



Huella

de Ciudades

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

6



Ciudad de Guayaquil



Huella

de
Ciudades

6



Ciudad
de Guayaquil



TÍTULO

Serie Huella de Ciudades N° 6 Ciudad de Guayaquil

Depósito Legal: DC2020001187

ISBN: 978-980-422-192-7

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

© 2017 Corporación Andina de Fomento

Todos los derechos reservados.



Contenido

01_ Antecedentes	8
02_ Descripción del Cantón de Guayaquil	10
03_ Proyecto Huella de Ciudades: Guayaquil	14
04_ Resultado del cálculo de huellas de la M.I. Municipalidad de Guayaquil	16
05_ Resultado del cálculo de huellas del cantón de Guayaquil	26
06_ Plan de Acción	32
07_ Proyectos Piloto	44
08_ Actividades de comunicación	48
09_ Redes y alianzas	50
10_ Creación de capacidades en la MIMG	52
11_ Logros, lecciones y desafíos	54

Presentación

La ciudad de Guayaquil en Ecuador, junto con Santa Cruz de la Sierra en Bolivia y Fortaleza en Brasil, formó parte de la segunda fase del Proyecto Huella de Ciudades, que tuvo una duración de 14 meses (de abril 2015 a junio 2016). Esta experiencia fue muy valiosa porque, al ser la segunda ciudad del Ecuador, permitió realizar algunos análisis comparativos con Quito, y continuar con el impulso del proyecto en la región.

Como parte de la implementación del proyecto en la ciudad de Guayaquil, se realizó el primer cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica para la gestión 2014, tanto para el cantón (a nivel geográfico), como para la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (como institución), lo que contribuyó a establecer indicadores y líneas de base de gran importancia para la toma de decisiones estratégicas en relación con la temática del cambio climático. Asimismo, se elaboró un plan de acción para la reducción de ambas huellas, se implementaron proyectos piloto con carácter demostrativo, y se transfirieron herramientas de cálculo y de comunicación que serán de gran utilidad para sensibilizar a la población.

Ilustración 1. Fotografía panorámica de Guayaquil



Fuente. *iStock*

Esta publicación de la serie *Huella de Ciudades* describe la implementación del proyecto en Guayaquil, así como sus resultados en términos operativos y estratégicos.

El cantón Guayaquil es una entidad territorial subnacional, capital de la provincia del Guayas, en la República del Ecuador. Con más de 2.350.915 habitantes, según estadísticas del INEC¹ 2010 y una proyección de 2.506.505 habitantes en el año de evaluación (2014), es el más poblado del Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de Santiago de Guayaquil, lugar donde se agrupa más del 85 % de su población total.

Desde 2009, la ciudad es administrada por el equipo de trabajo del alcalde Jaime Nebot, quien asumió el cargo por primera vez en el año 2000 y fue reelegido en tres oportunidades (2004, 2009 y 2014). Nebot finalizó su gestión en 2019.

Los resultados en esta ciudad –además del cálculo de las huellas– permitieron a las autoridades locales un conocimiento y un compromiso más amplios respecto a la problemática del cambio climático.

El compromiso de la máxima autoridad y la nueva orientación en su gestión en temas de transporte sostenible y tratamiento de aguas residuales también se vio reflejado con su participación en eventos locales e internacionales como Hábitat III, donde presentó la nueva visión de desarrollo de la ciudad y los proyectos que se están desarrollando para reducir la huella de carbono y la huella hídrica tanto de la municipalidad como a nivel de cantón. Asimismo, a través del proyecto, se promovió el intercambio de experiencias y conocimientos entre ciudades de la región.

La aplicación de la metodología de cálculo de huellas en Guayaquil contribuyó a posicionar a la ciudad en la agenda climática a nivel internacional. Como resultado de un trabajo coordinado e integral entre los distintos actores del proyecto, mediante un proceso constante de capacitación sobre las metodologías empleadas y con la transferencia de las herramientas de cálculo adecuadas a las condiciones específicas de la ciudad, se han creado las capacidades técnicas necesarias para que la municipalidad pueda gestionar de manera autónoma sus huellas en el futuro.

¹ INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador.



01

Antecedentes

En Ecuador, el cambio climático es una prioridad en la agenda política y de desarrollo que se refleja en las actividades, programas y proyectos que el gobierno ha definido en los últimos años.

Por mencionar algunos, en 2012 se presentó la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025, con ejes de mitigación y adaptación; se viene ejecutando el Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua; el 21 de febrero fue declarado el Día Nacional de Cambio Climático; existe una Estrategia Nacional para Reducción de Emisiones por la Deforestación y Degradación (REDD, por sus siglas en inglés) y un exitoso Programa Socio Bosque, además de un plan de acción REDD+, que fue ejecutado desde 2017 para reducir las emisiones provenientes de la deforestación y degradación de bosques.

A nivel internacional, Ecuador está alineado con los pactos globales desde hace más de dos décadas: forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1992, ratificó su participación en el Protocolo de Kioto en la Tercera Conferencia de las Partes (1997) y, recientemente, en el Acuerdo de París, resultante de la XXI Conferencia de las Partes (COP 21) de la CMNUCC, que da lugar a la oficialización de las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), como herramientas mediante las cuales los Estados se comprometen al cumplimiento de metas concretas de mitigación y adaptación al cambio climático, en pos de mantener la temperatura promedio del planeta por debajo de los 2 °C respecto a niveles preindustriales.

En Ecuador, el cambio climático es una prioridad en la agenda política y de desarrollo que se refleja en las actividades, programas y proyectos que el gobierno ha definido en los últimos años

 02

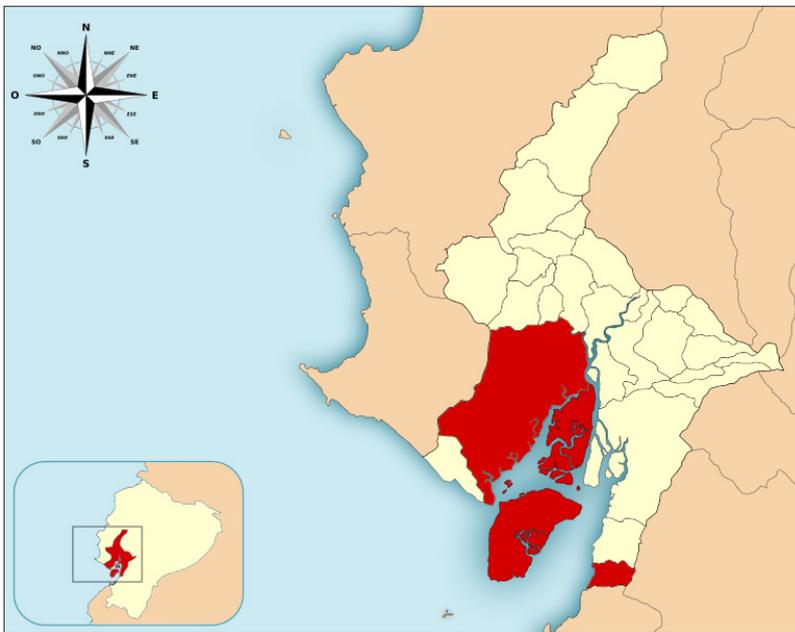
Descripción
del cantón de
Guayaquil

El cantón Guayaquil es una entidad territorial subnacional, capital de la provincia del Guayas, en la República del Ecuador. Con más de 2.350.915 habitantes, según estadísticas del INEC² 2010 y una proyección de 2.506.505 habitantes en el año de evaluación (2014), es el más poblado del Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de Santiago de Guayaquil, lugar donde se agrupa más del 85 % de su población total.

El cantón Guayaquil es una entidad territorial subnacional, capital de la provincia del Guayas, en la República del Ecuador.

Su principal núcleo urbano se encuentra ubicado en la cuenca baja del río Guayas, que nace en las provincias de Pichincha y Cotopaxi, y que desemboca en el golfo de Guayaquil, en el océano Pacífico. Localizado en la margen derecha del río Guayas, bordea al oeste con el Estero Salado y los cerros Azul y Blanco. Por el sur, con la embocadura de la Puntilla de Guayaquil, que llega hasta la isla Puná. Los dos afluentes más importantes del Guayas son los ríos Daule y Babahoyo, que se unen al norte de la ciudad formando un gran caudal que descarga en el golfo de Guayaquil. Este es el principal río y accidente geográfico en la vertiente del Pacífico de toda América, con un promedio anual de 30.000 millones de m³ de agua.

Ilustración 2. Ubicación del Cantón de Guayaquil



Fuente. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_Sageo_de_Guayas_-_Guayaquil_C4.svg

El cantón de Guayaquil está formado por 22 parroquias, divididas en 17 urbanas y 5 rurales, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

² INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador.

Tabla 1. Población y superficie por parroquia

Tipo de parroquia	Parroquia	Población 2014 ³ (habitantes)	Superficie (km ²)	% de población
Urbano	9 de octubre	6.259	4.346	0,24
	Ayacucho	11.660		0,46
	Bolívar	7.360		0,29
	Chongón	40.000		1,56
	Febres Cordero	374.490		14,63
	García Moreno	54.488		2,13
	Letamendi	104.497		4,08
	Olmedo	7.213		0,28
	Periferia	13.578		0,53
	Pascuales	81.612		3,19
	Pedro Carbo	4.395		0,17
	Roca	6.039		0,24
	Rocafuerte	6.644		0,26
	Sucre	13.018		0,51
	Tarqui	1.144.510		44,70
Urdaneta	24.702	0,96		
Ximena	594.954	23,24		
Rural	Juan Gómez Rendón (Progreso)	12.958	326	0,51
	Morro	5.466	270	0,21
	Posorja	26.288	73	1,03
	Puná	7.372	895	0,29
	Tenguel	13.000	138	0,51
TOTAL		2.560.505	6.048	100

Fuente. Proyecciones de población INEC para 2014.

Para la evaluación de las huellas de Guayaquil, se consideró el total de las 22 parroquias, que concentran el 100 % de la población del cantón.

Guayaquil se ha visto afectada por los impactos provocados por el cambio climático, principalmente respecto a la disponibilidad de recursos hídricos. La red de alcantarillado tiene una cobertura del 88 % en el sector urbano, que corresponde al 77 % de la población del cantón, mientras que en el sector rural solo el 5 % de la población tiene acceso a este servicio, por lo que las descargas de aguas residuales se dirigen a la costa Estero Salado, con un alto grado de contaminación. El 25 % de agua residual generada en todos los sectores de la ciudad es tratado a través de un sistema de zanjas de oxidación que tiene como disposición final el río Daule, pero sin alcanzar el nivel de descontaminación requerido para no afectar el ecosistema de la cuenca.

