



# Impactos ambientales de la sustitución de vehículos de transporte colectivo urbano en América Latina





## **Impactos ambientales de la sustitución de vehículos de transporte colectivo urbano en América Latina.**

### **Autores:**

Eduardo A. Vasconcellos (coordinador)

Olimpio M. Álvares (estructuración técnica)

Adolfo Mendonça (asesoría técnica)

### **Editor:**

Lina Marcela Quiñones

Laura Iguavita

[Despacio.org](http://Despacio.org)

### **Diseño Gráfico:**

Claudio Olivares Medina

[Despacio.org](http://Despacio.org)

### **Cita sugerida (formato APA):**

Vasconcellos, E. A., Álvares, O. M., & Mendonça, A. (2018). *Impactos ambientales de la sustitución de vehículos de transporte colectivo urbano en América Latina*. Caracas. Recuperado a partir de [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)

© 2018 Corporación Andina de Fomento.

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 publicación puede descargarse gratuitamente en [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)**





# CONTENIDOS

1. CONTEXTO	9
2. OBJETIVO	11
3. METODOLOGÍA	11
Factores de emisión	11
Factores de emisión de vehículos actuales	12
Factores de emisión de vehículos nuevos	15
4. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES FUTURAS Y SUS POSIBLES REDUCCIONES	18
Ciudades hispanoamericanas	19
Datos detallados por área metropolitana - hispanoamérica	20
Ciudades de Brasil	49
Datos detallados por área metropolitana - Brasil	50
El impacto por clase de vehículo	66
5. COSTOS DE LA SUSTITUCIÓN	68
6. CONCLUSIÓN	70
REFERENCIAS ADICIONALES	71
ANEXOS	71
Directrices del Escenario Radical de Sustitución de Flota	71
Costos de los vehículos	76



## 1. CONTEXTO

Uno de los temas más importantes que ha sido documentado en el OMU (Observatorio de Movilidad Urbana) de CAF – Banco de desarrollo de América Latina se refiere a los vehículos utilizados en el sistema regular de transporte

colectivo. Hay una gran diversidad de modelos y nivel de calidad, así como de tipos de energía utilizados. En el 2014, en las 29 áreas metropolitanas, se utilizaban 379.470 vehículos de neumáticos, de acuerdo con la Tabla 1.

**Tabla 1: Vehículos de transporte colectivo en neumáticos, 29 áreas metropolitanas de América Latina, 2014**

AM	Taxis colectivos	Jeeps	Combi/vans	Microbús	Autobús básico	Autobús Articulado	Autobús biarticulado
Barranquilla	961			23	1.201	25	
Belo Horizonte				697	6.403	439	
Bogotá				8.408	3.880	1.454	312
Brasilia			676	412	2.322	58	
Buenos Aires			1.711		18.498	52	
Cali				306	519	535	
Caracas		5.099	273	10.964	1.328	50	
Ciudad de México			73.583	35.172	8.863	348	41
Curitiba				342	1.756	547	304
Florianópolis					970	77	
Guadalajara					5.247	41	
León					1.566	103	
Lima	2.523		51.733	18.453	3.120	288	
Manaos				16	2.087	218	
Medellín				574	2.827	24	
Montería	16			151	119		
Montevideo					1.528		
Panamá				1.753	1.236		
Pereira	45				532	86	
Porto Alegre					4.562	332	
Quito					2.531	348	
Recife				56	3.467	328	
Río de Janeiro				1.526	14.878	552	
Rosario					766	4	
Salvador				549	3.628	12	
San José					1.860		
Santa Cruz de la Sierra	7.026		4.399	3.765	10		
Santiago	13.302			1.626	5.080	1.433	
São Paulo				7.061	14.167	2.150	347
<b>Total</b>	<b>23.873</b>	<b>5.099</b>	<b>132.375</b>	<b>91.854</b>	<b>114.951</b>	<b>9.504</b>	<b>1.004</b>

Hay ocho categorías de vehículos con capacidades que varían entre cinco pasajeros (taxi colectivo) y 189 pasajeros (ómnibus bi-articulado). Además de la variedad de vehículos, también existen variaciones en cuanto a la energía em-

pleada (Tabla 2). Se puede observar la utilización de combustibles y formas de energía como gasolina, diésel, GLP, GNV y electricidad (trolebús).

**Tabla 2: Tipos de energía en vehículos de transporte colectivo en neumáticos, 29 áreas metropolitanas de América Latina, 2014**

Área metropolitana	Gasolina	Diésel	GLP	GNV	Eléctrico
Barranquilla	•	•	•	•	
Belo Horizonte		•			
Bogotá	•	•	•		
Brasilia	•	•	•		
Buenos Aires		•			
Cali	•	•		•	
Caracas	•	•			
Ciudad de México	•	•	•	•	
Curitiba		•			
Florianópolis		•			
Guadalajara		•			•
León		•			
Lima	•	•	•	•	
Manaos		•			
Medellín	•	•		•	
Montería		•			
Montevideo		•			
Panamá		•			
Pereira		•			
Porto Alegre		•			
Quito		•			•
Recife		•			
Río de Janeiro	•	•			
Rosario		•			•
Salvador	•	•			
San José		•			
Santa Cruz de la Sierra	•	•			
Santiago	•	•			
São Paulo		•			•

Al respecto de los vehículos, hay mucha preocupación en lo referente a la seguridad, pues en muchos casos se trata de unidades precarias y de muy baja calidad. Existen casos en que son manufacturados en áreas periféricas de las ciudades. De forma similar, muchos vehículos tienen niveles muy altos de emisión de contaminantes y de gases de efecto invernadero.

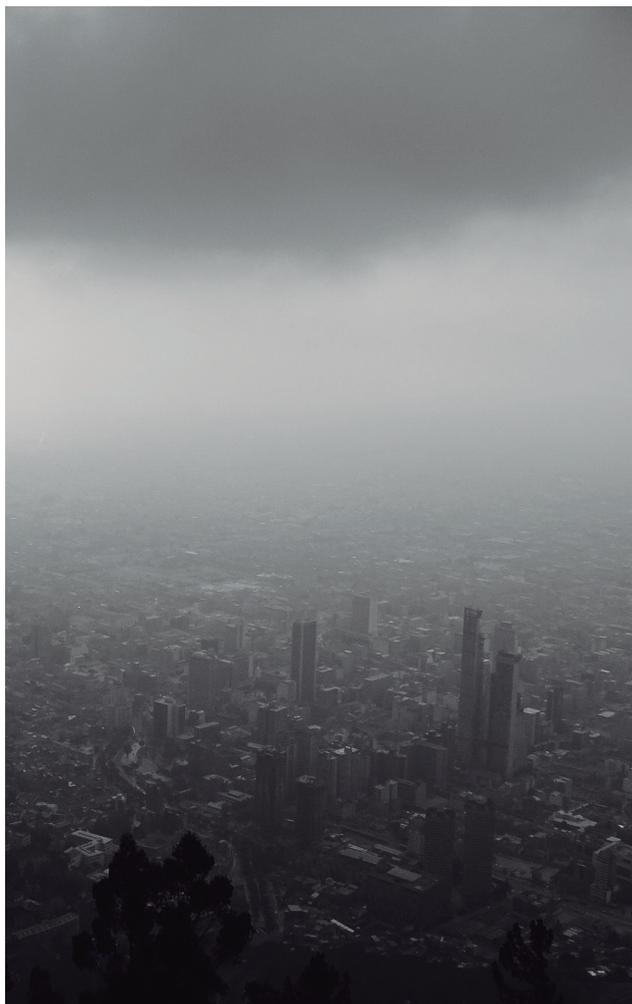
Los contaminantes resultantes de la operación de vehículos motorizados tienen impactos importantes sobre la salud humana; especialmente los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno y las partículas finas y ultrafinas los cuales están asociados con mortalidad prematura, enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Por ejemplo, la exposición prolongada a MP 2.5 se asocia con enfermedades crónicas en adultos incluida cardiopatía isquémica, cáncer de pulmón y enfermedades cerebrovasculares, así como infecciones respiratorias en niños (Chambliss, 2013 et al.). Por esto, en las últimas décadas se han llevado a cabo estudios sobre las formas de reducir o eliminar la emisión de estos contaminantes en los vehículos motorizados. Los estudios, en su mayoría, se han concentrado en los vehículos livianos como automóviles y motocicletas. En otros casos, se han analizado los vehículos pesados que utilizan diésel como combustible, tales como camiones y ómnibuses. En este caso, este estudio se concentrará en los vehículos de transporte colectivo, tanto de carga liviana como de alta capacidad.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es analizar la posibilidad de sustitución de la flota de vehículos de transporte colectivo existente por una nueva, con mayor calidad y seguridad, y que utilice formas de energía más adecuadas para cada país.

Detrás de este objetivo hay una pregunta central: ¿sería posible que un conjunto de vehículos de transporte colectivo en neumáticos pudiera atender a las necesidades de todos los países de América Latina y que resultara en un transporte más cómodo, asequible, seguro y ambientalmente saludable?

La metodología propuesta intenta calcular el impacto en el consumo de energía y la reducción de emisiones para cada área metropolitana en algunas ciudades de Latinoamérica. Para hacer esta estimación, se definieron los nuevos vehículos y sus formas de energía, a partir de estudios técnicos de calidad y disponibilidad. Para el escenario futuro se planteó una estrategia “radical”, de maximización de la reducción de emisiones, respetando los límites de sustitución de los vehículos por tecnologías disponibles en el área y con costo soportable por las ciudades (ver el anexo A para más detalle).



## 3. METODOLOGÍA

### FACTORES DE EMISIÓN

La flota existente en las ciudades ha sido clasificada y cuantificada por los técnicos involucrados en el estudio, para la atribución de sus respectivos factores típicos de emisión. Se obtuvo inicialmente una relación entre la edad de los vehículos y la clase “euro” de sus motores. Después, se identificaron los coeficientes de emisión estimados por la EEA – European Environmental Agency, denominada “Copert” –, que define factores de emisión de referencia de

contaminantes y de consumo de energía para varios tipos de vehículos y que actualmente se usan en todo el mundo ([www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)). Los factores de emisiones empleados se expresan en gramos por kilómetro y la simulación de sus emisiones anuales fue realizada con base en una distancia recorrida promedio anual de 75.000 km.

En la sección de Factores de Emisión de Vehículos Actuales se presentan los coeficientes de emisión utilizados

para este estudio. La variación entre estos valores se explica debido a las condiciones del tránsito, la topografía de las áreas recorridas por los buses, la forma de conducción de los vehículos y la cantidad de pasajeros. Sin embargo, no es posible tener datos detallados de todas las ciudades y,

así como en la mayoría de los estudios sobre el tema, se utilizaron factores promedio por clase de vehículo, según se describe a continuación. Los impactos de la sustitución de la flota fueron medidos usando factores de emisión “Cop-ert” y la misma distancia anual de recorrido de 75.000 km.

## FACTORES DE EMISIÓN DE VEHÍCULOS ACTUALES

En esta sección se presentan los factores utilizados para estimar las emisiones totales de la flota actual. Estos factores se muestran para los cuatro contaminantes criterio elegidos (monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC),

óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (PM)), además del CO<sub>2</sub>. Sumado a esto, cada categoría vehicular se especifica el tipo de combustible y la tecnología.

**Tabla 3: Factores de emisión actuales de microbuses**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/Km)	FE HC (g/Km)	FE NOx (g/Km)	FE MP (g/Km)	FE CO <sub>2</sub> (g/Km)
Diésel	Hasta Euro 2	0,902	0,207	5,50	0,1040	790,0
	Euro 3	0,972	0,189	4,30	0,0881	790,0
	Euro 4	0,071	0,008	2,65	0,0161	790,0
	Euro 5	0,071	0,008	1,51	0,0161	790,0
Gasolina	-	72,24	10,4	4,9	0,02	647,0
GNV	-	6	0	3	0,01	851,0
GLP	-	10	0	2,8	0,01	851,0

**Tabla 4: Factores de emisión actuales de autobuses estándar**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/Km)	FE HC (g/Km)	FE NOx (g/Km)	FE MP (g/Km)	FE CO <sub>2</sub> (g/Km)
Diésel	Hasta Euro 2	2,440	0,463	10,70	0,2200	1168,0
	Euro 3	2,670	0,409	9,38	0,2070	1168,0
	Euro 4	0,223	0,022	5,42	0,0462	1168,0
	Euro 5	0,223	0,022	3,09	0,0462	1168,0
Gasolina	-	72,24	10,40	4,90	0,02	952,0
GNV	-	24	0	5,7	0,02	840,0

**Tabla 5: Factores de emisión actuales de autobuses estándar GNV**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
GNV	Euro 3	1	0,052	10	0,01	1.251,0

**Tabla 6: Factores de emisión actuales de autobuses Padrón**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel	Hasta Euro 2	2,440	0,463	10,7	0,22	1.643,0
	Euro 3	2,670	0,409	9,38	0,207	1.643,0
	Euro 4	0,223	0,022	5,42	0,0462	1.643,0
	Euro 5	0,223	0,022	3,09	0,0462	1.643,0

**Tabla 7: Factores de emisión actuales de autobuses articulados Diésel/GNV**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel	Hasta Euro 2	2,44	0,463	10,7	0,22	2.072
	Euro 3	2,67	0,409	9,38	0,207	2.072
	Euro 4	0,223	0,022	5,42	0,0462	2.072
	Euro 5	0,223	0,022	3,09	0,0462	2.072
GNV	Euro 3	1	0,052	10	0,01	1.576
	EEV	1	0,045	2,5	0,01	1.576

**Tabla 8: Factores de emisión actuales de autobuses biarticulados Diésel**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel	Hasta Euro 2	2,440	0,463	10,7	0,22	2.312,0
	Euro 3	2,670	0,409	9,38	0,207	2.312,0
	Euro 4	0,223	0,022	5,42	0,0462	2.312,0
	Euro 5	0,223	0,022	3,09	0,0462	2.312,0

**Tabla 9: Factores de emisión actuales de combis/vans**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel	2,6	0,25	2,3	0,34	484,0
Gasolina	37	10,4	2	0,1	381,0
GNV	6	0	3	0,01	272,0
GLP	10	0	2,8	0,01	309,0

**Tabla 10: Factores de emisión actuales de jeeps**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel	0,075	0,035	0,622	0,001	256
Gasolina	42,386	5,4525	2,0435	0,07	312,1
GNV	27,146	3,501	3,612	0,01	483,7
GLP	10	0	2,8	0,01	309,0

## LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS Y ENERGÉTICAS PARA LA FLOTA SUSTITUTA

Se definieron “escenarios sostenibles virtuales” (flota alternativa sustituta), con una matriz tecnológica/energética alternativa considerada posible y aceptable, desde el punto de vista técnico y comercial local. Fue considerado también el uso de filtros “retrofit”, que tienen cerca de 90% de eficiencia de reducción de material particulado. Los filtros se propusieron para vehículos diésel de mediana edad y tecnología de control de emisiones anterior a la actual – por ejemplo, vehículos diésel Euro 3 -. Sin embargo, los filtros efectivamente podrían ser utilizados también en los vehículos más nuevos, de tecnología Euro 4 o Euro 5 con el propósito de reducir drásticamente el número de partículas ultra-finas, que son consideradas las más tóxicas y dañinas para la salud.

