones.</li> <li>• Institucionalización de la medición y monitoreo de las huellas dentro del Gobierno municipal.</li> <li>• Lograr el apoyo de otras áreas e instituciones para garantizar la implementación del plan de acción.</li> <li>• Lograr apoyo del Gobierno nacional para la implementación de proyectos del plan de acción.</li> <li>• Garantizar la réplica y escalamiento de los proyectos piloto, especialmente el mecanismo de compensación de la HH promovida en el sector privado.</li> <li>• Fortalecer sinergias tanto dentro del Gobierno municipal, como con otros actores estratégicos identificados.</li> </ul>

**Fuente.** *Elaboración propia.*

Entre los resultados más importantes, cabe remarcar que, con el Proyecto Huella de Ciudades en el Distrito Metropolitano de Quito como municipio, se han institucionalizado los indicadores de huellas tanto en sus planes a corto, mediano y largo plazo, como en las distintas actividades que se realizan (foros, eventos y otros) donde, además de aplicar medidas de reducción, se están implementando los mecanismos de compensación para reducir las huellas, desarrollados en el marco del proyecto.