³ Los datos de población a 2014 fueron proyectados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), según resultados del censo 2010.

03

Proyecto Huella
de Ciudades:
Guayaquil

En 2012, nace el Proyecto Huella de Ciudades como una iniciativa de CAF – Banco de Desarrollo de América Latina, con el apoyo de CDKN – Alianza Clima y Desarrollo como cofinanciadora, FFLA – Fundación Futuro Latinoamericano en su rol de facilitadora, y la empresa boliviana SASA-Servicios Ambientales S.A. como consultora. Durante la primera fase del proyecto, participaron las ciudades de La Paz en Bolivia, Quito en Ecuador y Lima en Perú.

En abril de 2015, se inició la segunda fase, en la que participaron Guayaquil en Ecuador, Santa Cruz de la Sierra en Bolivia y Fortaleza en Brasil. Esta fase concluyó en junio de 2016.

El principal objetivo del Proyecto Huella de Ciudades en Guayaquil fue apoyar a la municipalidad en el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, a través del cálculo 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; 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 de la municipalidad para garantizar la gestión de las huellas.

El desarrollo del proyecto cumplió cinco etapas:

- Cálculo de la huella de carbono (HC) y la huella hídrica (HH) de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (MIMG).
- Cálculo de la HC y la HH del cantón.
- Elaboración de un plan de acción de la ciudad para la reducción de huellas.
- Implementación de acciones piloto para la reducción de huellas.
- Comunicación y capacitación.

El cálculo de ambas huellas, tanto para la municipalidad como para el cantón, se realizó para la gestión 2014 (enero a diciembre).

El principal objetivo del Proyecto Huella de Ciudades en Guayaquil fue apoyar a la municipalidad en el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

04

Resultado del
cálculo de
huellas de la M.I.
Municipalidad
de Guayaquil

La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (MIMG) tiene como principales funciones la regulación de ordenanzas y resoluciones que ayuden a establecer e impulsar la política a seguir, de acuerdo a las metas de la administración municipal, cuyo objetivo es satisfacer las necesidades colectivas de la urbe, según lo establecido por la ley para su desarrollo y fines del Estado.

La estructura organizativa de la MIMG se compone de cinco niveles: legislativo, ejecutivo, asesor, de apoyo y operativo, con un total de 30 unidades municipales. Adicionalmente, cuenta con cinco fundaciones, dos corporaciones y dos empresas públicas.

Las instalaciones y unidades municipales 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, combustible).
- La disponibilidad de información verificable.

Por el tamaño de esta organización y la distribución de sus unidades (que se encuentran en todo el territorio urbano y rural del municipio), se han seleccionado y priorizado instalaciones y dependencias que permiten analizar de forma más detallada las huellas de esta institución. Estas instalaciones y dependencias han sido categorizadas en tres niveles: administración central, fundaciones, corporaciones/empresas.

La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (MIMG) tiene como principales funciones la regulación de ordenanzas y resoluciones que ayuden a establecer e impulsar la política a seguir, de acuerdo a las metas de la administración municipal.

Figura 1. Organización de los niveles de la MIMG para la evaluación de las huellas



Fuente. *Elaboración propia.*

La siguiente tabla detalla las unidades y edificios que fueron considerados en el cálculo de huellas de cada nivel:

Tabla 2. Unidades municipales evaluadas

NIVELES		
Administración Central	Fundaciones	Corporaciones y Empresas
<ul style="list-style-type: none"> Palacio Municipal <i>(para ambas huellas)</i> Edificio Valra <i>(para ambas huellas)</i> Edif. Martín Avilés (ex Crillón) <i>(para ambas huellas)</i> Servicios a la ciudad⁴ <i>(para ambas huellas)</i> Dirección de cultura y promoción cívica <i>(solo para HH)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Fundación Guayaquil Siglo XXI Fundación Metrovía Fundación Autoridad Aeroportuaria de Guayaquil Fundación Malecón 2000 Fundación Terminal Terrestre de Guayaquil 	<ul style="list-style-type: none"> Corporación Registro Civil Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG) Empresa Municipal de Tránsito

Fuente. *Elaboración propia.*

La administración central agrupa a los niveles legislativo, ejecutivo, asesor, apoyo y operativo, y está compuesta por 29 unidades organizacionales de la MIMG que realizan actividades administrativas principalmente, y que se encuentran ubicadas en los siguientes edificios: Palacio Municipal, edificio Martín Avilés (ex Crillón) y el edificio Valra. El análisis y la presentación de resultados en este nivel fueron organizados por edificio.

En el segundo nivel, están cinco fundaciones (ver tabla 2), cuyas instalaciones son utilizadas para actividades principalmente administrativas. Se caracterizan por prestar servicios a la población y son de carácter público.

Finalmente, dentro del nivel de corporaciones y empresas, se consideraron dos corporaciones y dos empresas públicas (ver tabla 2), en cuyas instalaciones se realizan actividades administrativas y operativas.

El cálculo de la huella de carbono se desarrolló siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Internacional ISO 14064:1 para gases de efecto invernadero, las herramientas de cálculo del *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)* y la metodología MC3 (Método Compuesto de las Cuentas Contables). En el caso de la huella hídrica, se utilizó la metodología basada en el *Water Footprint Assessment Manual* (de Water Footprint Network – WFN).

⁴ La categoría denominada "Servicios a la ciudad" agrupa las actividades operativas que se realizan en la Municipalidad, en baterías sanitarias de la ciudad, complejo deportivo, centros recreacionales y parques, camales y hospitales municipales, centros educativos, cementerios, centros de atención integral, cuarteles y casetas de seguridad, y terminales terrestres.

Huella de carbono

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

Tabla 3. Fuentes de emisión de la huella de carbono de la MIMG

Fuentes de emisión	
Alcance 1	Consumo de gasolina
	Consumo de diésel
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica
Alcance 3	Consumo de papel, cartón y sus manufacturas
	Generación de residuos sólidos enviados a rellenos sanitarios
	<i>Commuting</i> (viajes del personal de sus casas al lugar de trabajo)

Fuente. *Elaboración propia*

Las fuentes de emisión identificadas se encuentran dentro de los límites operativos y organizacionales de la MIMG; esto quiere decir que se tomaron en cuenta todas las actividades de la MIMG que están bajo responsabilidad operativa y/o financiera de la institución⁵.

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.

Dentro de los alcances 1 y 2, se excluyeron las emisiones generadas por: a) el uso de equipos de extinción de fuego, ya que la metodología disponible genera resultados con un grado de incertidumbre alto⁶ y porque el aporte estimado de estas emisiones respecto a las emisiones totales es menor del 1 %⁷; b) las emisiones por fugas de gases refrigerantes en equipos de refrigeración y aire acondicionado, porque no fue factible obtener la información suficiente para estimar sus emisiones en el tiempo de evaluación; c) emisiones de trifluoruro de nitrógeno porque no se identificó ninguna fuente asociada a dicho GEI en las actividades de la MIMG.

En el caso de emisiones de alcance 3, se excluyeron: a) las emisiones que se generan por viajes en transporte aéreo, debido a que menos del 0,1 % del personal de la MIMG se transporta en avión. Además, que estos viajes realizados principalmente por el alcalde municipal generalmente son pagados por las instituciones que lo invitan, por lo que no son atribuibles a la HC de la MIMG; b) emisiones generadas por la adquisición y uso de productos y materiales, a excepción del papel de escritorio, debido a que no se considera un potencial de reducción significativo para la HC, además de ser de reporte opcional.

Las fuentes de información, así como los instrumentos empleados para obtener los datos de consumos y de actividades de la MIMG se mencionan en la tabla 4. Los consumos de combustibles (gasolina y diésel), energía eléctrica y materiales fueron obtenidos de cada unidad municipal. Para las estimaciones en el uso de transporte (*commuting*), se aplicaron encuestas a los funcionarios de la MIMG⁸.

Las fuentes de emisión identificadas se encuentran dentro de los límites operativos y organizacionales de la MIMG; esto quiere decir que se tomaron en cuenta todas las actividades de la MIMG que están bajo responsabilidad operativa y/o financiera de la institución.

⁵ Según la determinación de categorías relevantes de acuerdo con el enfoque de control operacional del *GHG Protocol*.

⁶ *US EPA-Direct HFC and PFC Emissions from Use of Refrigeration and Air Conditioning Equipment*.

⁷ Información generada según resultados de estudios previos realizados en el marco del Proyecto Huella de Ciudades.

⁸ Se llevaron a cabo 160 encuestas, que representan un 95 % de nivel de confianza y un margen de error del 7 % respecto al total de funcionarios de la MIMG.

El dato de cantidad de residuos sólidos producidos por un funcionario administrativo de la MIMG fue estimado a partir de promedios de generación per cápita de residuos sólidos combinados, obtenidos con base en estudios previos realizados por la Dirección de Ambiente de la MIMG.

Tabla 4. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos

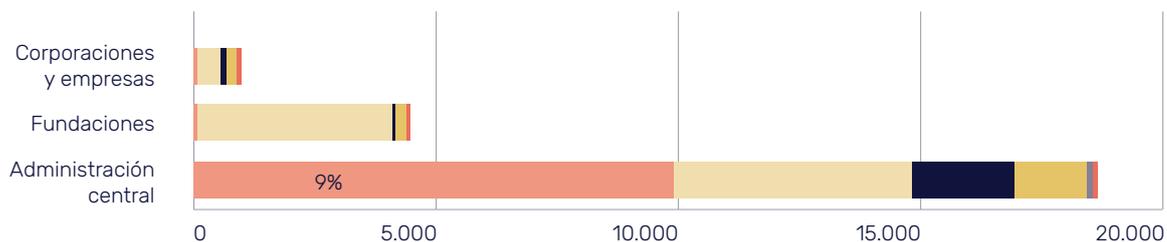
Nivel	Información requerida					
	Alcance 1		Alcance 2		Alcance 3	
	Consumo gasolina	Consumo diésel	Consumo energía eléctrica	Consumo de papel, cartón y manufacturas	Residuos sólidos	Commuting
Administración central	■				■	■
Fundaciones	■				■	■
Corporaciones y empresas	■				■	■

● Administración de cada Unidad Municipal
 ● Encuestas
 ● Estimaciones realizadas con base en estudios previos

Fuente. *Elaboración propia*

El resultado de la huella de carbono de la MIMG en la gestión 2014 fue de **24.137 t CO2e**. Estas emisiones equivalen en magnitud al consumo de energía eléctrica de 40.900 hogares urbanos en Guayas en un año⁹, el dióxido de carbono secuestrado por 80 hectáreas sembradas con árboles de eucalipto en 10 años¹⁰, o las emisiones de metano evitadas por la descomposición de 22.000 toneladas de residuos orgánicos en rellenos sanitarios¹¹. La distribución de esta huella se muestra en la figura siguiente.