Los criterios generales fueron los siguientes:

### Ciudades hispanoamericanas

Las tecnologías de bajo impacto ambiental a ser utilizadas en el escenario agresivo de sustitución de autobuses serán: Euro 5 y Euro 5f (con filtro adaptado – retrofit), cambiando a diésel con bajo azufre (10 a 15 ppm); híbrido-eléctrico; gas natural de última generación (EEV – GNV/biometano) y eléctrico a batería; trolebús.

Los vehículos convencionales diésel ya existentes en las flotas locales de clase de emisión Euro 4 y Euro 5 son nuevos y semi-nuevos y no serán sustituidos, una vez que puedan operar de modo más limpio con el uso de filtros para la reducción de más del 90% de las partículas finas. Se previó la instalación de filtros (retrofit) en el 50% de las unidades Euro 4 y Euro 5 en circulación.

### Ciudades de Brasil

El porcentaje de vehículos a GNV que serían sustituidos por categoría y clase de emisión en las ciudades brasileñas que no disponen de red de distribución de GNV, será igual a cero. Mientras que el nuevo porcentaje de vehículos de otras tecnologías será de 33,33%.

Los vehículos convencionales diésel ya existentes de clase de emisiones Euro 5 son nuevos y no serán sustituidos, una vez que puedan operar de modo más limpio con la utilización de biodiésel puro (B100). Una parte de estos modelos podría eventualmente operar con filtros para reducir en más del 90% las partículas finas cancerígenas residuales. Así, en el escenario agresivo, está prevista la instalación de filtros (retrofit) en el 50% de las unidades en circulación.

## FACTORES DE EMISIÓN DE VEHÍCULOS NUEVOS

En esta sección se detallan los factores de emisión para cada tipo de categoría vehicular, combustible y tecnología, según el escenario de sustitución propuesto. Nuevamente

se presentan los factores para los cuatro contaminantes criterio elegidos, además del CO<sub>2</sub>.

**Tabla 11: Factores de emisión de microbuses nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,0710	0,0080	1,5100	0,0161	790,0
Diésel Euro 5f	0,0710	0,0080	1,5100	0,0016	790,0
Diésel B20	0,0651	0,0080	1,5100	0,0129	665,3
Diésel Euro 4	0,0710	0,0080	2,6500	0,0161	790,0
GNV	1	0,045	2,5	0,01	851,0
GLP	10,00	0,00	2,80	0,010	851,0
Diésel Euro 4f	0,071	0,008	2,65	0,00161	790,0
Batería	0	0	0	0	0

**Tabla 12: Factores de emisión de autobuses estándar nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,2230	0,0220	3,0900	0,0462	1.168,0
Diésel Euro 5f	0,2230	0,0220	3,0900	0,0046	1.168,0
Diésel B20	0,2044	0,0220	3,0900	0,0370	983,6
Diésel Euro 4	0,2230	0,0220	5,4200	0,0462	1.168,0
GNV	1,0000	0,0450	2,5000	0,0100	1.251,0
GLP	24	0	5,7	0,02	840,00
Diésel Euro 4f	0,2230	0,0220	5,4200	0,0046	1.168,0
Híbrido	0,2230	0,0220	1,5450	0,0231	695,2
Batería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trolebús	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 13: Factores de emisión actuales de autobuses GNV EEV**

Energía	Clase tecnológica	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
GNV	EEV: autobús a gas de alta calidad.	1	0,045	2,5	0,01	1.251,0

**Tabla 14: Factores de emisión de autobuses Padrón nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,2230	0,0220	3,0900	0,0462	1.643,0
Diésel Euro 5f	0,2230	0,0220	3,0900	0,0046	1.643,0
Diésel B20	0,2044	0,0220	3,0900	0,0370	1.383,6
Diésel Euro 4	0,2230	0,0220	5,4200	0,0462	1.643,0
GNV	1,0000	0,0450	2,5000	0,0100	1.251,0
GLP	24	0	5,7	0,02	840,0
Diésel Euro 4f	0,2230	0,0220	5,42	0,0046	1.643,0
Híbrido	0,2230	0,0220	1,5450	0,0231	977,9
Batería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trolebús	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 15: Factores de emisión de autobuses articulados nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,2230	0,0220	3,0900	0,0462	2.072,0
Diésel Euro 5f	0,2230	0,0220	3,0900	0,0046	2.072,0
Diésel B20	0,2044	0,0220	3,0900	0,0370	1.744,8
Diésel Euro 4	0,2230	0,022	5,42	0,0462	2.072,0
GNV	1,0000	0,0450	2,5000	0,0100	1.576,0
Diésel Euro 4f	0,2230	0,0220	5,4200	0,0046	2.072,0
Híbrido	0,2230	0,0220	1,5450	0,0231	1.233,3
Batería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trolebús	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 16: Factores de emisión de autobús biarticulado nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,2230	0,0220	3,0900	0,0462	2.312,0
Diésel Euro 5f	0,2230	0,0220	3,0900	0,0046	2.312,0
Diésel B20	0,2044	0,0220	3,0900	0,0370	1.946,9
Diésel Euro 4	0,2230	0,0220	5,4200	0,0462	2.312,0
Diésel Euro 4f	0,2230	0,0220	5,4200	0,00462	2.312,0

**Tabla 17: Factores de emisión de combis/vans nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,075	0,035	0,622	0,001	256,0
Diésel Euro 5f	0,075	0,035	0,622	0,000	256,0
Diésel B20	0,069	0,035	0,622	0,001	216,0
GNV	0,616	0,035	0,056	0,0011	172,1
GLP	10,00	0,00	2,80	0,010	309,0

**Tabla 18: Factores de emisión de jeeps nuevos**

Energía	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Diésel Euro 5	0,075	0,035	0,622	0,001	256,0
Diésel Euro 5f	0,075	0,035	0,622	0,000	256,0
Diésel B20	0,069	0,035	0,622	0,001	216,0
GNV	0,616	0,035	0,056	0,0011	172,1
GLP	10	0	2,8	0,01	309,0

**Tabla 19: Factores de emisión de vehículos híbrido B100 nuevos**

Tipo	FE CO (g/km)	FE HC (g/km)	FE NOx (g/km)	FE MP (g/km)	FE CO <sub>2</sub> (g/km)
Autobús básico	0,11	0,01	1,70	0,01	0,00
Autobús Padrón	0,11	0,01	1,70	0,01	0,00
Autobús articulado	0,11	0,01	1,70	0,01	0,00



## 4. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES FUTURAS Y SUS POSIBLES REDUCCIONES

En las áreas urbanas incluidas en el OMU existe un alto nivel de emisión de contaminantes y de CO<sub>2</sub>. La Figura 1 y la Tabla 20 muestran que los modos individuales (auto, moto, taxi) emiten la mayor cantidad de contaminantes locales (con la excepción del NOx) y de CO<sub>2</sub>.

A continuación se presentan las emisiones actuales en las 29 ciudades incluidas en el OMU, y se muestra cuál sería la reducción de emisiones en cada una de ellas si se implementara el escenario de sustitución propuesto.

**Tabla 20: Emisiones de contaminantes por categoría vehicular**

Vehículo	Emisión contaminantes (ton/día)				Emisión	
	CO	HC	NOx	MP <sup>10</sup>	CO <sub>2</sub> (ton/día)	% CO <sub>2</sub>
Automóvil	1.696,5	119,7	95,9	44,7	156.516	43,9
Motocicleta	418	79	8	9	62.333	17,5
Taxi	250,2	14,1	19,3	2,5	47.221	13,2
<b>Total T individual</b>	<b>2.364,5</b>	<b>212,9</b>	<b>123,1</b>	<b>55,7</b>	<b>266.070</b>	<b>74,6</b>
Taxi colectivo	30,8	0,7	3,5	0,2	40.725	11,4
Jeep	10,4	0,2	0,9	0,0	567	0,2
Combi/van	156,8	3,9	34,4	5,1	6.159	1,7
Microbús	491,9	68,5	98,8	1,3	17.172	4,8
Ómnibus	131,9	20,3	261,5	5,3	26.005	7,3
<b>Total T Público</b>	<b>821,7</b>	<b>93,6</b>	<b>399,1</b>	<b>11,9</b>	<b>90.629</b>	<b>25,4</b>
<b>Total</b>	<b>3.186</b>	<b>306</b>	<b>522</b>	<b>68</b>	<b>356.699</b>	<b>100,0</b>

**Emisión de contaminantes criterio por clase de vehículo**

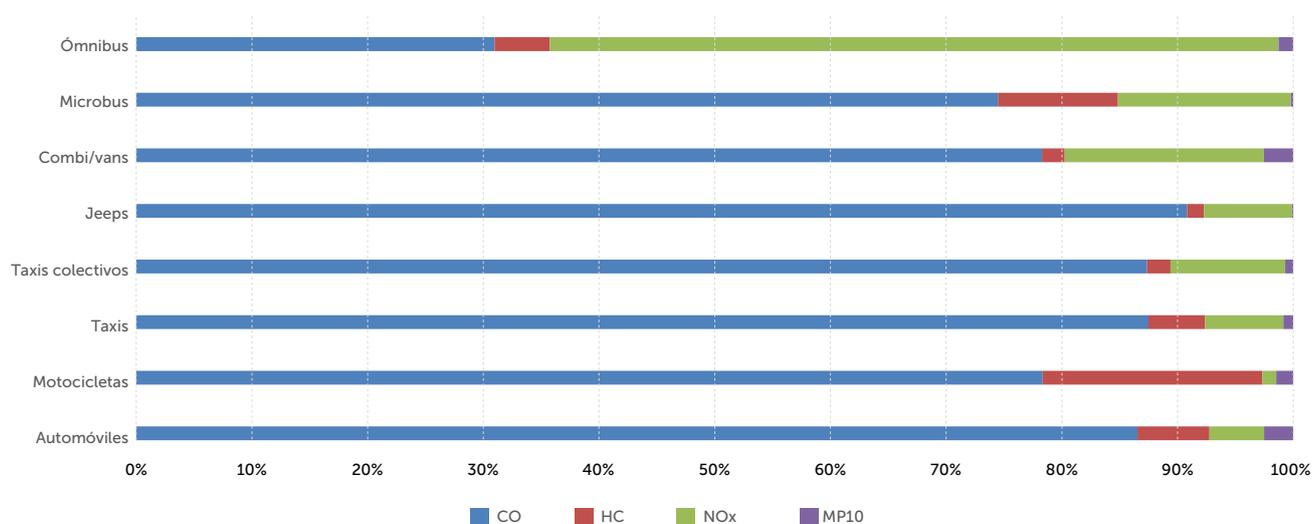


Figura 1. Emisión de contaminantes criterio por categoría vehicular

## CIUDADES HISPANOAMERICANAS

La Tabla 21 resume las emisiones actuales y futuras en las diecinueve ciudades hispanoamericanas del OMU. Respecto a los contaminantes locales (CO, HC, NOx y MP) la reducción promedio sería de 87%, 95%, 87% y 97% respectivamente, lo que representa valores muy positivos. La reducción en toneladas al año de contaminantes sería de 80.000 (CO), 12.000 (HC), 133.000 (NOx) y 6.000 (MP).

Esto ocurre en parte porque los vehículos más antiguos y contaminantes serían sustituidos por vehículos más nuevos con emisiones mucho menores. Estos valores promedio presentan gran variación entre las ciudades debido a las condiciones actuales y a las propuestas de sustitución de vehículos y formas de energía. Ocurren también pocos casos de aumento en las emisiones, pero con valores muy bajos.

**Tabla 21: Reducción de emisiones, áreas urbanas hispanoamericanas, 2014**

Área Metropolitana	Reducción (ton/año)					Reducción (%)				
	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Barranquilla	1.084	164	804	40	31.739	92	97	81	96	25
Bogotá	1.677	391	8.911	194	811.445	82	95	83	93	50
Buenos Aires	3.307	603	11.772	313	583.824	85	94	83	92	35
Cali	2.015	298	525	11	37.628	98	99	66	87	25
Caracas	12.868	1.890	11.226	243	1.201.876	96	98	90	96	67
Ciudad de México	16.038	2.367	35.609	2.388	3.686.147	78	90	85	98	54
Guadalajara	866	163	3.257	76	155.268	86	95	82	91	33
León	215	40	805	19	39.937	84	94	71	88	26
Lima	19.172	3.006	39.744	1.885	4.928.629	86	95	94	99	75
Medellín	3.318	505	1.922	41	96.114	96	99	80	91	32
Montería	618	91	144	3	8.881	99	99	80	91	37
Montevideo	166	31	625	15	40.237	82	93	65	86	25
Panamá	393	90	2.035	44	171.884	83	95	86	94	54
Pereira	87	16	337	8	15.306	84	94	77	86	25
Quito	449	95	1.925	43	96.186	85	95	83	91	35
Rosario	123	23	461	11	21.819	86	95	82	91	33
San José	306	58	1.152	27	54.468	86	95	82	91	33
Santa Cruz de la Sierra	15.279	1.961	4.798	129	448.939	96	98	92	97	60
Santiago	2.041	356	7.002	477	476.561	71	88	86	98	41
<b>Total</b>	<b>80.021</b>	<b>12.150</b>	<b>133.053</b>	<b>5.968</b>	<b>12.906.889</b>	<b>87</b>	<b>95</b>	<b>87</b>	<b>97</b>	<b>57</b>

Respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se estimó una reducción promedio de 57%, con la eliminación cercana a los 13 millones de toneladas anuales. Si bien la proporción de reducción es baja en comparación con los contaminantes locales, es importante mencionar que en la mayoría de los casos propuestos no se cuenta con una disminución importante en el consumo de energía fósil.

La información expuesta anteriormente se resume en la Figura 2 y se puede observar que las reducciones más grandes se presenta en las ciudades de Caracas, Ciudad de México y Lima.