Figura 2. Huella de carbono por nivel y fuente de emisión (en miles de t CO2e)



	Administración central	Fundaciones	Corporaciones y empresas
● Diésel	10.005	87	81
● Eléctricidad	4.918	4.100	533
● Gasolina	2.118	13	127
● <i>Commuting</i>	1.510	237	206
● Papel carbón y sus manufacturas	114	21	9
● Materiales	50	4	4

Fuente. *Elaboración propia*.

Del total de la huella de carbono, el mayor aporte lo tiene el nivel de la administración central, seguido por las emisiones de las fundaciones, y las corporaciones y empresas.

El análisis de la huella de carbono por fuente de emisión muestra que el consumo de diésel (alcance 1) es la principal fuente (42 % del total), seguido por el consumo de energía eléctrica (alcance 2; 40 %). En tercer lugar de importancia, se encuentra el consumo de gasolina (alcance 1, 9 %), seguido del *commuting* o transporte a la oficina (alcance 3; 8 %); todos los casos se dan principalmente en el nivel de administración central. Finalmente, las emisiones provenientes del consumo de papel, cartón y manufacturas, y generación de residuos representan solo el 1 % de la huella total; por tanto, su aporte no es significativo.

Es importante centrar la atención en los alcances cuyo reporte es obligatorio, es decir los alcances 1 y 2 de la HC total de la MIMG, ya que se trata de emisiones sobre las que la institución puede ejercer mayor control, por lo que las medidas de reducción de la HC resultan accesibles.

En relación con las emisiones de alcance 3, es importante resaltar que el consumo de materiales generalmente representa una importante fuente de emisión en oficinas administrativas. Sin embargo, con respecto a MIMG, se ha cuantificado solo el aporte a la HC por consumo de papel, cartón y manufacturas; en el caso de haber incluido todos los materiales que se consumen dentro de la institución, posiblemente esta sería la fuente de emisión más alta.

Huella hídrica

Es importante mencionar que el análisis de los resultados obtenidos se enfoca solamente en la HH directa (azul y gris), debido a que representan el volumen de agua sobre el cual la MIMG tiene control. No se incluyó el cálculo de la HH verde por mantenimiento de áreas verdes, ya que este cálculo fue incluido en el estudio a nivel de ciudad.

La información requerida para calcular la HH total de la MIMG, y las fuentes de donde proviene dicha información, se presentan en la tabla 5. El volumen de agua facturado fue proporcionado por la Administración de las Unidades Municipales en todos los niveles. También se compartió información sobre la cantidad de papel consumida por la MIMG en 2014.

La HH gris se calculó tomando en cuenta como parámetros de calidad del afluente y efluente –los indicadores DBO5 y DQO– que se obtuvieron a través de reportes mensuales de la gestión 2014, de parámetros de calidad de agua desarrollados por DEPROIN S.A. (Desarrollo de Proyectos Industriales S.A.) y el Laboratorio de Ensayos OAE.

Es importante centrar la atención en los alcances cuyo reporte es obligatorio, es decir los alcances 1 y 2 de la HC total de la MIMG, ya que se trata de emisiones sobre las que la institución puede ejercer mayor control, por lo que las medidas de reducción de la HC resultan accesibles.

⁹ Con base en el consumo de energía eléctrica promedio de hogares urbanos en Guayas INEC 2012. Información ambiental en hogares, [En línea]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Ambientales2012junio/Presentacio_Junio%202012.pdf [2015, 3 de agosto].

¹⁰ Con base en las capacidades de absorción por especie IPCC 1996. Orientación sobre las buenas prácticas para el uso de la tierra, cambio del uso de tierra y silvicultura.

¹¹ Con base en emisiones por descomposición de residuos tipo comida IPCC 1996. Guías para la cuantificación de GEI.

12 La cuenca del río Guayas tiene como mayores afluentes a los ríos Daule y Babahoyo.

13 (WFN, 2015).

El volumen del efluente fue calculado, para todos los casos, con base en la información de encuestas y entrevistas, apoyado con referencias bibliográficas. La concentración de contaminantes en cuerpos de agua se determinó principalmente consultando referencias bibliográficas, como en el caso de la concentración máxima permitida (agua clase "C" de la normativa nacional), y la concentración natural, tomada de reportes de análisis de agua en diferentes puntos de toma de muestra a lo largo de los tres ríos¹² que pertenecen a la cuenca que abastece a la ciudad.

La HH equivalente del papel fue consultada en publicaciones de la WFN¹³.

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

Nivel	Volumen de agua facturado (afluente)	Volumen de agua del efluente	Concentración de contaminantes	Cantidad de hojas de papel para impresión	HH equivalente de hojas de impresión
Administración central					
Fundaciones					
Corporaciones y empresas					

● Administración de Unidades Municipales
 ● Encuestas
 ● Toma de muestras, análisis de laboratorio y referencias bibliográficas
 ● WFN

Fuente. *Elaboración propia.*

La siguiente tabla resume los datos de actividad utilizados en los cálculos de la Huella Hídrica de la MIMG:

Tabla 6. Resumen de datos de actividad utilizados en la evaluación

Nivel	Volumen de agua facturado (afluente m ³)	Volumen de agua del efluente (m ³)	Hojas de papel para impresión (t)
Administración Central	568.356,87	473.899,56	70,87
Fundaciones	67.593,12	34.036,82	13,03
Corporaciones y empresas	13.576,58	1.709,49	5,68

Fuente. *Elaboración propia.*

Finalmente, cabe mencionar que la concentración máxima permisible de calidad ambiental, según la cual se realizó el cálculo de la HH gris directa, se definió en 30 mg DBO₅/l y su equivalente en DQO (60 mg DQO/l), basado en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley de Medio Ambiente de Bolivia para la Clase “D”, ya que: i); la Ley de Medio Ambiente de Ecuador, sus normas y reglamentos relacionados con contaminación hídrica, no prescriben un límite de concentración de DBO₅ para usos que no sean agua potable (con un valor de 2 mg/l), y ii) permite una comparación justa con la huella hídrica del GAMLP y, eventualmente, con la Municipalidad Metropolitana de Lima.

Tabla 7. Resumen de parámetros de calidad utilizados en el cálculo de HH de la MIMG

Parámetros de calidad	Nivel		
	Administración central	Fundaciones	Corporaciones y empresas
Calidad máximo permisible DBO ₅ (mg/l)	30	30	30
Calidad máximo permisible DQO (mg/l)	60	60	60
Calidad natural DBO ₅ (mg/l)	2	2	2
Calidad natural DQO (mg/l)	3,33	3,33	3,33
Calidad del afluente DBO ₅ (mg/l)	2	2	2
Calidad del afluente DQO (mg/l)	3,33	3,33	3,33
Calidad del efluente DBO ₅ (mg/l)	131,19	131,19	131,19
Calidad del efluente DQO (mg/l)	260,66	260,66	260,66
Calidad del efluente Actividades operativas “Mingitorios” DBO ₅ (mg/l)	357	NA	NA
Calidad del efluente “Mingitorios” DQO (mg/l)	606,9	NA	NA
Calidad del efluente Actividades operativas “Hospitales” DBO ₅ (mg/l)	180	NA	NA
Calidad del efluente “Hospitales” DQO (mg/l)	306	NA	NA
Calidad del efluente Actividades operativas “Centros” DBO ₅ (mg/l)	131,19	NA	NA
Calidad del efluente “Centros” DQO (mg/l)	260,66	NA	NA

Fuente. *Elaboración propia.*

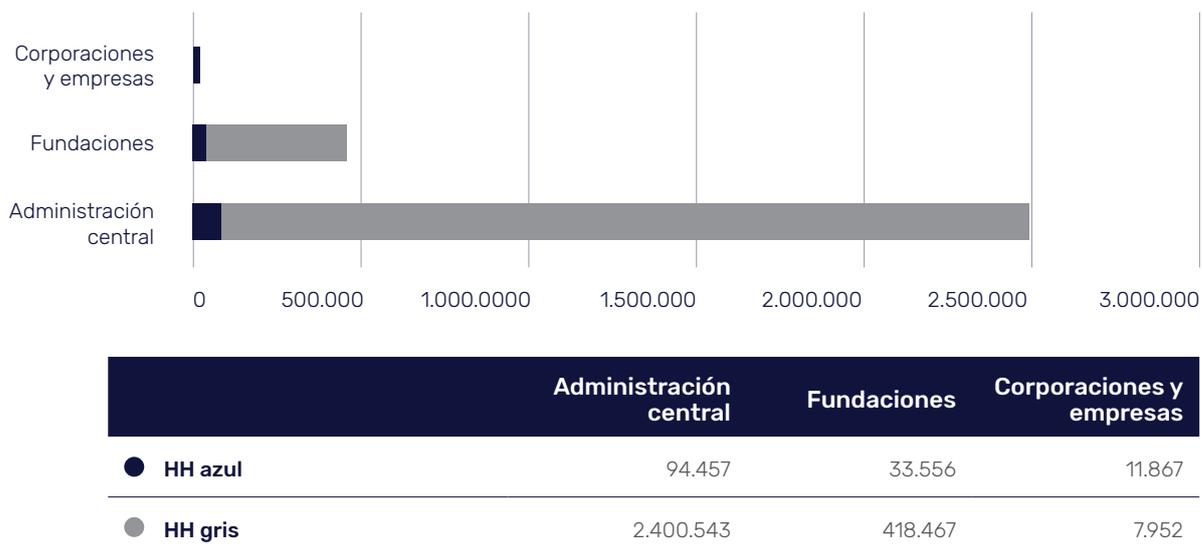
La HH total directa de la MIMG fue 2.966.842m³ en la gestión 2014, compuesta en 95 % por la HH gris y 5 % azul. Este resultado muestra que por cada litro de agua facturada consumida en la M. I. Municipalidad de Guayaquil, se requieren 4,56 litros para asimilar la carga contaminante producto de su uso¹⁴.

La mayor proporción de la HH de la MIMG proviene del agua requerida para asimilar las aguas residuales de la institución y convertirlas en aguas aptas para agricultura, industrias y abrevaderos de animales.

El análisis por tipo de huella y niveles muestra que el 84 % de la HH de la MIMG corresponde a la administración central, 15 % a las fundaciones y 1 % corresponde a corporaciones y empresas.

¹⁴ Este valor se calculó con base en el análisis de consumo de agua facturada en todos los niveles organizacionales de medición, respecto a la HH gris generada.

Figura 3. Huella hídrica total según nivel y tipo de huella (en m³).