## Reducción de contaminantes locales, hispano América

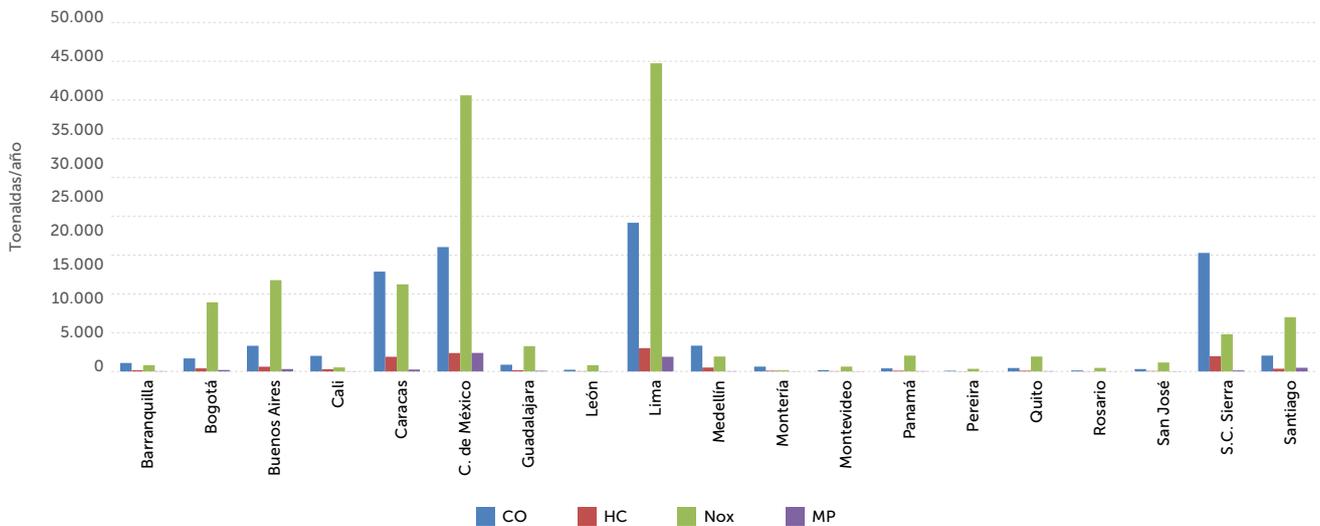


Figura 2. Reducción en la cantidad de contaminantes locales, ciudades hispanoamericanas, 2014

## DATOS DETALLADOS POR ÁREA METROPOLITANA – HISPANOAMÉRICA

Se presentan aquí de manera detallada los cambios propuestos en la flota de transporte público de cada área metropolitana de los países hispanoamericanos. Para cada caso se muestra la composición actual de la flota y se especifica una nueva, según el escenario radical de sustitución y de las distintas tecnologías descritas anteriormente.

También, para cada área metropolitana, se estima la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> y de los cuatro contaminantes criterio, si se implementa el escenario propuesto de sustitución. Estos valores se especifican para cada tipo de categoría vehicular, además de la reducción que implicaría la sustitución completa de la flota de transporte público.



## Cambio en la flota y en las emisiones, Barranquilla

Tabla 22: Cambio en la flota, Barranquilla

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	Diésel	961	
	EEV		961
	Subtotal	961	961
Microbús	Hasta Euro 2	9	
	Euro 3	9	
	Gasolina	5	
	GNV		6
	Diésel Euro 5		6
	EEV		5
	Batería		6
Subtotal	23	23	
Autobús básico	Hasta Euro 2	461	
	Euro 3	460	
	Gasolina	159	
	GNV/Euro 3	121	
	Diésel Euro 5		230
	EEV		280
	Batería		231
	GNV		230
	Híbrido		230
Subtotal	1.201	1.201	
Autobús articulado	Euro 3	12	
	Euro 4	13	
	Diésel Euro 4		7
	Diésel Euro 4f		6
	Diésel Euro 5		3
	Batería		3
	GNV		3
	Híbrido		3
Subtotal	25	25	
<b>Total general</b>		<b>2.210</b>	<b>2.210</b>

Tabla 23: Cambio en las emisiones, Barranquilla

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO (ton)	HC (ton)	NOx (ton)	MP (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
Taxi colectivo	BAU	961	97	10	120	26	18.451
	Propuesta		44	3	4	0	12.408
	Variación (%)		-54%	-74%	-97%	-100%	-33%
Microbús	BAU	23	30	4	17	0	2.376
	Propuesta		1	0	3	0	840
	Variación (%)		-97%	-99%	-84%	-95%	-65%
Autobús básico	BAU	1.201	1.047	155	843	15	103.385
	Propuesta		46	2	176	2	79.991
	Variación (%)		-96%	-98%	-79%	-90%	-23%

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO (ton)	HC (ton)	NOx (ton)	MP (ton)	CO <sub>2</sub> (ton)
Articulado	BAU	25	3	0	14	0	3.885
	Propuesta		1	0	7	0	3.118
	Variación (%)		-79%	-89%	-50%	-81%	-20%
Total	BAU	2.210	1.176	169	993	41	128.097
	Propuesta		92	5	189	2	96.357
	Variación (%)		-92%	-97%	-81%	-96%	-25%

### Reducción de emisiones locales, Barranquilla

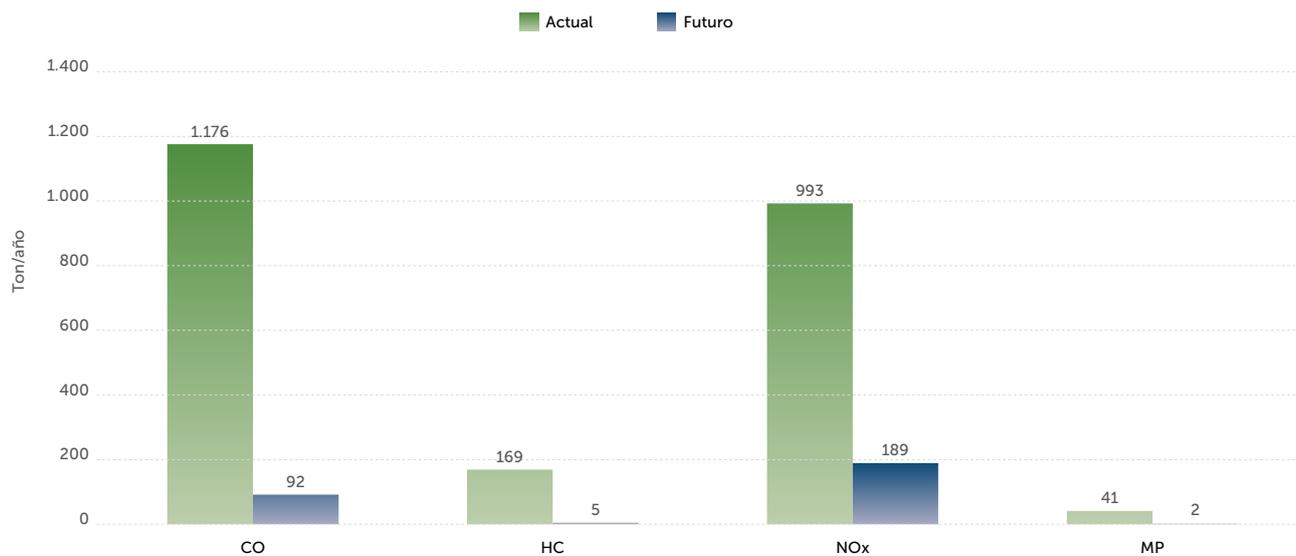


Figura 3. Reducción de emisiones locales, Barranquilla, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Bogotá

Tabla 24: Cambio en la flota, Bogotá, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	4.204	
	Euro 3	4.204	
	GNV		2.804
	Diésel Euro 5		2.800
	Batería		2.804
	Subtotal		8.408
Autobús básico	Hasta Euro 2	1.940	
	Euro 3	1.940	
	Diésel Euro 5		970
	Batería		970
	GNV		970
	Híbrido		970
Subtotal		3.880	3.880

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Euro 3	728	
	Euro 4	726	
	Diésel Euro 4		362
	Diésel Euro 4f		364
	Diésel Euro 5		181
	Batería		183
	GNV		183
	Híbrido		181
	Subtotal	1.454	1.454
Autobús biarticulado	Euro 5	312	
	Diésel Euro 5		156
	Diésel Euro 5f		156
	Subtotal	312	312
<b>Total general</b>		<b>14.054</b>	<b>14.054</b>

Tabla 25: Cambio en las emisiones (ton.), Bogotá, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	8.408	1.138	261	6.937	131	996.348
	Propuesta		225	11	843	5	344.865
	Variación (%)		-80%	-96%	-88%	-96%	-65%
Autobús básico	BAU	3.880	744	127	2.922	62	339.888
	Propuesta		105	6	519	6	226.558
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Articulado	BAU	1.454	158	24	807	14	225.952
	Propuesta		32	2	392	2	179.320
	Variación (%)		-80%	-90%	-51%	-82%	-21%
Biarticulado	BAU	312	5	1	72	1	54.101
	Propuesta		5	1	72	1	54.101
	Variación (%)		0%	0%	0%	-45%	0%
Total	BAU	14.054	2.044	412	10.738	208	1.616.288
	Propuesta		368	21	1.827	14	804.844
	Variación (%)		-82%	-95%	-83%	-93%	-50%

### Reducción de emisiones locales, Bogotá

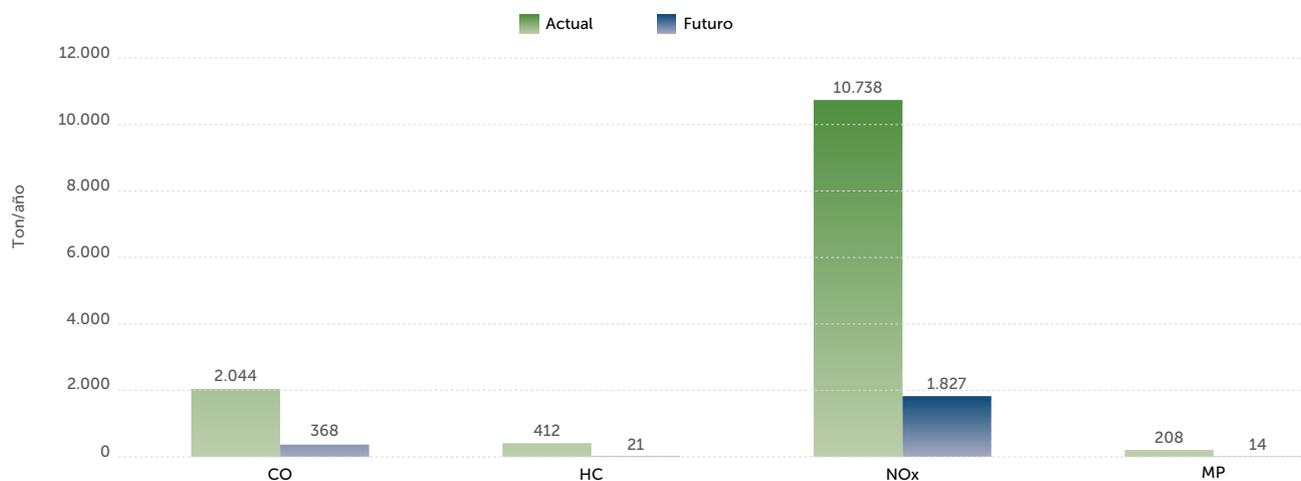


Figura 4. Reducción de emisiones locales, Bogotá, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Buenos Aires

Tabla 26: Cambio en la flota, Buenos Aires, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Combi/van	Diésel	1.711	
	GNV		1.711
	Subtotal	1.711	1.711
Autobús básico	Hasta Euro 2	9.249	
	Euro 3	9.249	
	Diésel Euro 5		4.624
	Batería		4.625
	GNV		4.625
	Híbrido		4.624
	Subtotal	18.498	18.498
Autobús articulado	Euro 3	52	
	Diésel Euro 5		12
	Batería		14
	GNV		13
	Híbrido		13
	Subtotal	52	52
<b>Total general</b>		<b>20.261</b>	<b>20.261</b>

Tabla 27: Cambio en las emisiones, Buenos Aires, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Combi/van	BAU	1.711	334	32	295	44	62.109
	Propuesta		79	4	7	0	22.091
	Variación (%)		-76%	-86%	-98%	-100%	-64%
Autobús básico	BAU	18.498	3.545	605	13.929	296	1.620.425
	Propuesta		502	31	2.475	28	1.080.096
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Autobús articulado	BAU	52	10	2	37	1	8.081
	Propuesta		1	0	7	0	4.604
	Variación (%)		-87%	-95%	-82%	-91%	-43%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>	<b>20.261</b>	<b>3.889</b>	<b>639</b>	<b>14.261</b>	<b>341</b>	<b>1.690.615</b>
	<b>Propuesta</b>		<b>582</b>	<b>35</b>	<b>2.489</b>	<b>28</b>	<b>1.106.791</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-85%</b>	<b>-94%</b>	<b>-83%</b>	<b>-92%</b>	<b>-35%</b>

### Reducción de emisiones locales, Buenos Aires

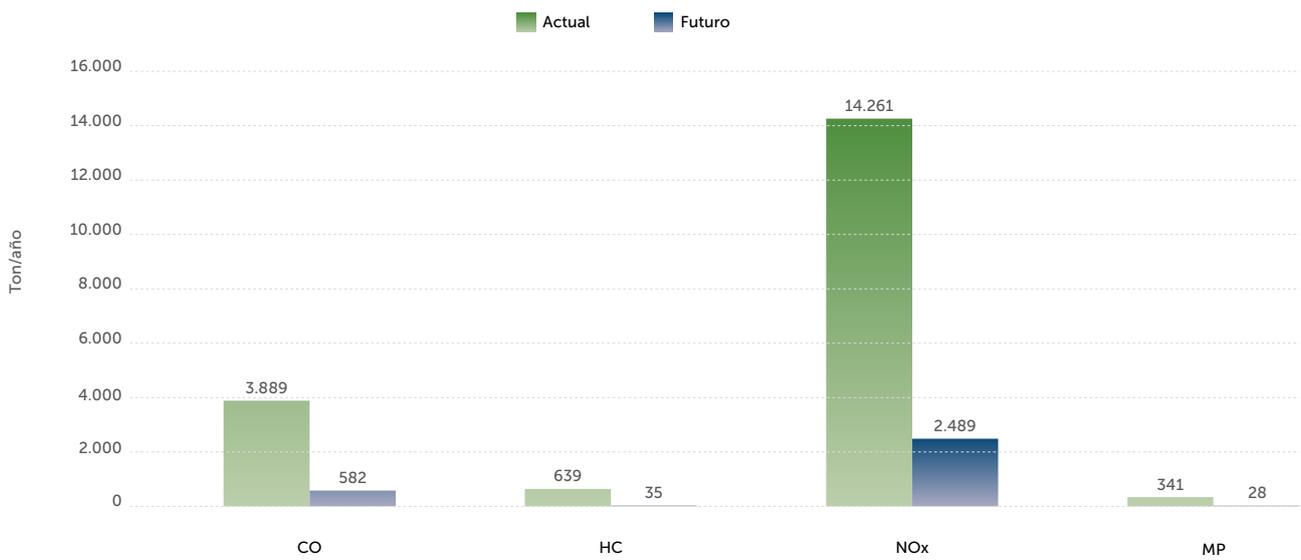


Figura 5. Reducción de emisiones locales, Buenos Aires, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Cali

Tabla 28: Cambio en la flota, Cali, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
<i>Microbús</i>	Hasta Euro 2	97	
	Euro 3	96	
	Gasolina	110	
	GNV	3	64
	Diésel Euro 5		64
	EEV		113
	Batería		65
	Subtotal		306
<i>Autobús básico</i>	Hasta Euro 2	135	
	Euro 3	136	
	Gasolina	246	
	GNV/Euro 3	2	
	Diésel Euro 5		67
	Batería		248
	GLP		68
	Híbrido		68
	Trolebús		68
	Subtotal		519