Fuente. *Elaboración propia.*

Se aprecia que la HH gris de la administración central es mayor que la HH total de cualquiera de los otros dos niveles analizados. Esto se debe principalmente a los aportes de las actividades operativas y de servicio de las direcciones y del municipio.



05

Resultado
del cálculo de
huellas del
cantón de
Guayaquil

Para la evaluación de las huellas de Guayaquil, se tomó en cuenta el total de las 22 parroquias, que concentra el 100 % de la población del cantón (ver tabla 1).

Para la evaluación de las huellas de Guayaquil, se tomó en cuenta el total de las 22 parroquias, que concentra el 100 % de la población del cantón.

Huella de carbono

En resumen, los sectores y fuentes de emisión que se tomaron en cuenta para realizar el cálculo de la huella de carbono del cantón de Guayaquil fueron:

Tabla 8. Sectores y fuentes de emisión considerados en la evaluación de la HC

Sectores	Huella de Carbono					
	Fuentes de emisión					
	Energía Eléctrica	GLP	Diésel	Gasolina	Descomposición de residuos	Tratamiento de aguas residuales
Residencial	■					
Industrial	■					
Comercial/Institucional*	■					
Transporte			■			
Residuos					■	

* Incluye alumbrado público para HC.

Fuente. *Elaboración propia.*

Los consumos de combustibles¹⁵ (gasolina, diésel y GLP) fueron estimados con base en información proporcionada por Petroecuador¹⁶. Los consumos de gasolina, diésel y GLP están cuantificados a nivel cantón de Guayaquil.

El consumo de energía eléctrica es el reportado por el CENACE en su informe para el año 2014 para la distribuidora de energía eléctrica CNEL – Guayaquil.

La información relacionada con el manejo de rellenos sanitarios, yWla cantidad y caracterización de los residuos sólidos en la ciudad es la presentada por la empresa administradora del relleno sanitario “Las Iguanas”, Consorcio ILM. La siguiente tabla muestra la información utilizada para los cálculos.

¹⁵ Los combustibles comercializados en Guayaquil contienen mezclas con biocombustibles.

¹⁶ Petroecuador – Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador.

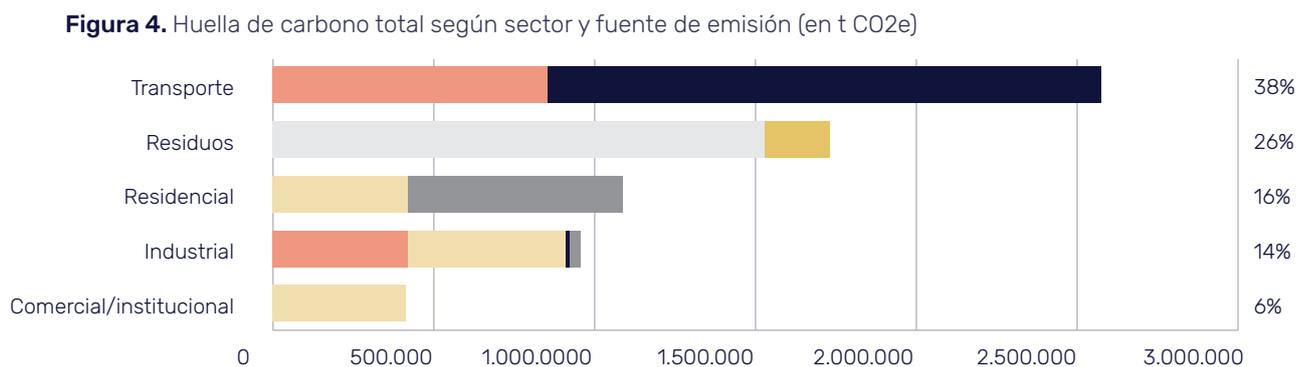
Tabla 9. Consumos de combustibles, energía eléctrica y generación de residuos 2014

Fuente de emisión	Consumo/Generación
Energía eléctrica (kWh)	4.313.260.000
Gas licuado (GLP) residencial/comercial (kg)	212.577.920
Energía eléctrica en alumbrado público (kWh)	126.370.000
Gasolina transporte (gal)	124.686.535
Tratamiento de aguas residuales (m ³ de agua tratada)	111.366.647
Diésel transporte (gal)	85.513.601
Gasolina extra con etanol (gal)	70.524.768
Diésel industrial (gal)	43.039.193
Gas licuado (GLP) industrial (kg)	12.117.200
Residuos (t)	1.465.412
Gasolina industrial (gal)	739.500

Fuente. *Elaboración propia*

El resultado de la huella de carbono del cantón de Guayaquil para la gestión 2014 fue de **6.787.374 t CO₂e**, que representa aproximadamente un 2 % de las emisiones del Ecuador comparadas con lo reportado en su Segunda Comunicación sobre Cambio Climático 2011.

La siguiente figura resume los resultados por sector y fuente de emisión:



	Comercial/institucional	Industrial	Residencial	Residuos	Transporte
● Diésel		429.329			864.565
● Energía eléctrica	417.222	486.000	428.667		
● Gasolina		6.380			1.719.263
● GLP		37.859	666.235		
● Rellenos sanitarios				1.540.747	
● Tratamiento de aguas residuales				192.107	

Fuente. *Elaboración propia.*

El sector más importante en términos de emisión de GEI es el de Transporte, que genera el 38 % del total de la HC de la ciudad, por lo que se recomienda invertir en sistemas de transporte público masivo, la promoción de los modos no motorizados y la conversión a GNV de los automóviles que funcionan actualmente a diésel y gasolina. La gasolina es la principal responsable de las emisiones de este sector (67 % de su huella, y 26 % de la HC total de la ciudad).

El segundo sector emisor de GEI que más contribuye a la huella de la ciudad es el de Residuos, con la disposición de 1.465.412 t de residuos sólidos en el relleno sanitario de “Las Iguanas”. Estas emisiones, sumadas a las emisiones generadas por el tratamiento de 111 millones de m³ de aguas residuales por año, representan el 26 % de la HC total de la ciudad.

El sector Residencial es el tercer contribuyente a la HC total de la ciudad, donde el principal factor de emisión fue el consumo de GLP, con un aporte a la huella del sector de 61 %, seguido del consumo de energía eléctrica (39 %). El GLP es principalmente utilizado en los hogares de Guayaquil para cocinar alimentos.

El sector Industrial es el cuarto más importante respecto a las emisiones de GEI en la ciudad, principalmente por el consumo de energía eléctrica (50 %). La segunda fuente de emisión es el consumo de diésel, 45 % de las emisiones totales que se generan en este sector. Le siguen en importancia el consumo de GLP y gasolina (4 % y 1 %, respectivamente).

Finalmente, está el sector Comercial/Institucional, que tiene como principal fuente de emisión al consumo de energía eléctrica, este consumo representa el 100 % de la huella del sector y el 6 % de la HC total de la ciudad. En este sector, se incluyen las emisiones por fuentes estacionarias dentro de las instituciones públicas, como la municipalidad de Guayaquil y los servicios que brinda. De acuerdo con los lineamientos del GPC, también se incluyen de forma separada las emisiones por consumo de energía eléctrica del alumbrado público de la ciudad. Estas emisiones son el 9 % de la HC del sector; en términos de consumo, el servicio de alumbrado público representa el 3 % del total de la energía eléctrica facturada en toda la ciudad de Guayaquil, y tiene un costo aproximado de USD 16 millones por año, por lo que se recomienda investigar y evaluar opciones de optimizar el consumo energético de este servicio, por ejemplo, a partir del cambio de luminarias tipo LED.

Según datos de Petroecuador, en 2014, se consumieron aproximadamente 69.060.117 galones de diésel para la generación de energía, es decir, aproximadamente 688.896 t CO₂e emitidas a la atmósfera, poco más del 10 % de la huella total del cantón.

El sector más importante en términos de emisión de GEI es el de Transporte, que genera el 38 % del total de la HC de la ciudad, por lo que se recomienda invertir en sistemas de transporte público masivo.

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

Tabla 10. Emisiones por sector (en t CO₂e)

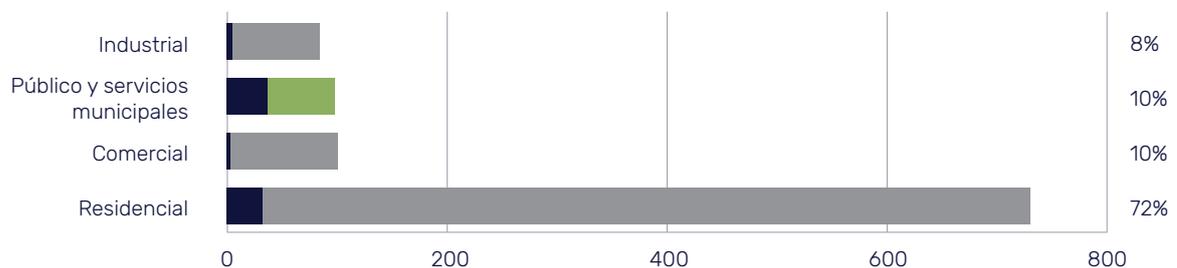
Sector	t CO ₂ e
Transporte	2.583.828
Residuos	1.732.854
Residencial/ Comercial/Institucional	1.511.124
Industrial	959.568
Total	6.787.374

Fuente. *Elaboración propia.*

Huella hídrica

En el caso del agua, la HH del cantón de Guayaquil para la gestión 2014 fue **1.015.055.528 m³**. Este volumen equivale a un volumen suficiente para abastecer de agua potable por 6,6 años a toda la población de Guayaquil, para el cálculo de la huella se ha determinado que se requieren 5,7 litros de agua para asimilar la carga contaminante de cada litro de agua residual que se genera en la ciudad. El mayor aporte es el del sector Residencial.

Figura 5. Huella hídrica total según sector y tipo de huella (en millones de m³)



	Residencial	Comercial	Público y servicios municipales	Industrial
● HH azul	33.108.112	3.477.665	39.146.088	6.360.112
● HH gris	699.680.243	98.007.267	2.826.961	79.966.895
● HH verde			55.482.185	

Fuente. *Elaboración propia.*

Como se puede observar, el aporte del sector Residencial es el más importante, especialmente por la importancia de la HH gris por contaminación de agua subterránea como de agua dulce. Se debe observar también que los sectores Comercial e Industrial están compuestos principalmente por la HH gris, a diferencia del sector público cuya composición combina los tres tipos de HH, con una participación importante de la HH verde.

El análisis por tipo de huella muestra que la composición es: 45 % HH gris en agua subterránea, 42 % HH gris en agua dulce, 8 % HH azul y 5 % HH verde. Esta composición denota que existe una importante carga de contaminantes en los cursos de agua que atraviesan la ciudad.

Como se puede observar, el aporte del sector Residencial es el más importante, especialmente por la importancia de la HH gris por contaminación de agua subterránea como de agua dulce.

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 puedan 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 implementación de vehículos eléctricos. A partir de este ejercicio se buscó facilitar y promover la implementación de proyectos que incluyan 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.

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: 2018, 2025, y 2032, respectivamente.

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.

Huella de carbono

Para el año 2032, las emisiones de GEI proyectadas en un escenario *Business as Usual* (BAU) ascenderían a 10,7 millones t CO₂e, tal como lo muestran los datos de la siguiente tabla:

Tabla 11. Proyección de emisiones por sector (en t CO₂e)

Año	Residencial	Comercial/ Institucional	Residuos	Industria	Transporte	
Total	1.224.320	510.664	1.984.156	953.281	3.051.778	7.724.199
2018	1.224.320	510.664	1.984.156	953.281	3.051.778	7.724.199
2025	1.465.512	676.936	2.563.131	936.740	3.716.511	9.358.830
2032	1.722.347	844.055	2.986.427	913.627	4.269.103	10.735.559

Fuente. *Elaboración propia.*

La Huella de Carbono del cantón de Guayaquil al año 2032 podría ser de 8,7 millones de T CO₂e, es decir se lograría una reducción del 20% de la huella

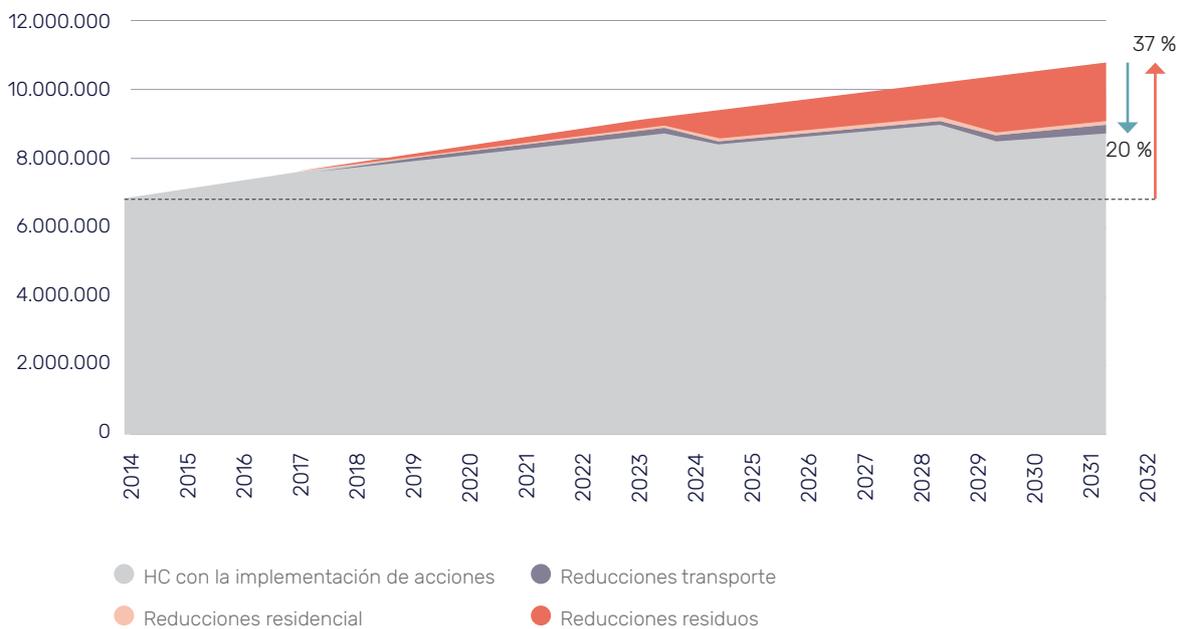
Estas proyecciones fueron realizadas considerando los siguientes aspectos:

- *Transporte*: se asume que las emisiones aumentarán a la par que el crecimiento del parque automotor en el cantón Guayaquil. Según datos del INEC¹⁷ y AEADE¹⁸, en 2014, el parque automotor creció aproximadamente en un 8 %. Se ajustó una curva de crecimiento de tal forma que, para el año 2018, el crecimiento es del 4 %; en 2025, el crecimiento es del 2 %, y para 2032, del 2 %. Para el ajuste de la curva se toma en cuenta la tasa de motorización y las proyecciones de crecimiento del PIB a nivel nacional.
- *Residuos sólidos*: se asume que las emisiones aumentarán a la par del aumento en la tasa de generación de residuos, que se estimó considerando el crecimiento poblacional ajustado con crecimiento del PIB. Para el año 2018 el crecimiento en la tasa de generación interanual es del 4 %, para el año 2023 del 3 % y para el año 2032 del 2 %.
- *Residuos-PTAR*: en el caso del tratamiento de aguas residuales, se considera que la cantidad de emisiones generadas por tratamiento de aguas aumenta en función de las nuevas plantas que se tiene proyectado instalar hasta los años meta. Se tiene planificado implementar dos nuevas plantas de tratamiento: “Las Esclusas” y “Pantano Seco”. Las nuevas plantas de tratamiento aumentarán la cobertura de tratamiento para aproximadamente 1,2 millones de personas, y se estima que aumentarán las emisiones por tratamiento de afluentes de 192.107 a 333.385 t CO₂e entre el año línea base 2014 al año meta 2032. Se asume que en este escenario línea base no están consideradas reducciones por sistemas de quema que se consideran a la hora de evaluar las reducciones.
- *Residencial*: las emisiones en el sector Residencial aumentarán con una tasa similar a la tasa del crecimiento poblacional ajustada al crecimiento del PIB.
- *Comercial/Institucional*: las emisiones en el sector Comercial crecerán al mismo ritmo del crecimiento del PIB.

Considerando el potencial de reducción de los proyectos identificados, la huella de carbono del cantón de Guayaquil al año 2032 podría ser de 8,7 millones de t CO₂e, es decir, se lograría una reducción del 20 % de la huella (2.071.769 t CO₂e, aproximadamente).

¹⁷ Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador. Anuario de Estadísticas de Transporte 2013.

¹⁸ Asociación de Empresas Automovilísticas del Ecuador. Anuario Estadístico 2014.

Figura 6. Potencial de reducción de la huella de carbono del cantón de Guayaquil a 2032

Fuente. *Elaboración propia.*

Las reducciones acumuladas por la aplicación de 10 medidas desde 2014 hasta 2032 suman un total de 13,2 millones t CO₂e. Es importante tomar en cuenta que los 10 proyectos planteados fueron identificados y validados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil en la gestión 2015, con el objetivo principal de estimar el potencial en términos de reducción de huellas.

Realizado el análisis sectorial, se observó que las medidas dentro del sector Residuos tienen mayor potencial de reducción respecto a la HC total proyectada, tal como se muestra en las tablas siguientes. La reducción de emisiones calculada es anual.

Tabla 12. Reducción de emisiones anuales por proyecto del sector Residuos

Sector Residuos	Reducción de emisiones proyectadas (Ton CO ₂ e)		
	2018	2025	2032
Fomento a la Escuelita de Reciclaje	2.897	14.579	27.841
Quema de biogás en rellenos sanitarios	-	557.436	6.815.457
Quema de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales	13.447	923.912	2.854.182
TOTAL	16.344	1.495.927	9.697.480

Fuente. *Elaboración propia.*

Como se mencionó, a nivel general, las medidas en el sector Residuos tienen el mayor potencial de reducción (15 % en relación con las emisiones proyectadas para el año 2032). La medida con mayor potencial es la quema de biogás en rellenos sanitarios, con una reducción del 12 %, seguida de la quema de biogás en plantas de tratamiento, con un 3 % del total de emisiones.

A continuación, se presentan los proyectos del sector de Transporte:

Tabla 13. Reducción de emisiones anuales por proyecto del sector Transporte

Sector Transporte	Reducción de emisiones proyectadas (Ton CO ₂ e)		
	2018	2025	2032
Ampliación de flota de buses articulados para la Metrovía	5.315	78.844	325.119
Ampliación de la infraestructura de ciclovías	30.518	425.225	1.934.784
Promoción del uso de bicicletas en escuelas	450	6.150	16.650
Implementación del día del peatón	3.454	26.567	165.628
TOTAL	39.737	536.786	2.442.181

Fuente. *Elaboración propia.*

En el sector Transporte, se tiene un potencial de reducción del 2,9 % respecto a la huella de carbono total proyectada a 2032, siendo el proyecto de ampliación de la infraestructura de ciclovías el que tiene mayor potencial de reducción de emisiones a 2032.

La siguiente tabla muestra los proyectos considerados en los sectores Residencial, Comercial e Institucional.

Tabla 14. Reducción de emisiones anuales por proyecto en los sectores Residencial, Comercial e Institucional