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Euro 3	266	
	Euro 4	269	
	Diésel Euro 4		135
	Diésel Euro 4f		136
	Diésel Euro 5		66
	Batería		66
	GNV		66
	Híbrido		66
	Subtotal	535	535
<b>Total general</b>		<b>1.360</b>	<b>1.360</b>

Tabla 29: Cambio en las emisiones, Cali, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	306	624	92	201	3	28.518
	Propuesta		14	1	40	0	10.182
	Variación (%)		-98%	-99%	-80%	-93%	-64%
Autobús básico	BAU	519	1.385	201	296	5	41.492
	Propuesta		26	1	83	1	39.063
	Variación (%)		-98%	-99%	-72%	-88%	-6%
Articulado	BAU	535	58	9	296	5	83.139
	Propuesta		12	1	145	1	66.276
	Variación (%)		-80%	-90%	-51%	-82%	-20%
Total	BAU	1.360	2.066	301	794	13	153.149
	Propuesta		51	3	269	2	115.521
	Variación (%)		-98%	-99%	-66%	-87%	-25%

### Reducción de emisiones locales, Cali

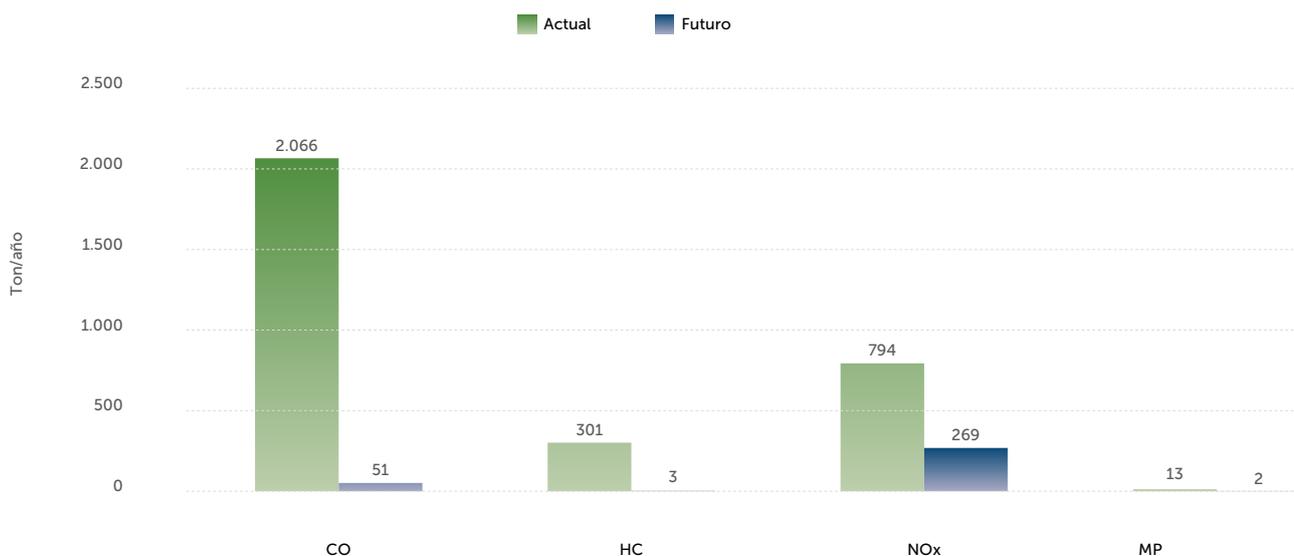


Figura 6. Reducción de emisiones locales, Cali, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Caracas

Tabla 30: Cambio en la flota, Caracas, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Jeep	Diésel	1.529	
	Gasolina	3.570	
	GNV		5.099
	Subtotal	5.099	5.099
Combi/van	Diésel	273	
	GNV		273
	Subtotal	273	273
Microbús	Hasta Euro 2	6.579	
	Euro 3	4.385	
	Diésel Euro 5		3.654
	Batería		3.656
	GNV		3.654
	Subtotal	10.964	10.964
Autobús básico	Hasta Euro 2	664	
	Euro 3	664	
	Diésel Euro 5		330
	Batería		334
	GNV		334
	Híbrido		330
	Subtotal	1.328	1.328
Autobús articulado	Euro 4	25	
	Euro 5	25	
	Diésel Euro 5		24
	Diésel Euro 5f		26
	Subtotal	50	50
<b>Total general</b>		<b>17.714</b>	<b>17.714</b>

Tabla 31: Cambio en las emisiones (ton.), Caracas, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Jeep	BAU	5.099	11.357	1.464	618	19	112.937
	Propuesta		236	13	21	0	65.834
	Variación (%)		-98%	-99%	-97%	-98%	-42%
Combi/van	BAU	273	53	5	47	7	9.910
	Propuesta		13	1	1	0	3.525
	Variación (%)		-76%	-86%	-98%	-100%	-64%
Microbús	BAU	10.964	1.780	409	10.855	205	1.559.223
	Propuesta		294	15	1.099	7	449.716
	Variación (%)		-84%	-96%	-90%	-97%	-71%
Autobús básico	BAU	1.328	254	43	1.000	21	116.333
	Propuesta		36	2	177	2	77.452
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Articulado	BAU	50	1	0	16	0	7.770
	Propuesta		1	0	12	0	7.770
	Variación (%)		0%	0%	-27%	-47%	0%
Total	BAU	17.714	13.446	1.921	12.537	253	1.806.173
	Propuesta		579	31	1.310	10	604.297
	Variación (%)		-96%	-98%	-90%	-96%	-67%

### Reducción de emisiones locales, Caracas

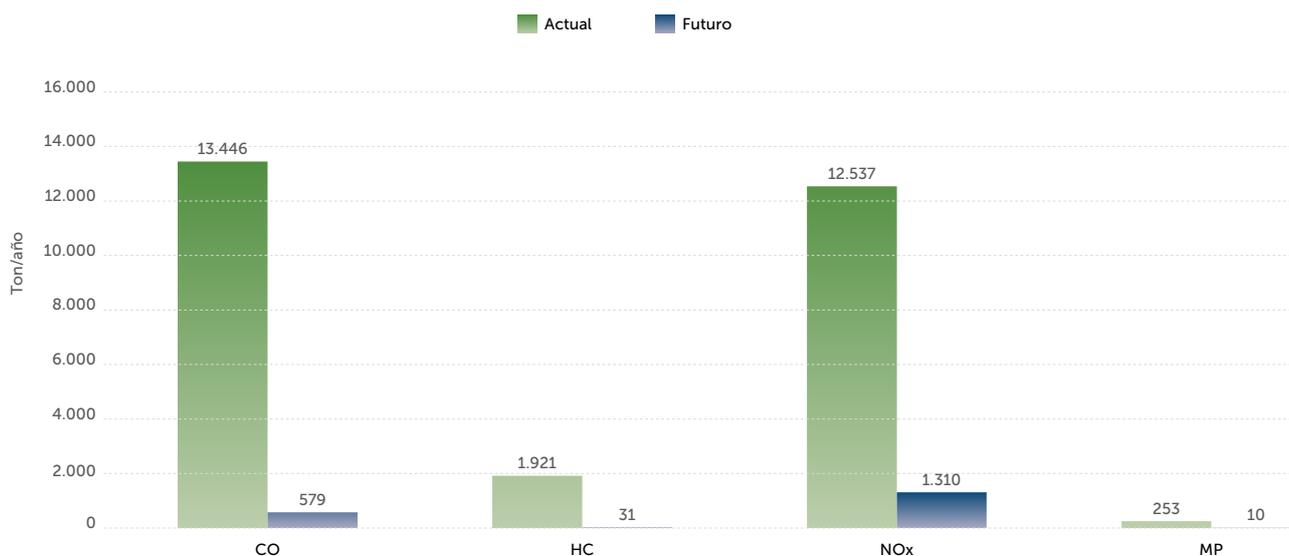


Figura 7. Reducción de emisiones locales, Caracas, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Ciudad de México

Tabla 32: Cambio en la flota, Ciudad de México, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Combi/van	Diésel	73.583	
	GNV		73.583
	Subtotal	73.583	73.583
Microbús	Hasta Euro 2	14.069	
	Euro 3	14.069	
	Euro 4	7.034	
	Diésel Euro 4		3.517
	Diésel Euro 4f		3.517
	Diésel Euro 5		9.378
	Batería		9.382
	GNV		9.378
	Subtotal	35.172	35.172

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	3.308	
	Euro 3	3.307	
	Euro 4	1.653	
	Gasolina	176	
	GLP	127	
	Trolebús	292	292
	Diésel Euro 4		827
	Diésel Euro 4f		827
	Diésel Euro 5		1.828
	Batería		1.656
	GLP		127
	GNV		1.654
	Híbrido		1.652
	Subtotal	8.863	8.863
Autobús articulado	Euro 3	174	
	Euro 4	174	
	Diésel Euro 4		86
	Diésel Euro 4f		86
	Diésel Euro 5		44
	Batería		44
	GNV		44
	Híbrido		44
Subtotal	348	348	
Autobús biarticulado	Euro 4	20	
	Euro 5	21	
	Diésel Euro 4		10
	Diésel Euro 4f		11
	Diésel Euro 5		10
	Diésel Euro 5f		10
	Subtotal	41	41
<b>Total general</b>		<b>118.007</b>	<b>118.007</b>

Tabla 33: Cambio en las emisiones, Ciudad de México, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Combi/van	BAU	73.583	14.349	1.380	12.693	1.876	2.671.063
	Propuesta		3.400	193	309	6	950.049
	Variación (%)		-76%	-86%	-98%	-100%	-64%
Microbús	BAU	35.172	3.807	874	23.214	439	3.334.353
	Propuesta		791	41	4.218	23	1.570.962
	Variación (%)		-79%	-95%	-82%	-95%	-53%
Autobús básico	BAU	8.571	2.477	356	5.772	112	744.844
	Propuesta		439	14	1.652	14	554.345
	Variación (%)		-82%	-96%	-71%	-88%	-26%
Trolebús	BAU	292	0	0	0	0	0
	Propuesta		0	0	0	0	0
	Variación (%)						
Autobús articulado	BAU	348	38	6	193	3	54.079
	Propuesta		8	1	93	1	42.837
	Variación (%)		-80%	-90%	-52%	-82%	-21%

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús biarticulado	BAU	41	4	1	23	0	7.109
	Propuesta		1	0	13	0	7.109
	Variación (%)		-84%	-90%	-42%	-80%	0%
Total	BAU	118.007	20.675	2.616	41.895	2.431	6.811.449
	Propuesta		4.637	249	6.286	44	3.125.302
	Variación (%)		-78%	-90%	-85%	-98%	-54%

### Reducción de emisiones locales, Ciudad de México

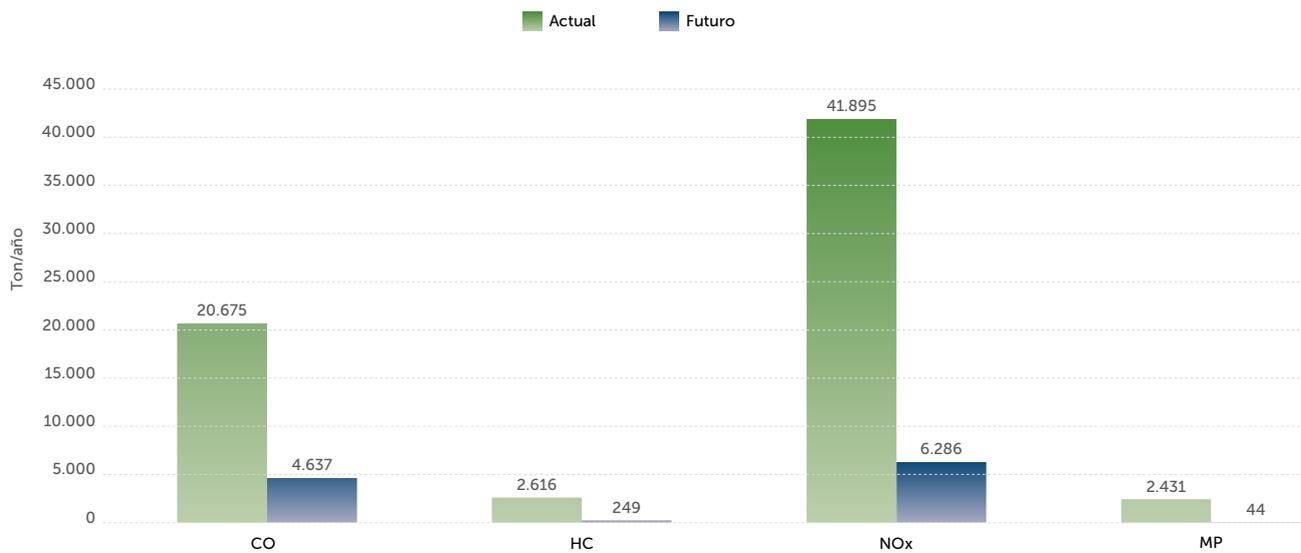


Figura 8. Reducción de emisiones locales, Ciudad de México, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Guadalajara

Tabla 34: Cambio en la flota, Guadalajara, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	2.610	
	Euro 3	2.611	
	Trolebús	26	26
	Diésel Euro 5		1.305
	Batería		1.306
	GNV		1.305
	Híbrido		1.305
	Subtotal		5.247
Autobús articulado	Euro 3	41	
	Diésel Euro 5		10
	Batería		11
	GNV		10
	Híbrido		10
	Subtotal		41
<b>Total general</b>		<b>5.288</b>	<b>5.288</b>

Tabla 35: Cambio en las emisiones, Guadalajara, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	5.221	1.000	171	3.931	84	457.360
	Propuesta		142	9	698	8	304.802
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Trolebús	BAU	26	0	0	0	0	0
	Propuesta		0	0	0	0	0
	Variación (%)						
Articulado	BAU	41	8	1	29	1	6.371
	Propuesta		1	0	5	0	3.661
	Variación (%)		-87%	-95%	-81%	-91%	-43%
Total	BAU	5.288	1.009	172	3.960	84	463.731
	Propuesta		143	9	704	8	308.463
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%