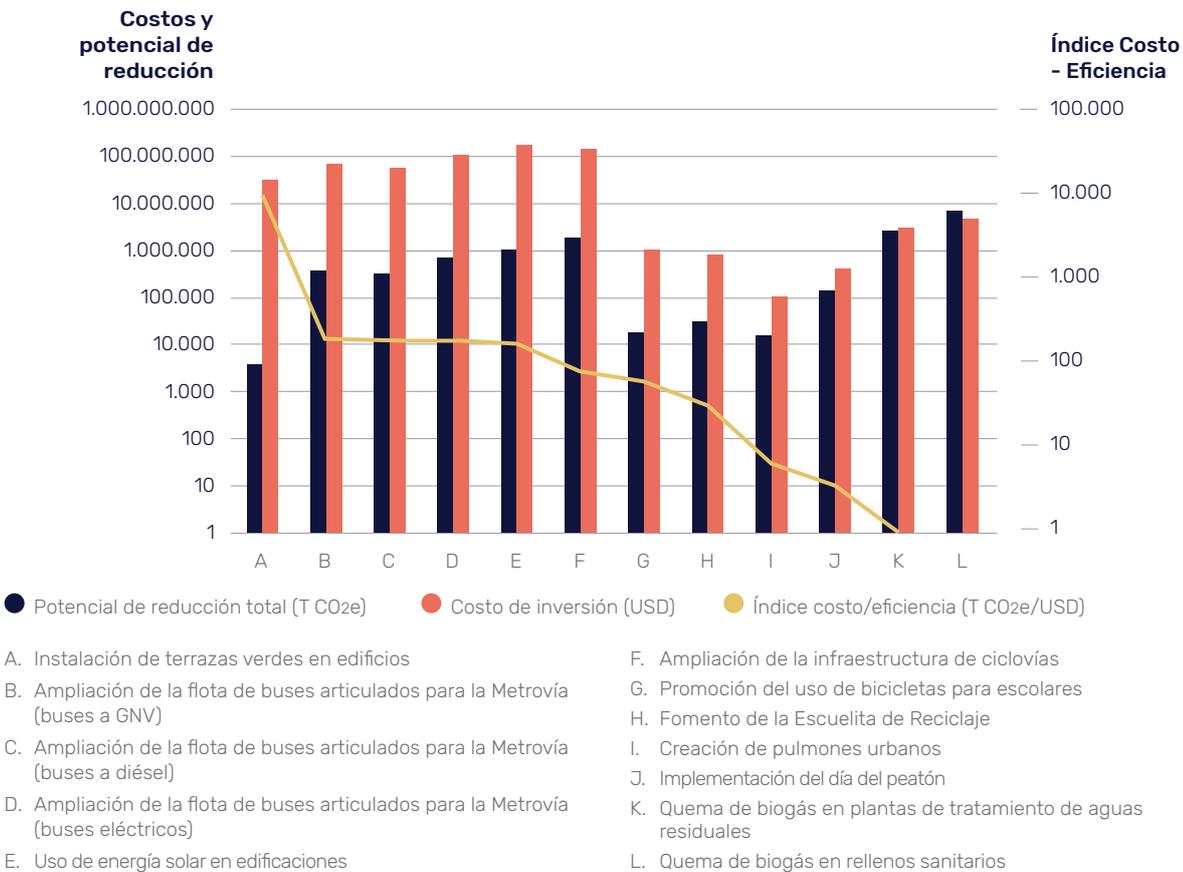
Sectores Residencial, Comercial e Institucional	Reducción de emisiones proyectadas (Ton CO ₂ e)		
	2018	2025	2032
Uso de energía solar en edificaciones	19.275	377.123	1.046.097
Creación de pulmones urbanos	270	4.470	15.558
Instalación de terrazas verdes en edificios	8	513	3.846
TOTAL	19.553	382.106	1.065.501

Fuente. *Elaboración propia.*

Como se puede observar, el proyecto de uso de energía solar en edificaciones es el que tiene mayor potencial de reducción de emisiones en los sectores Residencial, Comercial e Institucional, que fueron agrupados en el plan de acción por tener acciones que pueden ser aplicadas en todos ellos.

Posteriormente, a partir de documentación provista por parte de la MIMG, 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, para poder realizar un análisis de costo-eficiencia, cuyos resultados se muestran en la figura a continuación, y para el cual se utilizaron las reducciones de emisiones acumuladas a 2032:

Figura 7. Costo-eficiencia de acciones con potencial para la reducción de la huella de carbono (emisiones acumuladas a 2032)



Fuente. Elaboración propia.

Respecto al análisis costo-eficiencia, se puede evidenciar en la figura 7 que la acción de quema de biogás en el relleno sanitario es la de menor costo por t CO₂e reducida, por tanto, sería la más costo-efectiva.

En términos de costo-eficiencia, la segunda y tercera acciones más atractivas consisten en quema de biogás en la planta de tratamiento, seguida de la implementación del día del peatón.

Finalmente, entre las acciones con mayor valor costo-eficiencia, que son las que por dólar reducen menor cantidad de emisiones, se encuentran la instalación de terrazas verdes en edificios de los sectores Residencial, Comercial e Institucional, con USD 10.000/t CO₂e, aproximadamente, y la ampliación de la flota de buses articulados para Metrovía.

Considerando el potencial de reducción de todas las acciones planteadas, la huella hídrica de Guayaquil podría reducirse en 777.426.711 m³ a 2032, lo que supone una reducción del 42 % del total proyectado para esa gestión.

Huella hídrica

La huella hídrica proyectada al año 2032 en un escenario BAU asciende a 1.330.873.901 m³, lo que significa un incremento del 24 % a partir de la línea base del año 2014. Para estimar las proyecciones, se utilizaron las siguientes consideraciones:

- **Población:** se espera que el cantón alcance los 1.194.393.395 habitantes en 2025 y 1.330.873.901 en 2032^[19], con una tasa de crecimiento anual de 1,1 % hasta 2016 y una reducción de 0,1 % cada tres años hasta 2032.

En cuanto al resto de las variables sectoriales por medio de las cuales se determinaron los impactos de los distintos sectores, se estimaron las siguientes proyecciones:

- *Comercio:* se espera que el sector Comercial tenga una tasa de crecimiento de 7,5 % anual en el periodo 2015-2017 y una reducción de 0,5 % cada tres años hasta 2032.^[20]
- *Industrial:* se espera que el sector Industrial disminuya (con base en los datos históricos) un 0,1 % anual en el periodo 2015-2017, con una reducción de 0,1 % cada tres años hasta 2032.^[21]
- *Público y Servicios municipales:* se asume que el requerimiento de personal no varía significativamente con los años y, por tanto, la HH mantiene el mismo valor que en 2014.

De acuerdo con esos supuestos, se logró proyectar la HH para los tres periodos de tiempo y se estima que la huella en 2025 alcanzará los 1.194.393.395 m³, y en 2032, los 1.330.873.901 m³, es decir, que a 2032, la HH aumentaría en total un 26 % en un escenario BAU.

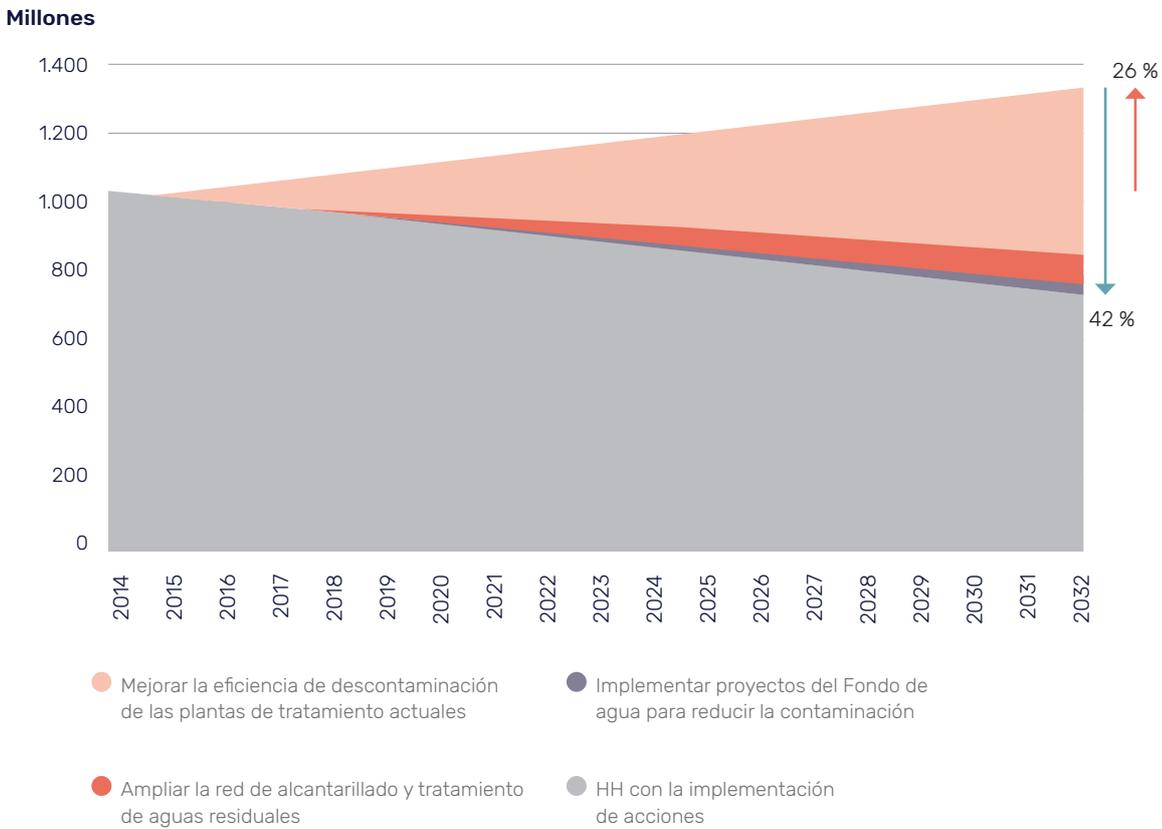
Considerando el potencial de reducción de todas las acciones planteadas, la huella hídrica de Guayaquil podría reducirse en 777.426.711 m³ a 2032, lo que supone una reducción del 42 % del total proyectado para esa gestión.

¹⁹ (Dirección de Ambiente, 2014).

²⁰ (INEC, 2012).

²¹ (Cámara de Industrias Guayaquil, 2014).

Figura 8. Potencial de reducción de la huella hídrica del cantón de Guayaquil



Fuente. *Elaboración propia.*

A continuación, se describen las acciones planteadas como parte del plan de acción, que fueron identificadas y validadas por las unidades de la MIMG.

Acciones transversales:

Se identificaron acciones que afectan todos los sectores para la reducción de la huella hídrica, por tanto, se las denominó “transversales”, y responden a tres áreas estratégicas:

- Eficiencia en el abastecimiento de agua potable.
- Red de alcantarillado sanitario.
- Tratamiento de aguas residuales.

Las siguientes tablas brindan un mayor detalle de cada proyecto.

Tabla 15. Potencial de reducción de la medida de abastecimiento de agua potable

Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada	Potencial de reducción del agua facturada	
			m ³	%
Sustitución de tuberías de red de abastecimiento	2018	Mejora el análisis de sostenibilidad de la HH aumentando la disponibilidad de agua.	896.723	0,55
	2025		1.376.785	0,75
	2032		2.049.236	1,0

Nota: El porcentaje se calcula en función del total de agua facturada.

Fuente. *Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.*

Tabla 16. Potencial de reducción de las medidas de la red de alcantarillado sanitario

Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada	
		m ³	%
Ampliar la red de alcantarillado	2018	1.862.597	0,40
	2025	2.943.379	0,56
	2032	3.534.640	0,60
Reemplazar tuberías de alcantarillado sanitario que han cumplido su tiempo de vida	2018	1.707.381	0,37
	2025	3.504.023	0,67
	2032	5.236.504	0,90

Fuente. *Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.*

Tabla 17. Potencial de reducción de las medidas de tratamiento de aguas residuales

Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada	
		m ³	%
Tratamiento y mejora en la calidad de aguas residuales	2018	84.736.784	9,15
	2025	266.918.619	25,38
	2032	493.271.847	41,60

Fuente. *Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.*

A nivel general, las acciones con mayor potencial de reducción de la HH involucran a todos los sectores del cantón de forma transversal e implican la mejora de la calidad de agua descontaminada en las plantas de tratamiento antes de su vertido final y la implementación del alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales, con un potencial de reducción del 99 % respecto al potencial total. En el restante 1 %, se encuentran las acciones específicas para los sectores que serán descritas a continuación.