### Reducción de emisiones locales, Guadalajara

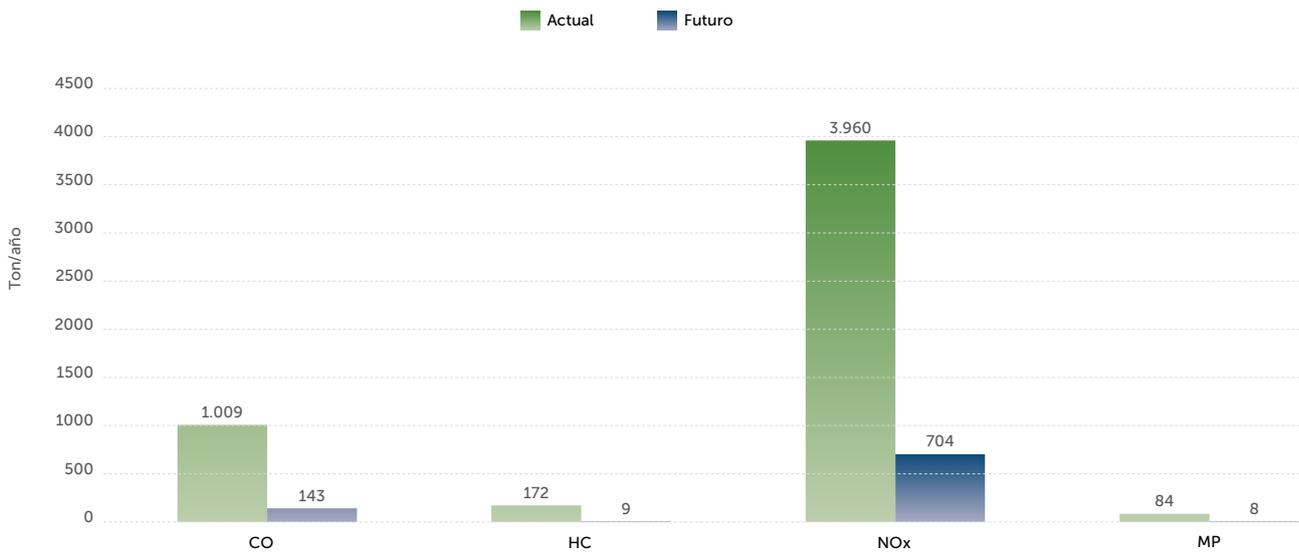


Figura 9. Reducción de emisiones locales, Guadalajara, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, León

Tabla 36: Cambio en la flota, León, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	626	
	Euro 3	626	
	Euro 4	314	
	Diésel Euro 4		157
	Diésel Euro 4f		157
	Diésel Euro 5		312
	Batería		314
	GNV		314
	Híbrido		312
	Subtotal	1.566	1.566
Autobús articulado	Euro 3	51	
	Euro 4	52	
	Diésel Euro 4		26
	Diésel Euro 4f		26
	Diésel Euro 5		12
	Batería		13
	GNV		13
	Híbrido		13
	Subtotal	103	103
<b>Total general</b>		<b>1.669</b>	<b>1.669</b>

Tabla 37: Cambio en las emisiones, León, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	1.566	245	41	1.070	21	137.182
	Propuesta		39	3	295	2	100.566
	Variación (%)		-84%	-94%	-72%	-88%	-27%
Articulado	BAU	103	11	2	57	1	16.006
	Propuesta		2	0	28	0	12.685
	Variación (%)		-80%	-90%	-51%	-82%	-21%
Total	BAU	1.669	256	43	1.127	22	153.188
	Propuesta		42	3	323	3	113.251
	Variación (%)		-84%	-94%	-71%	-88%	-26%

## Reducción de emisiones locales, León

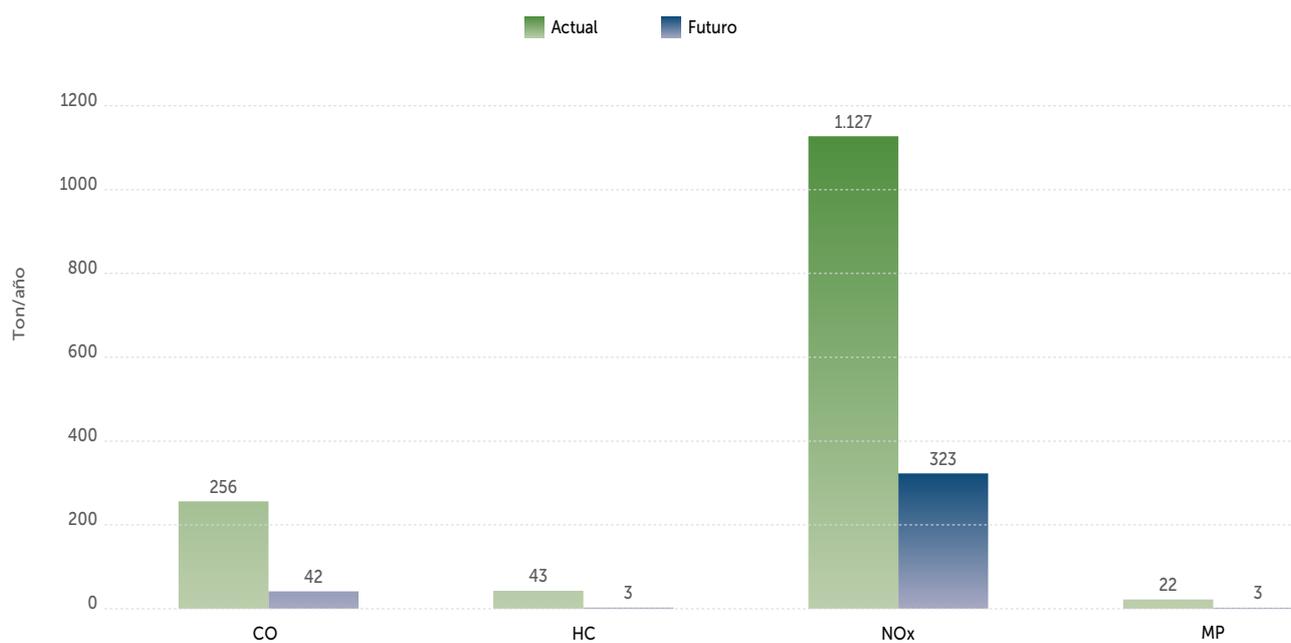


Figura 10. Reducción de emisiones locales, León, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Lima

Tabla 38: Cambio en la flota, Lima, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	GNV	2.523	
	EEV		2.523
	Subtotal	2.523	2.523
Combi/van	Diésel	50.766	
	Gasolina	405	
	GLP	157	
	GNV	405	51.733
	Subtotal	51.733	51.733
Microbús	Hasta Euro 2	18.163	
	Gasolina	44	
	GLP	26	
	GNV	220	6.150
	Diésel Euro 5		6.150
	Batería		6.153
	Subtotal	18.453	18.453

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
<i>Autobús básico</i>	Hasta Euro 2	1.676	
	Euro 3	747	
	Gasolina	1	
	GLP	1	
	GNV/Euro 3	695	
	Diésel Euro 5		780
	Batería		780
	GNV		780
	Híbrido		780
	Subtotal	3.120	3.120
<i>Autobús articulado</i>	GNV/Euro 3	288	
	Batería		72
	GNV		144
	Híbrido		72
	Subtotal	288	288
<i>Total general</i>		<b>76.117</b>	<b>76.117</b>

Tabla 39: Cambio en las emisiones, Lima, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
<i>Taxi colectivo</i>	BAU		5.137	662	683	2	91.528
	Propuesta	2.523	117	7	11	0	32.575
	Variación (%)		-98%	-99%	-98%	-89%	-64%
<i>Combi/van</i>	BAU		11.323	1.268	8.942	1.298	1.866.279
	Propuesta	51.733	2.390	136	217	4	667.938
	Variación (%)		-79%	-89%	-98%	-100%	-64%
<i>Microbús</i>	BAU		5.272	1.162	30.040	567	4.322.467
	Propuesta	18.453	494	24	1.850	12	756.911
	Variación (%)		-91%	-98%	-94%	-98%	-82%
<i>Autobús básico</i>	BAU		516	85	2.393	40	277.598
	Propuesta	3.120	85	5	417	5	182.180
	Variación (%)		-84%	-94%	-83%	-88%	-34%
<i>Articulado</i>	BAU		22	1	216	0	34.042
	Propuesta	288	12	1	35	0	23.680
	Variación (%)		-44%	-46%	-84%	8%	-30%
<i>Total</i>	BAU		<b>22.269</b>	<b>3.178</b>	<b>42.274</b>	<b>1.907</b>	<b>6.591.914</b>
	Propuesta	<b>76.117</b>	<b>3.097</b>	<b>173</b>	<b>2.530</b>	<b>21</b>	<b>1.663.285</b>
	Variación (%)		<b>-86%</b>	<b>-95%</b>	<b>-94%</b>	<b>-99%</b>	<b>-75%</b>

### Reducción de emisiones locales, Lima

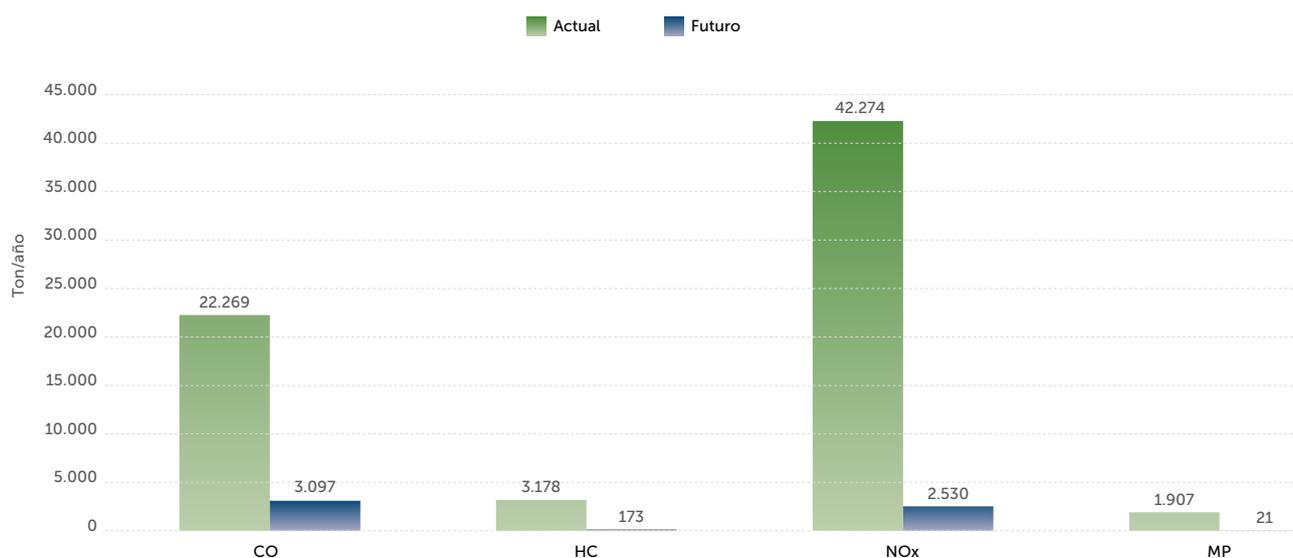


Figura 11. Reducción de emisiones locales, Lima, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Medellín

Tabla 40: Cambio en la flota, Medellín, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
<i>Microbús</i>	Hasta Euro 2	226	
	Euro 3	226	
	Gasolina	119	
	Diésel Euro 5		150
	EEV		122
	Batería		151
	GNV	3	151
	Subtotal		574
<i>Autobús básico</i>	Hasta Euro 2	1.148	
	Euro 3	1.148	
	GNV/Euro 3	109	
	Gasolina	422	
	Diésel Euro 5		574
	EEV		531
	Batería		574
	GNV		574
	Híbrido		574
	Subtotal	2.827	2.827
<i>Autobús articulado</i>	GNV/Euro 3	24	
	EEV		24
	Subtotal	24	24
<b>Total general</b>		<b>3.425</b>	<b>3.425</b>



Tabla 41: Cambio en las emisiones, Medellín, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	574	707	107	417	7	59.528
	Propuesta		21	1	68	0	21.014
	Variación (%)		-97%	-99%	-84%	-95%	-65%
Autobús básico	BAU	2.827	2.735	405	1.966	37	241.487
	Propuesta		102	6	407	4	183.887
	Variación (%)		-96%	-99%	-79%	-90%	-24%
Autobús articulado	BAU	24	2	0	18	0	2.837
	Propuesta		2	0	5	0	2.837
	Variación (%)		0%	-13%	-75%	0%	0%
Total	BAU	3.425	3.444	512	2.401	45	303.852
	Propuesta		125	7	479	4	207.738
	Variación (%)		-96%	-99%	-80%	-91%	-32%

### Reducción de emisiones locales, Medellín

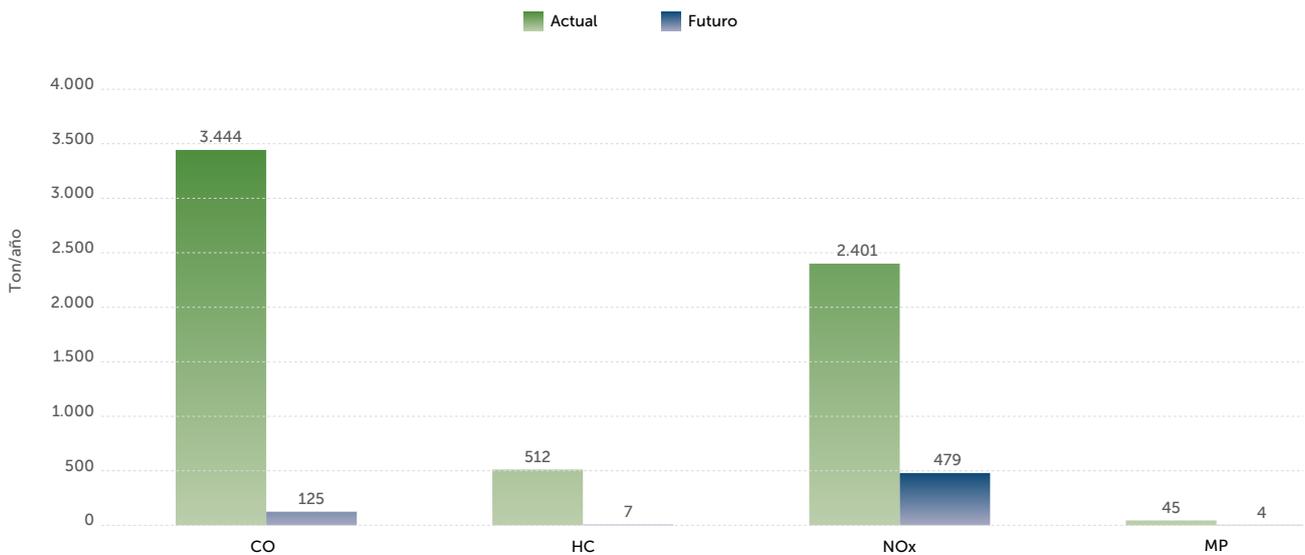


Figura 12. Reducción de emisiones locales, Medellín, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Montería

Tabla 42: Cambio en la flota, Montería, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	Diésel	16	
	EEV		16
	Subtotal	16	16
Microbús	Hasta Euro 2	43	
	Euro 3	28	
	Gasolina	78	
	Diésel Euro 5		81
	Batería		15
	GNV	2	55
	Subtotal	151	151
Autobús básico	Hasta Euro 2	44	
	Euro 3	43	
	Gasolina	32	
	Diésel Euro 5		29
	Batería		30
	GNV		30
	Híbrido		30
	Subtotal	119	119
<b>Total general</b>		<b>286</b>	<b>286</b>

Tabla 43: Cambio en las emisiones (ton.), Montería, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Taxi colectivo	BAU	16	2	0	2	0	307
	Propuesta		1	0	0	0	207
	Variación (%)		-54%	-74%	-97%	-100%	-33%
Microbús	BAU	151	435	64	100	1	14.104
	Propuesta		5	0	19	0	8.310
	Variación (%)		-99%	-100%	-81%	-90%	-41%
Autobús básico	BAU	119	190	28	77	1	9.906
	Propuesta		3	0	16	0	6.919
	Variación (%)		-98%	-99%	-80%	-88%	-30%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>	<b>286</b>	<b>627</b>	<b>91</b>	<b>179</b>	<b>3</b>	<b>24.317</b>
	<b>Propuesta</b>		<b>9</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>15.436</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-99%</b>	<b>-99%</b>	<b>-80%</b>	<b>-91%</b>	<b>-37%</b>

### Reducción de emisiones locales, Montería

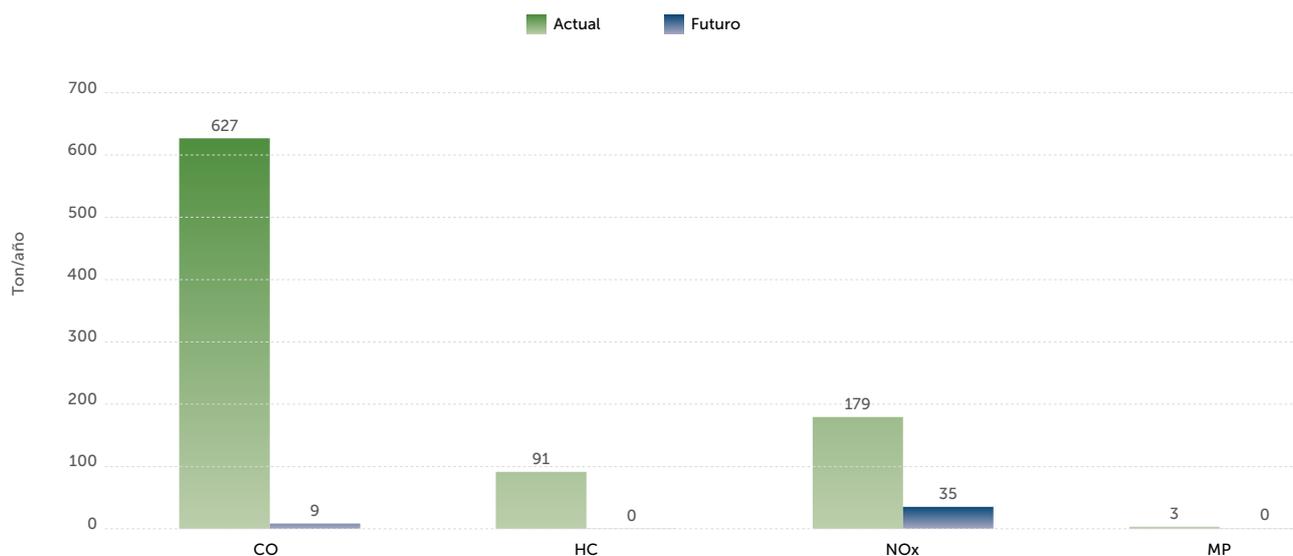


Figura 13. Reducción de emisiones locales, Montería, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Montevideo

Tabla 44: Cambio en la flota, Montevideo, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	253	
	Euro 3	253	
	Euro 4	248	
	Trolebús	21	21
	Diésel Euro 4		125
	Diésel Euro 4f		125
	Diésel Euro 5		126
	Batería		126
	GNV		126
	Híbrido		126
	Subtotal		775
Autobús Padrón	Hasta Euro 2	252	
	Euro 3	253	
	Euro 4	248	
	Diésel Euro 4		124
	Diésel Euro 4f		125
	Diésel Euro 5		126
	Batería		126
	GNV		126
	Híbrido		126
	Subtotal		753
<b>Total general</b>		<b>1.528</b>	<b>1.528</b>

Tabla 45: Cambio en las emisiones (ton.), Montevideo, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	754	101	17	482	9	66.050
	Propuesta		18	1	169	1	51.329
	Variación (%)		-82%	-93%	-65%	-86%	-22%
Autobús Padrón	BAU	753	101	17	481	9	92.788
	Propuesta		18	1	169	1	67.273
	Variación (%)		-82%	-93%	-65%	-86%	-27%
Trolebús	BAU	21	0	0	0	0	0
	Propuesta		0	0	0	0	0
	Variación (%)						
Total	BAU	1.528	202	34	963	18	158.839
	Propuesta		36	3	338	2	118.602
	Variación (%)		-82%	-93%	-65%	-86%	-25%

Reducción de emisiones locales, Montevideo

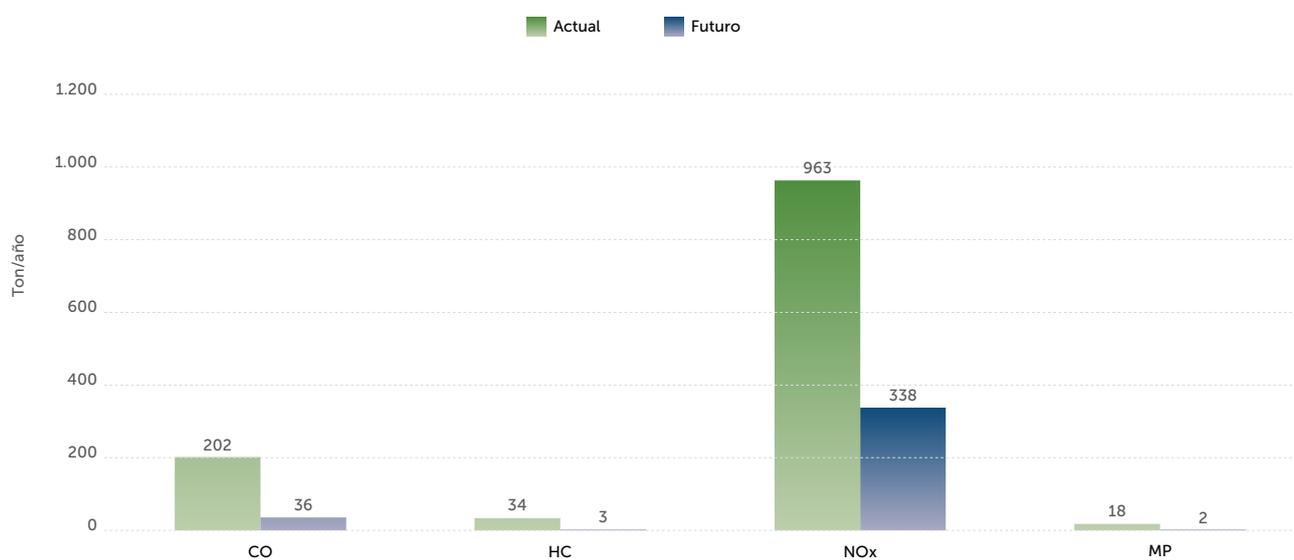


Figura 14. Reducción de emisiones locales, Montevideo, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Panamá

Tabla 46: Tabla 46. Cambio en la flota, Panamá, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	876	
	Euro 3	877	
	GNV		584
	Diésel Euro 5		584
	Batería		585
	Subtotal	1.753	1.753
Autobús básico	Hasta Euro 2	618	
	Euro 3	618	
	Diésel Euro 5		308
	Batería		310
	GNV		310
	Híbrido		308
	Subtotal	1.236	1.236
<b>Total general</b>		<b>2.989</b>	<b>2.989</b>

Tabla 47: Cambio en las emisiones, Panamá, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	1.753	237	54	1.445	27	207.612
	Propuesta		47	2	176	1	71.876
	Variación (%)		-80%	-96%	-88%	-96%	-65%
Autobús básico	BAU	1.236	237	40	931	20	108.274
	Propuesta		34	2	165	2	72.126
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Total	BAU	2.989	474	95	2.376	47	315.886
	Propuesta		80	4	341	3	144.001
	Variación (%)		-83%	-95%	-86%	-94%	-54%

### Reducción de emisiones locales, Panamá

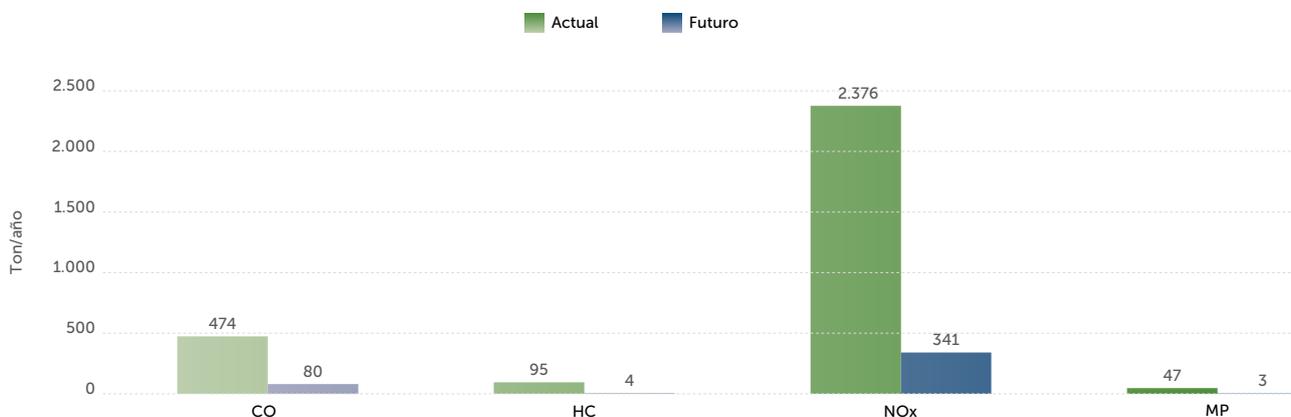


Figura 15. Reducción de emisiones locales, Panamá, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Pereira

Tabla 48: Cambio en la flota, Pereira, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	Diésel	45	
	EEV		45
	Subtotal	45	45
Autobús básico	Euro 3	320	
	Euro 4	106	
	Euro 5	106	
	Diésel Euro 5		292
	Batería		80
	GNV		80
	Híbrido		80
Subtotal	532	532	
Autobús articulado	Euro 3	86	
	Diésel Euro 5		21
	Batería		23
	GNV		21
	Híbrido		21
	Subtotal	86	86
<b>Total general</b>		<b>663</b>	<b>663</b>

Tabla 49: Cambio en las emisiones, Pereira, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Taxi colectivo	BAU	45	5	0	6	1	864
	Propuesta		2	0	0	0	581
	Variación (%)		-54%	-74%	-97%	-100%	-33%
Autobús básico	BAU	532	82	15	374	7	46.603
	Propuesta		12	1	92	1	37.256
	Variación (%)		-85%	-94%	-75%	-83%	-20%
Articulado	BAU	86	17	3	61	1	13.364
	Propuesta		2	0	11	0	7.688
	Variación (%)		-87%	-95%	-81%	-91%	-42%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>	<b>663</b>	<b>103</b>	<b>18</b>	<b>441</b>	<b>10</b>	<b>60.832</b>
	<b>Propuesta</b>		<b>17</b>	<b>1</b>	<b>103</b>	<b>1</b>	<b>45.525</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-84%</b>	<b>-94%</b>	<b>-77%</b>	<b>-86%</b>	<b>-25%</b>

### Reducción de emisiones locales, Pereira

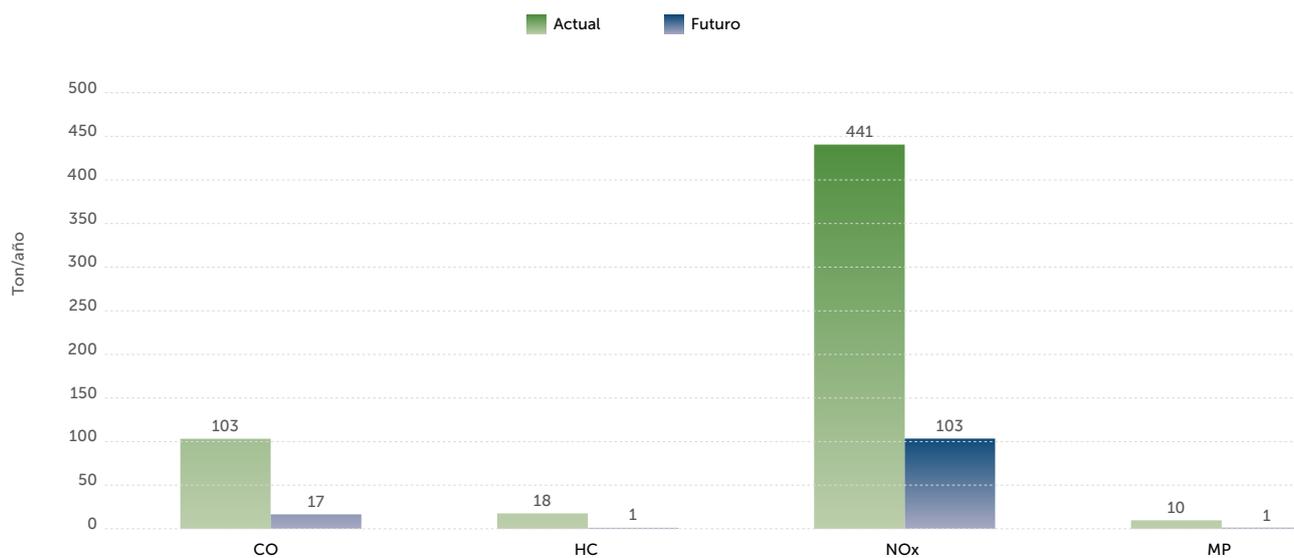


Figura 16. Reducción de emisiones locales, Pereira, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Quito

Tabla 50: Cambio en la flota, Quito, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	2.531	
	Diésel Euro 5		632
	Batería		633
	GNV		633
	Híbrido		633
	Subtotal		2.531
Autobús articulado	Hasta Euro 2	348	
	Diésel Euro 5		87
	Batería		87
	GNV		87
	Híbrido		87
	Subtotal		348
<b>Total general</b>		<b>2.879</b>	<b>2.879</b>



Tabla 51: Cambio en las emisiones (ton.), Quito, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	2.531	463	88	2.031	42	221.716
	Propuesta		69	4	339	4	147.759
	Variación (%)		-85%	-95%	-83%	-91%	-33%
Articulado	BAU	348	64	12	279	6	54.079
	Propuesta		9	1	47	1	31.850
	Variación (%)		-85%	-95%	-83%	-91%	-41%
Total	BAU	2.879	527	100	2.310	48	275.795
	Propuesta		78	5	385	4	179.609
	Variación (%)		-85%	-95%	-83%	-91%	-35%