Las acciones de este sector están orientadas a la gestión de la huella hídrica, a través de la recirculación de agua residual descontaminada en las plantas de tratamiento.

Sector Residencial:

Se consideraron acciones que tienen impacto de reducción de la huella hídrica del sector Residencial del cantón. Las acciones están orientadas a la gestión de demanda de agua potable, a través de la implementación de artefactos de bajo consumo en baños.

Tabla 18. Potencial de reducción de las medidas de eficiencia en el uso de agua potable – gestión de la demanda

Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada		Potencial de reducción del agua facturada	
		m ³	%	m ³	%
Reemplazar duchas por artefactos de bajo consumo	2018	23.114	0,07	3.337.201	3
	2025	71.366	0,19	10.304.015	7
	2032	122.239	0,32	17.649.201	12
Reemplazar grifos por artefactos de bajo consumo	2018	770	0,002	1.112.400	1
	2025	2.379	0,006	3.434.672	2
	2032	4.075	0,011	5.883.067	4
Reemplazar inodoros por artefactos de bajo consumo	2018	23.114	0,07	3.337.201	3
	2025	71.366	0,19	10.304.015	7
	2032	122.239	0,32	17.649.201	12

Fuente. Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.

Como se mencionó anteriormente, estas acciones tienen un aporte muy poco significativo a la reducción de la HH del cantón, sin embargo, tienen un impacto muy alto en la reducción de agua facturada.

Sector público y servicios municipales

Las acciones de este sector están orientadas a la gestión de la huella hídrica, a través de la recirculación de agua residual descontaminada en las plantas de tratamiento, para su uso en el riego de áreas verdes y limpieza de calles e hidrolavado de mercados, así como a la implementación de proyectos del Fondo de Agua de Guayaquil²².

²² El Fondo del Agua para Guayaquil busca establecer una hoja de ruta con planes de remediación para controlar la erosión de sus riberas, fomentar el uso racional del agua, controlar su contaminación, recuperar áreas forestales degradadas y establecer programas de educación ambiental y buenas prácticas. El primer proyecto que se implementará es "Control de inundaciones, reforestación, monitoreo y prevención en la cuenca del río Daule".

Tabla 19. Potencial de reducción de las medidas del sector público y servicios municipales

Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada	
		m ³	%
Recircular aguas residuales tratadas	2018	583.728	0,7
	2025	1.675.623	1,9
	2032	2.828.502	3,2
Implementar proyectos del Fondo de agua	2018	1.825.100	0,2
	2025	5.749.016	0,5
	2032	10.624.317	0,9

Fuente. *Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.*

Sector Industrial

Las acciones están orientadas a la gestión de la huella hídrica, a través de actividades relacionadas con el tratamiento de agua residual por cada industria, antes del vertido a los cuerpos de agua subterránea y superficial, en cumplimiento de la norma.

Tabla 20. Potencial de reducción de medidas de tratamiento de agua residual de industrias

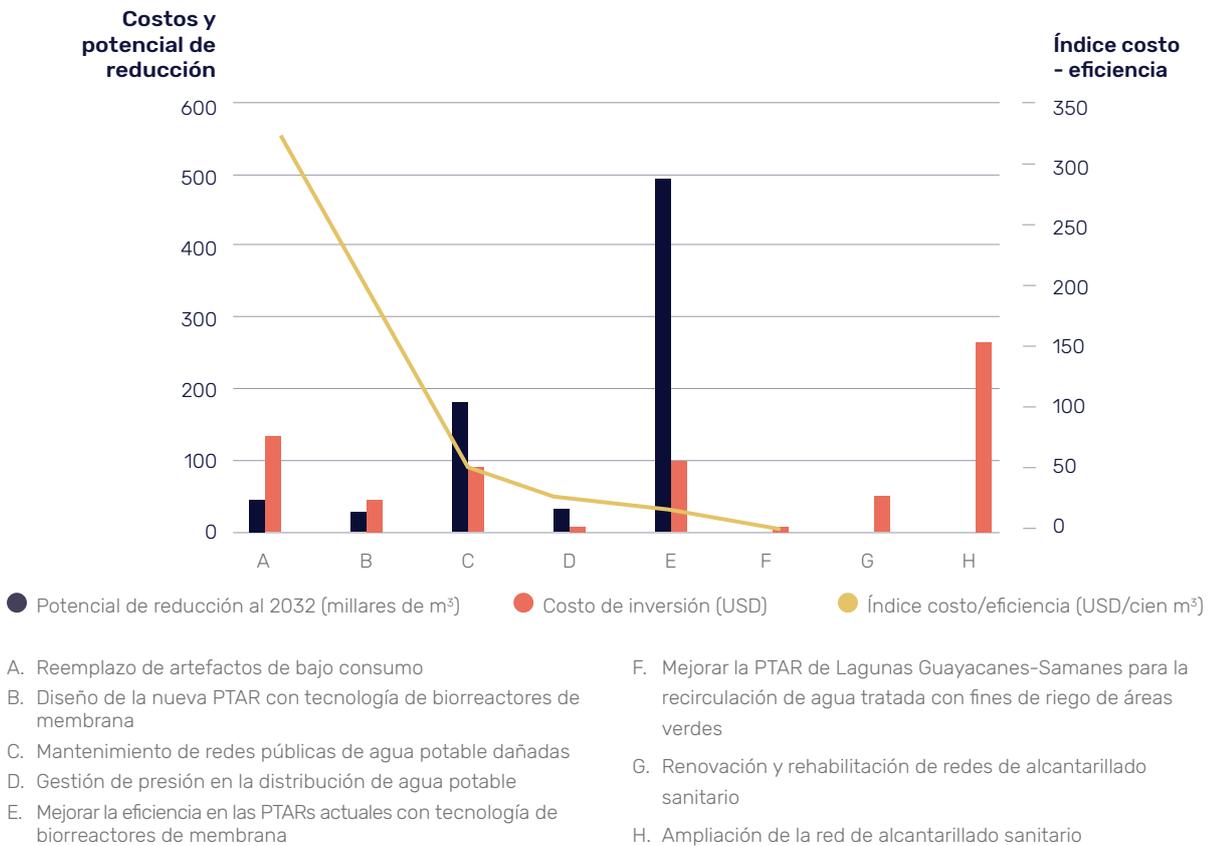
Acción	Año	Potencial de reducción de la HH proyectada	
		m ³	%
Tratar agua residual proveniente de las industrias	2018	671.319	1
	2025	1.927.058	2
	2032	43.028.483	4

Fuente. *Elaboración propia a partir de información proporcionada por la MIMG.*

Se debe considerar que, aunque la norma establece la prohibición para el vertido de agua residual industrial, esta medida debe ser implementada a través de un mecanismo de incentivo y/o castigo para lograr que se cumpla con efectividad. Como parte del Proyecto Huella de Ciudades, la MIMG implementó un proyecto piloto de premiación a las empresas e industrias que cumplan con medidas de sostenibilidad. Este tipo de proyectos puede ser replicado y sirve como un ejemplo para la implementación de mecanismos complementarios que aseguren la continuidad y éxito de la medida.

Al igual que para la huella de carbono, se realizó una estimación de los costos de implementación de cada proyecto, que permitió hacer un análisis de costo-eficiencia con el fin de conocer los proyectos de mayor impacto al menor costo. Los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 9. Costo-eficiencia, potencial de reducción y costo de las acciones de reducción HH.



Fuente. *Elaboración propia.*

Como se puede observar, la medida con mayor potencial de reducción de HH proyectada al año 2032 es mejorar la capacidad de descontaminación en las plantas de tratamiento ya existentes, seguida del mantenimiento de redes públicas de abastecimiento de agua potable (para reducir fugas) y el reemplazo de artefactos de bajo consumo en el sector Residencial, remarcando que todas estas medidas son complementarias para la efectiva reducción de la HH.

En cuanto al índice de costo-eficiencia, se observa que el reemplazo de artefactos de bajo consumo en el sector Residencial es la opción más costosa en relación con el impacto que podría generar en términos de reducción de HH. Por el contrario, las medidas más costo-eficientes para la mejora de la demanda de agua respecto al costo son el mantenimiento de redes públicas de agua potable dañadas, que ocasionan filtraciones y, por tanto, un alto grado de pérdidas de agua dulce que no es aprovechada, la gestión de la presión en la distribución de agua y la mejora en la eficiencia las PTAR con tecnología de biorreactores de membrana y su posterior recirculación para uso en riego de áreas verdes.

07_

Proyectos piloto

En coordinación con la MIMG, se eligieron e implementaron tres proyectos piloto de reducción de huellas:

- Aplicaciones para celular para el cálculo de huellas personales.
- Escuelas sostenibles.
- Reestructuración del Galardón Ambiental Guayas y Quil, antes denominado “Premio a la ecoeficiencia empresarial”.

A continuación, se brinda un pequeño resumen de cada proyecto piloto.

Aplicaciones para celular para el cálculo de huellas personales: las calculadoras de huellas se hicieron considerando las preguntas y términos de familiaridad de los residentes de Guayaquil. Los cálculos consideran factores de emisión y variables de cálculo propios de la ciudad.

Las calculadoras de huella de carbono y huella hídrica fueron inicialmente desarrolladas en Excel y posteriormente se programaron en sistemas Android e iOS. Finalmente, se subieron las aplicaciones en la tienda de Google (PlayStore) y de Apple (App Store), y se encuentran disponibles bajo el nombre de “Guayaquil OndaEcoC” para la huella de carbono y “Guayaquil OndaEcoH” para la huella hídrica. Tanto el diseño como el nombre fueron coordinados directamente con la municipalidad.

Las aplicaciones (apps) para celular que calculan las huellas personales le permitirán a la municipalidad de Guayaquil contar con herramientas de comunicación que le faciliten llegar a la población y sensibilizarla sobre la problemática del cambio climático. Dichas herramientas fueron lanzadas públicamente en el evento de presentación de resultados realizado en mayo de 2016.

Las aplicaciones (apps) para celular que calculan las huellas personales le permitirán a la municipalidad de Guayaquil contar con herramientas de comunicación que le faciliten llegar a la población y sensibilizarla sobre la problemática del cambio climático.

Ilustración 3. Aplicación (app) para calcular la huella de carbono



Fuente. *Elaboración propia.*

Ilustración 4. Aplicación (app) para el cálculo de la huella hídrica



Fuente. *Elaboración propia.*

Ilustración 5. Códigos QR para descargar apps

Para calcular tus Huellas descarga gratis la aplicación Guayaquil OndaEco_h y Guayaquil OndaEco_c desde tu App Store o desde Play Store:



Fuente. *Elaboración propia.*

Escuelas sostenibles. El objetivo de este proyecto es apoyar el proceso de difusión y sensibilización sobre la temática de cambio climático y gestión de huella de carbono y huella hídrica en centros educativos del cantón de Guayaquil, a través de una plataforma en línea que funcione como un instrumento didáctico y pedagógico.

Para ello, se elaboró el diseño de la plataforma en formato Excel y se creó la estructura sobre la cual se apoyará su funcionamiento. Posteriormente, el diseño gráfico de la plataforma fue elaborado por la municipalidad de Guayaquil bajo el nombre de “OndaEco”.

La elaboración de las calculadoras de medición de huellas se realizó considerando para las preguntas términos de familiaridad de los estudiantes y personal administrativo de los centros educativos de Guayaquil. Los cálculos consideran factores de emisión y variables propios de la ciudad. Todos los supuestos utilizados en los cálculos y las fuentes bibliográficas que los respaldan fueron incluidos en la página web del Proyecto Huella de Ciudades.

Ya se realizó la programación del contenido de la plataforma en código web; la misma se encuentra en línea y abierta al uso de todos los centros y estudiantes del cantón de Guayaquil, en el siguiente enlace: <http://huelladeciudades.com/calculadorasguayaquil/index.html>

Ilustración 6. Plataforma de Escuelas Sostenibles



Fuente. <http://huelladeciudades.com/calculadorasguayaquil/index.html>

Se implementó una plataforma web para facilitar el acceso al concurso a toda la población y se modificó el alcance del premio, que ahora consta de dos categorías: distinción a empresas sostenibles e incentivo a iniciativas sostenibles.

Reestructuración del Galardón Ambiental Guayas y Quil. El objetivo del proyecto fue reestructurar el Premio Municipal a la Ecoeficiencia de Guayaquil, de modo que la M.I. Municipalidad de Guayaquil pudiera hacerse cargo de forma directa, y se incrementara la participación de las empresas productoras de bienes y/o servicios y otros actores de la ciudad en la realización de esfuerzos para preservar y conservar el medioambiente. Asimismo, se implementó una plataforma web para facilitar el acceso al concurso a toda la población y se modificó el alcance del premio, que ahora consta de dos categorías: distinción a empresas sostenibles e incentivo a iniciativas sostenibles.

La plataforma en línea se encuentra en la siguiente dirección:
<http://galardonambientalgye.com/>

Ilustración 7. Plataforma Galardón Ambiental Guayas y Quil



Fuente. *Elaboración propia*

Adicionalmente a las actividades de difusión mediante la página web oficial de la municipalidad y de la Dirección de Ambiente, se realizó un evento de presentación ante medios de difusión masiva, que contó con la participación de la vicealcaldesa de Guayaquil Doménica Tabacchi.

08

Actividades de comunicación

El objetivo de esta actividad fue principalmente visibilizar las acciones de la M.I. Municipalidad de Guayaquil relacionadas con la gestión local del cambio climático y facilitar el intercambio de conocimientos con gobiernos municipales de otras ciudades, rescatando experiencias exitosas y lecciones aprendidas que puedan aportar al diálogo sobre la transición hacia modelos de desarrollo bajo en carbono y resiliente en Guayaquil. También se quiso resaltar el compromiso y el liderazgo de la ciudad de Guayaquil en cuanto a temáticas ambientales.

Se promovió la participación de la municipalidad en eventos de envergadura internacional, como, por ejemplo, el foro “Compromisos de ciudades latinoamericanas para transitar de la planificación a la acción climática”, organizado por CAF en el marco de la cumbre Hábitat III, que se realizó en octubre de 2016 en la ciudad de Quito, Ecuador.

Además, en el marco del Proyecto Huella de Ciudades, se promovieron eventos de intercambio de experiencias exitosas entre las 11 ciudades participantes del proyecto, en un evento organizado en paralelo a Hábitat III, con el propósito de que Guayaquil visibilizara las acciones que está implementando y está planificando a futuro, conociera experiencias exitosas de proyectos de reducción de huellas en otras ciudades, y pudiera transmitir sus lecciones aprendidas y experiencias exitosas a otros. Adicionalmente, se gestionaron reuniones con ejecutivos de negocios CAF para analizar oportunidades de financiamiento.

Una actividad de comunicación importante fue el lanzamiento oficial de los aplicativos para celular, la cual se realizó en el marco de un evento público de presentación de resultados de las huellas, con la participación del alcalde de la Ciudad.

En el marco del Proyecto Huella de Ciudades, se promovieron eventos de intercambio de experiencias exitosas entre las 11 ciudades participantes del proyecto

09

Redes y alianzas

Un aspecto importante de resaltar es la promoción a nivel internacional de la ciudad de Guayaquil, que se logró con el cálculo de sus huellas, por ejemplo, a través de la facilitación de su vinculación con redes, grupos y alianzas internacionales que giran en torno a la temática de ciudades y tienen importante incidencia en el área de cambio climático y otros asuntos ambientales. Esto ha permitido incrementar la visibilidad y reconocimiento internacional de la ciudad en cuanto a una actitud proactiva hacia el cambio climático y, también, abrir la posibilidad de que se establezcan alianzas estratégicas que coadyuven a mejorar los esfuerzos de cada ciudad en la reducción de sus huellas y la difusión de los resultados del proyecto a nivel internacional.

Por otro lado, el apoyo que recibió Guayaquil para desarrollar su inventario de carbono con base en la metodología GPC le ha permitido cumplir con los requerimientos del Compacto de Alcaldes en temas de mitigación. Es importante mencionar que Guayaquil ya firmó el compromiso del Compacto de Alcaldes, y con los nuevos indicadores de huellas y el plan de acción, se está promoviendo que la ciudad avance en los niveles de cumplimiento.

En la municipalidad, también se han fortalecido la vinculación y el establecimiento de sinergias entre las secretarías, direcciones y unidades de la misma prefectura. Para la obtención de información para el cálculo de línea base de las huellas y la elaboración del plan de acción, se involucraron varias direcciones mediante la Dirección de Medio Ambiente (responsable de la implementación del proyecto) y a otros sectores y empresas.

Guayaquil ya firmó el compromiso del Compacto de Alcaldes, y con los nuevos indicadores de huellas y el plan de acción, se está promoviendo que la ciudad avance en los niveles de cumplimiento.

10

Creación de
capacidades
en la MIMG

Como parte de la implementación del proyecto, se han creado las capacidades técnicas necesarias dentro de la MIMG para que puedan gestionar sus propias huellas en el futuro, a través de un proceso constante de capacitación sobre las metodologías empleadas y de transferencia completa de las herramientas de cálculo adecuadas a las condiciones específicas de la ciudad, con sus respectivos manuales de uso, guías y tutoriales, lo que permitirá asegurar la sostenibilidad del cálculo de las huellas como instrumentos de monitoreo y evaluación de emisiones de GEI y uso de agua en gestiones posteriores.

Como parte del proceso de construcción de capacidades a personal de la municipalidad, se puso a su disposición una *toolbox* o caja de herramientas del Proyecto Huella de Ciudades, que tiene por objetivo concentrar los principales productos entregables del proyecto (informes de cálculo de huellas, manuales, resúmenes, herramientas de cálculo y monitoreo -en lenguaje de programación Delphi, entre otros) en un formato amigable y sencillo.

Como parte del proceso de construcción de capacidades a personal de la municipalidad, se puso a su disposición una toolbox o caja de herramientas del Proyecto Huella de Ciudades, que tiene por objetivo concentrar los principales productos entregables del proyecto en un formato amigable y sencillo.

Ilustración 8. Tool box de Huella de ciudades



Fuente. Elaboración propia

La proactividad del equipo técnico de la municipalidad les llevó a actualizar su inventario de emisiones para la gestión 2015, con ayuda de las herramientas que fueron desarrolladas y transferidas en el marco del proyecto, y con apoyo técnico del equipo de SASA.



Logros, lecciones y desafíos

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

Tabla 20. Principales logros, lecciones y desafíos del proyecto en Guayaquil

<p>Logros obtenidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incidencia positiva en los discursos del alcalde Jaime Nebot y el fortalecimiento de su compromiso a nivel internacional y local con temas de cambio climático. • La inclusión de la variable climática en las políticas, programas y proyectos de la MIMG. • La vinculación de Guayaquil con redes, grupos y alianzas internacionales (por ICLEI, CDP y el Pacto de los Alcaldes), además de otras ciudades de la región con similares problemáticas y desafíos. • Inclusión de los indicadores de las huellas en la planificación estratégica de la municipalidad. • Fortalecimiento del compromiso del alcalde y la MIMG para reducir las huellas de su propia institución a partir de compromisos asumidos. • La creación de capacidades locales dentro de la municipalidad. • El fortalecimiento de la sensibilización y participación ciudadana en temas de cambio climático, por ejemplo, a través del desarrollo de las aplicaciones de cálculo de huella de carbono para celular.
<p>Lecciones aprendidas y recomendaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La necesidad del compromiso y de la voluntad política al más alto nivel es clave para iniciar la transformación de la ciudad a una ciudad ecoeficiente. • La implementación de un sistema de gestión de datos centralizado dentro de la municipalidad es necesaria para facilitar las siguientes evaluaciones de las huellas. • La información generada con el proyecto sienta las bases para la elaboración de nuevas políticas públicas municipales de cambio climático. Se recomienda compartir esta información con otras instancias de la MIMG, por ejemplo, con la Dirección de Planificación, también se recomendó establecer un comité interno de cambio climático. • Los proyectos demostrativos piloto son importantes para mostrar los resultados en acciones prácticas y crean sinergias entre actores. • El fortalecimiento de los sistemas de información de la municipalidad y de la ciudad respecto al consumo de recursos (agua, energía, combustibles) es fundamental a la hora de calcular las huellas.
<p>Desafíos a futuro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular periódicamente la evolución de las huellas y verificar el impacto de sus proyectos en la reducción de emisiones y mejor gestión del agua. • Desarrollar estudios de factibilidad y diseño final para los principales proyectos de reducción de huellas. • Identificar mecanismos innovadores de captación de financiamiento. • Involucrar al sector privado en proyectos de reducción de huellas de la ciudad, por ejemplo, en el marco de mecanismos de compensación de emisiones con el sector financiero. • Mantener la vinculación y el intercambio de experiencias entre las ciudades participantes del proyecto.

Fuente. *Elaboración propia.*