### Reducción de emisiones locales, Quito

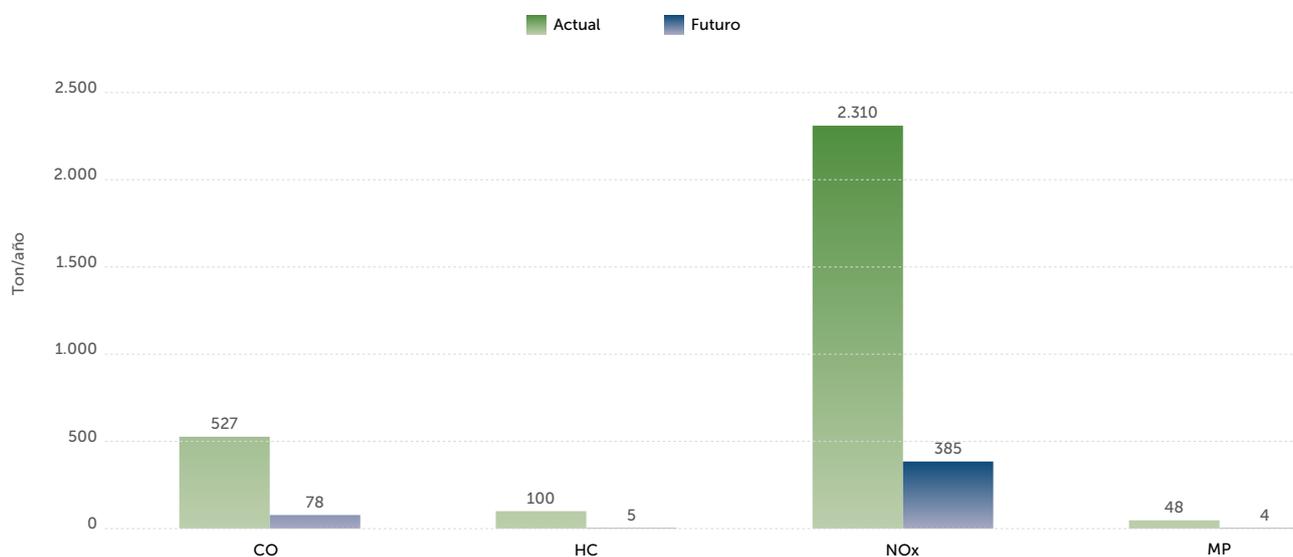


Figura 17. Reducción de emisiones locales, Quito, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Rosario

Tabla 52: Cambio en la flota, Rosario, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	372	
	Euro 3	373	
	Diésel Euro 5		186
	Batería		187
	GNV		186
	Híbrido		186
	Trolebús	21	21
	Subtotal		766

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Euro 5	4	
	Diésel Euro 5		2
	Diésel Euro 5f		2
	Subtotal	4	4
<b>Total general</b>		<b>770</b>	<b>770</b>

Tabla 53: Cambio en las emisiones (ton.), Rosario, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	745	143	24	561	12	65.262
	Propuesta		20	1	100	1	43.443
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Trolebús	BAU	21	0	0	0	0	0
	Propuesta		0	0	0	0	0
	Variación (%)						
Articulado	BAU	4	0	0	1	0	622
	Propuesta		0	0	1	0	622
	Variación (%)		0%	0%	0%	-45%	0%
Total	BAU	770	143	24	562	12	65.884
	Propuesta		20	1	100	1	44.065
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%

### Reducción de emisiones locales, Rosario

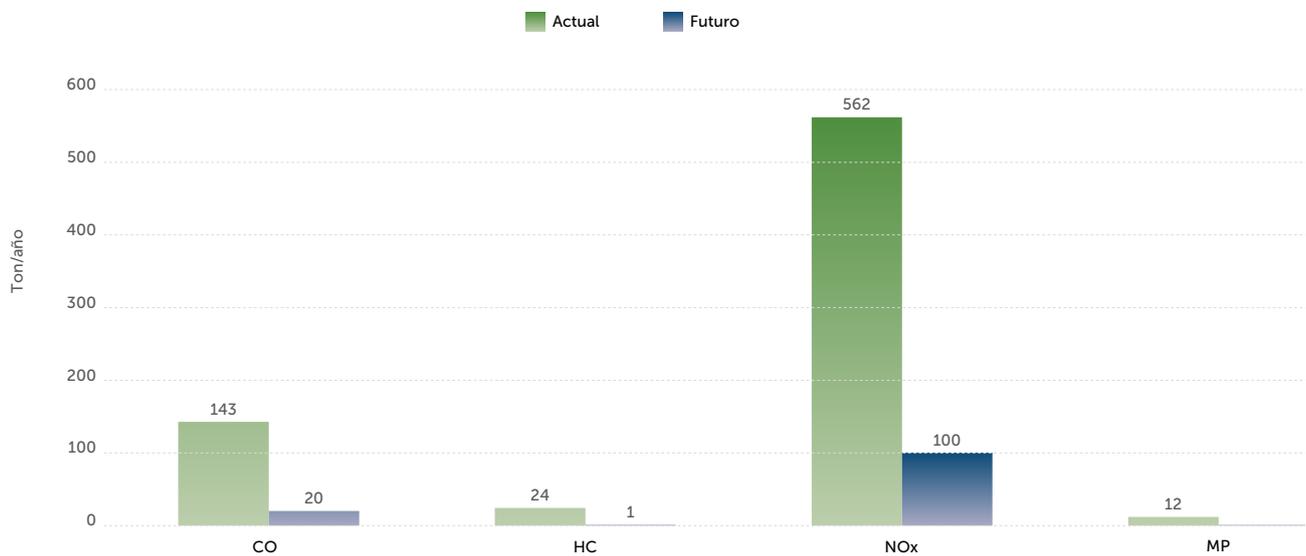


Figura 18. Reducción de emisiones locales, Rosario, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, San José

Tabla 54: Cambio en la flota, San José, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	929	
	Euro 3	931	
	Diésel Euro 5		464
	Batería		467
	GNV		465
	Híbrido		464
	Subtotal	1.860	1.860
<b>Total general</b>		<b>1.860</b>	<b>1.860</b>

Tabla 55: Cambio en las emisiones, San José, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	1.860	356	61	1.400	30	162.936
	Propuesta		50	3	248	3	108.468
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Total	BAU	1.860	356	61	1.400	30	162.936
	Propuesta		50	3	248	3	108.468
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%

### Reducción de emisiones locales, San José

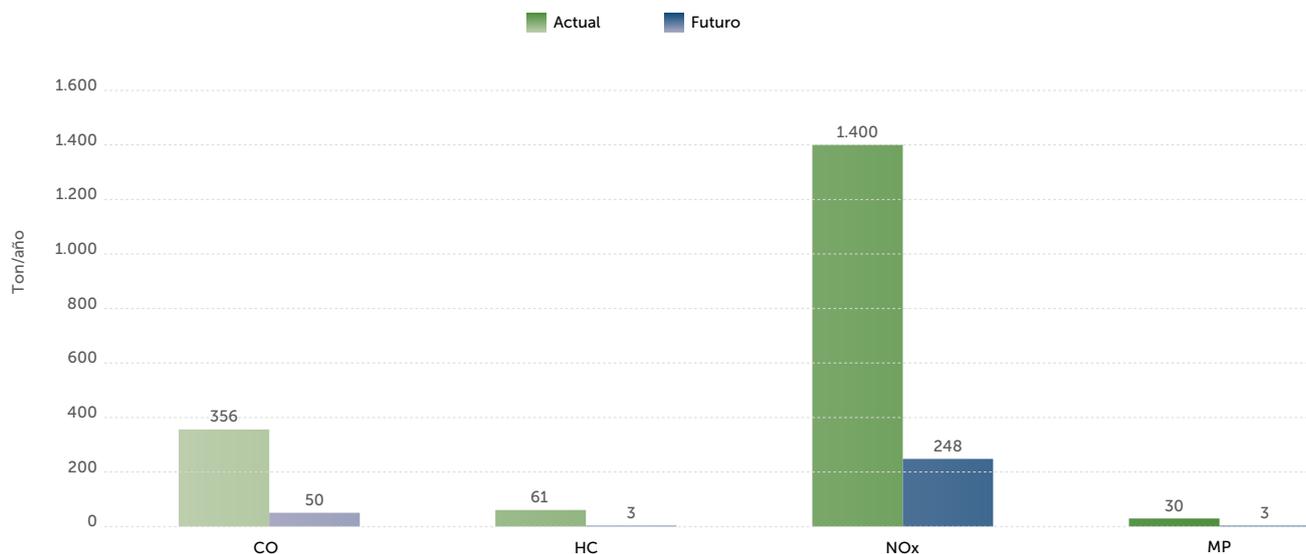


Figura 19. Reducción de emisiones locales, San José, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Santa Cruz de la Sierra

Tabla 56: Cambio en la flota, Santa Cruz de la Sierra, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	GNV	7.026	
	EEV		7.026
	Subtotal	7.026	7.026
Combi/van	Diésel	3.081	
	GNV	1.318	4.399
	Subtotal	4.399	4.399
Microbús	Hasta Euro 2	1.506	
	Euro 3	2.259	
	Diésel Euro 5		1.254
	Batería		1.256
	GNV		1.255
	Subtotal	3.765	3.765
Autobús básico	Hasta Euro 2	10	
	Diésel Euro 5		2
	Batería		3
	GNV		3
	Híbrido		2
	Subtotal	10	10
<b>Total general</b>		<b>15.200</b>	<b>15.200</b>

Tabla 57: Cambio en las emisiones, Santa Cruz de la Sierra, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Taxi colectivo	BAU		14.305	1.845	1.903	5	254.886
	Propuesta	7.026	325	18	30	1	90.714
	Variación (%)		-98%	-99%	-98%	-89%	-64%
Combi/van	BAU		1.194	58	828	80	138.728
	Propuesta	4.399	203	12	18	0	56.797
	Variación (%)		-83%	-80%	-98%	-100%	-59%
Microbús	BAU		408	94	2.485	47	356.922
	Propuesta	3.765	101	5	377	2	154.400
	Variación (%)		-75%	-95%	-85%	-95%	-57%
Autobús básico	BAU		2	0	8	0	876
	Propuesta	10	0	0	1	0	561
	Variación (%)		-84%	-95%	-84%	-92%	-36%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>		<b>15.908</b>	<b>1.996</b>	<b>5.224</b>	<b>132</b>	<b>751.411</b>
	<b>Propuesta</b>	<b>15.200</b>	<b>629</b>	<b>35</b>	<b>427</b>	<b>3</b>	<b>302.472</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-96%</b>	<b>-98%</b>	<b>-92%</b>	<b>-97%</b>	<b>-60%</b>

### Reducción de emisiones locales, Santa Cruz de la Sierra

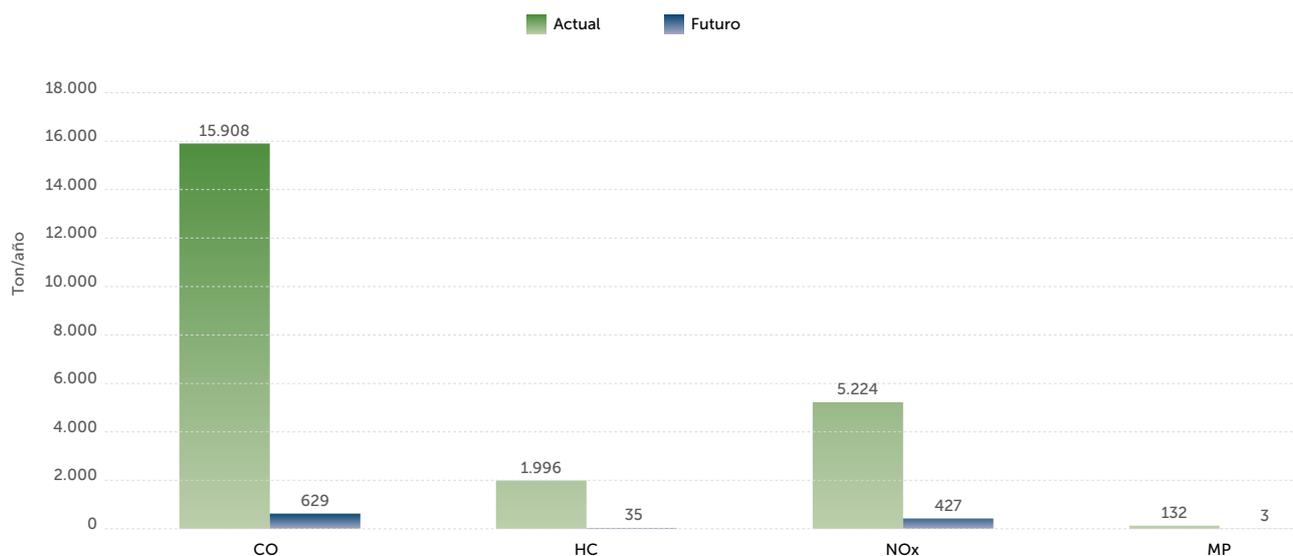


Figura 20. Reducción de emisiones locales, Santa Cruz de la Sierra, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Santiago

Tabla 58: Cambio en la flota, Santiago, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Taxi colectivo	Diésel	13.302	
	EEV		13.302
	Subtotal	13.302	13.302
Microbús	Hasta Euro 2	976	
	Euro 3	650	
	GNV		325
	Diésel Euro 5		975
	Batería		326
	Subtotal	1.626	1.626
Autobús básico	Hasta Euro 2	2.540	
	Euro 3	2.540	
	Diésel Euro 5		1.270
	Batería		1.270
	GNV		1.270
	Híbrido		1.270
Subtotal	5.080	5.080	
Autobús articulado	Euro 3	1.433	
	Diésel Euro 5		356
	Batería		359
	GNV		359
	Híbrido		359
Subtotal	1.433	1.433	
<b>Total general</b>		<b>21.411</b>	<b>21.411</b>



Tabla 59: Cambio en las emisiones, Santiago, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Taxi colectivo	BAU	13.302	1.337	133	1.656	355	255.398
	Propuesta		615	35	56	1	171.745
	Variación (%)		-54%	-74%	-97%	-100%	-33%
Microbús	BAU	1.626	264	61	1.610	30	231.312
	Propuesta		30	2	171	1	78.512
	Variación (%)		-89%	-97%	-89%	-95%	-66%
Autobús básico	BAU	5.080	973	166	3.825	81	445.008
	Propuesta		138	8	680	8	296.627
	Variación (%)		-86%	-95%	-82%	-91%	-33%
Articulado	BAU	1.433	287	44	1.008	22	222.688
	Propuesta		39	2	191	2	130.962
	Variación (%)		-86%	-95%	-81%	-90%	-41%
Total	BAU	21.441	2.861	403	8.100	489	1.154.407
	Propuesta		821	47	1.098	12	677.846
	Variación (%)		-71%	-88%	-86%	-98%	-41%

### Reducción de emisiones locales, Santiago

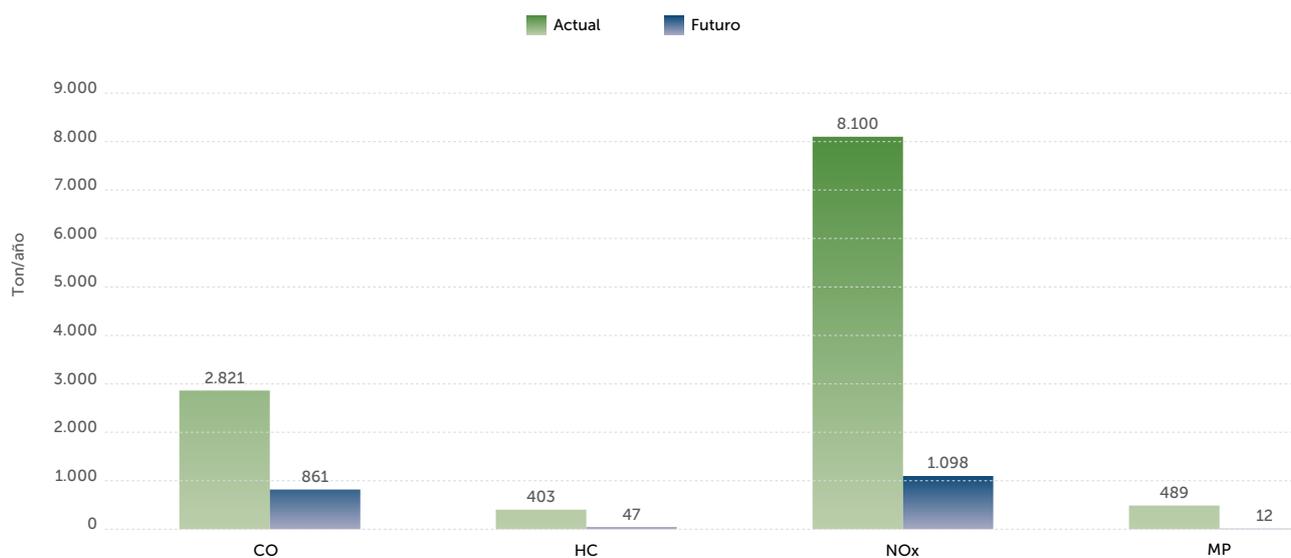


Figura 21. Reducción de emisiones locales, Santiago, 2014

Tabla 6o: Disminución de las emisiones, ciudades de Brasil, 2014

AM	Reducción (ton/año)					Reducción (%)				
	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Belo Horizonte	634	118	2.144	64	563.631	84	95	60	90	85
Brasília	421	67	1.148	46	196.280	86	94	70	95	77
Curitiba	409	75	1.365	36	253.066	87	96	75	93	81
Florianópolis	126	22	419	11	78.648	86	96	70	92	81
Manaos	278	49	908	25	179.717	87	96	69	92	83
Porto Alegre	444	80	1.428	43	548.993	85	95	60	90	90
Recife	460	82	1.509	42	294.991	87	96	69	92	83
Río de Janeiro	2.520	445	8.637	223	1.257.418	88	96	77	94	78
Salvador	466	86	1.594	44	277.866	86	96	69	92	80
São Paulo	2.531	480	8.656	236	1.442.729	83	95	72	93	74
<b>Total</b>	<b>8.290</b>	<b>1.502</b>	<b>27.808</b>	<b>771</b>	<b>5.093.337</b>	<b>85</b>	<b>96</b>	<b>71</b>	<b>93</b>	<b>79</b>

Respecto a los contaminantes locales (CO, HC, NOx y MP) la reducción promedio sería de 85%, 96%, 71% y 93% respectivamente, lo que representa valores muy positivos. Los valores en toneladas por año son 8.000, 1.500, 28.000 y 771. Como en Brasil la mayoría de los vehículos son más nue-

vos, con niveles bajos de contaminación, las reducciones porcentuales presentan poca variación entre las ciudades. Respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se estimó una reducción promedio de 79%, con la eliminación de 5 millones de toneladas anuales.

Reducción de emisiones locales, ciudades de Brasil

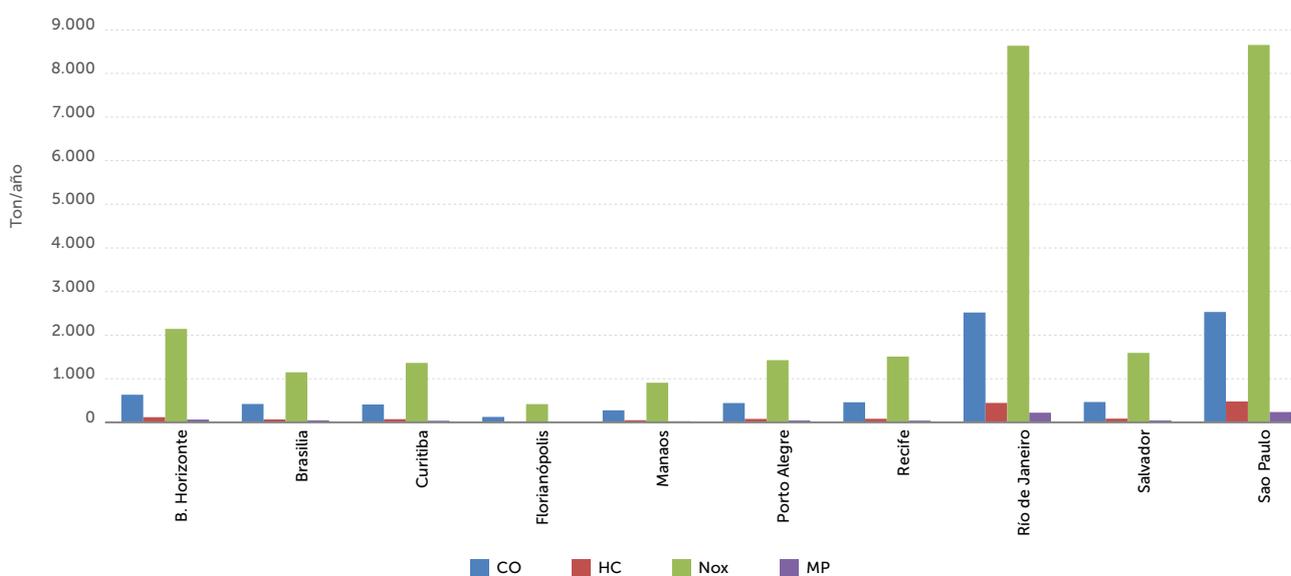


Figura 22. Reducción de contaminantes locales, ciudades brasileñas, 2014. CO: Monóxido de carbono; HC: hidrocarburos; NOx: Óxidos de Nitrógeno; MP: material particulado; CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono.

## DATOS DETALLADOS POR ÁREA METROPOLITANA – BRASIL

De manera similar a la sección 4.2, a continuación se detallan los cambios específicos propuestos en la flota de transporte público en las ciudades de Brasil. Para cada área metropolitana se muestra la composición actual de la flota y la composición propuesta bajo el escenario radical de

sustitución.

Además de los cambios en la flota, se presenta la reducción en emisiones para cada categoría vehicular en cada área metropolitana. Nuevamente, esta reducción se estima para los cuatro contaminantes criterio y el CO<sub>2</sub>.

### Cambio en la flota y en las emisiones, Belo Horizonte

**Tabla 61: Cambio en la flota, Belo Horizonte, 2014**

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
<i>Microbús</i>	Hasta Euro 2	139	
	Euro 3	347	
	Euro 5	211	
	Batería		164
	GNV		164
	B100 Euro 5		264
	B100 Euro 5f		105
	Subtotal	697	697
<i>Autobús básico</i>	Hasta Euro 2	1.279	
	Euro 3	1.921	
	Euro 5	3.203	
	Batería		801
	GNV		799
	B100 Euro 5		2.400
	B100 Euro 5f		1.602
	Híbrido B100		801
Subtotal	6.403	6.403	
<i>Autobús articulado</i>	Euro 3	219	
	Euro 5	220	
	Batería		110
	GNV		110
	B100 Euro 5		109
	Híbrido B100		110
	Subtotal	439	439
<b>Total general</b>		<b>7.539</b>	<b>7.539</b>

Tabla 62: Cambio en las emisiones, Belo Horizonte, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	139	
	Euro 3	347	
	Euro 5	211	
	Batería		164
	GNV		164
	B100 Euro 5		264
	B100 Euro 5f		105
	Subtotal	697	697
Autobús básico	Hasta Euro 2	1.279	
	Euro 3	1.921	
	Euro 5	3.203	
	Batería		801
	GNV		799
	B100 Euro 5		2.400
	B100 Euro 5f		1.602
	Subtotal	6.403	6.403
Autobús articulado	Euro 3	219	
	Euro 5	220	
	Batería		110
	GNV		110
	B100 Euro 5		109
	Híbrido B100		110
	Subtotal	439	439
<b>Total general</b>		<b>7.539</b>	<b>7.539</b>

### Reducción de emisiones locales, Belo Horizonte

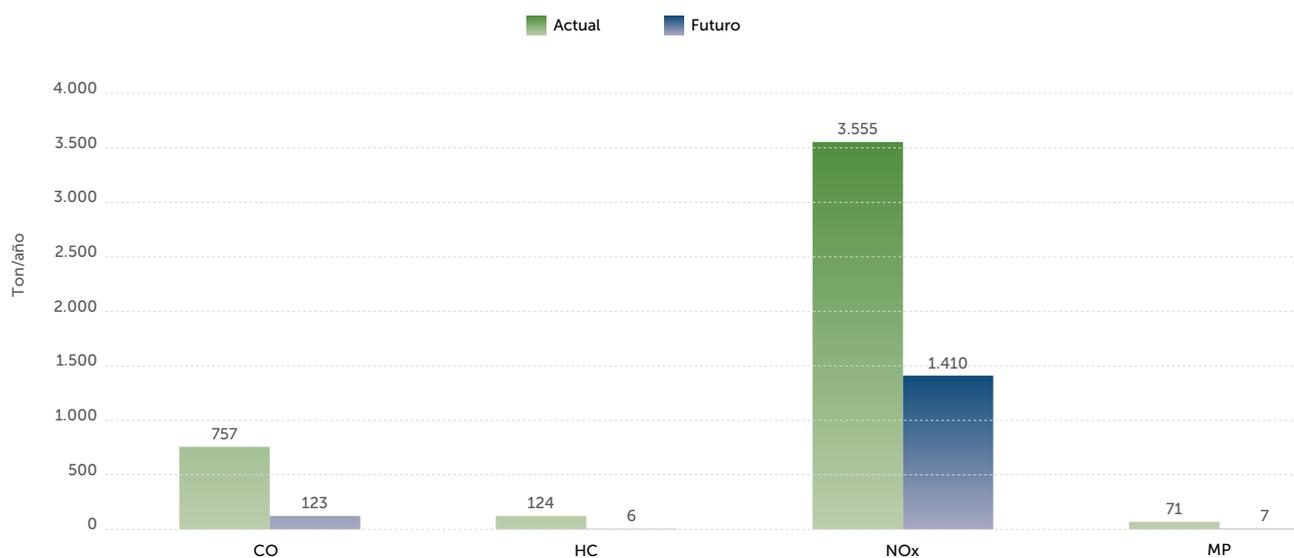


Figura 23. Reducción de emisiones locales, Belo Horizonte, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Brasilia

Tabla 63: Cambio en la flota, Brasilia, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Combi/van	Diésel	676	
	Diésel Euro 5		225
	Diésel Euro 5f		225
	GNV		226
	Subtotal	676	676
Microbús	Hasta Euro 2	82	
	Euro 3	206	
	Euro 5	124	
	Batería		138
	GNV		138
	B100 Euro 5		136
Subtotal	412	412	
Autobús básico	Hasta Euro 2	464	
	Euro 3	1.161	
	Euro 5	697	
	Batería		407
	GNV		406
	B100 Euro 5		754
	B100 Euro 5f		348
	Híbrido B100		407
Subtotal	2.322	2.322	
Autobús articulado	Euro 3	29	
	Euro 5	29	
	Batería		15
	GNV		14
	B100 Euro 5		14
	Híbrido B100		15
Subtotal	58	58	
<b>Total general</b>		<b>3.468</b>	<b>3.468</b>

Tabla 64: Cambio en las emisiones, Brasilia, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Combi/van	BAU	676	132	13	117	17	24.539
	Propuesta		13	2	22	0	11.558
	Variación (%)		-90%	-86%	-81%	-100%	-53%
Microbús	BAU	412	22	5	135	3	19.434
	Propuesta		11	0	43	0	8.808
	Variación (%)		-52%	-90%	-68%	-92%	-55%
Autobús básico	BAU	2.322	329	53	1.351	28	203.407
	Propuesta		43	2	409	2	38.093
	Variación (%)		-87%	-96%	-70%	-92%	-81%

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús articulado	BAU	58	6	1	27	1	9.013
	Propuesta		1	0	8	0	1.655
	Variación (%)		-79%	-93%	-70%	-91%	-82%
Total	BAU	3.468	489	72	1.630	48	256.393
	Propuesta		68	4	482	2	60.114
	Variación (%)		-86%	-94%	-70%	-95%	-77%

### Reducción de emisiones locales, Brasilia

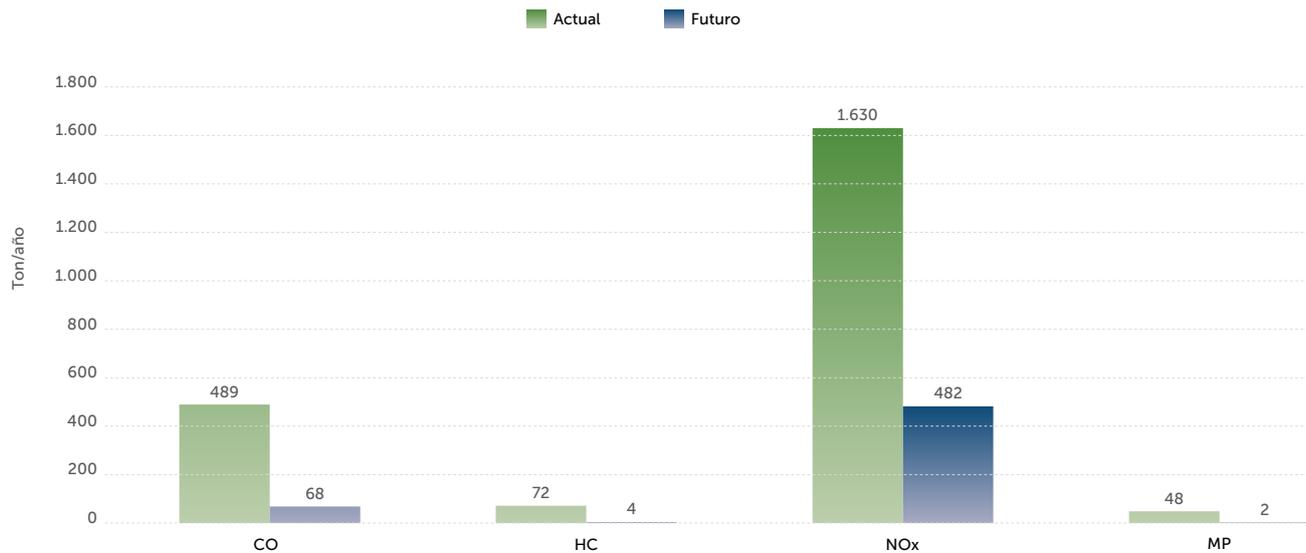


Figura 24. Reducción de emisiones locales, Brasilia, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Curitiba

Tabla 65: Cambio en la flota, Curitiba, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	13	
	Euro 3	295	
	Euro 5	34	
	Batería		104
	GNV		102
	B100 Euro 5		119
	B100 Euro 5f		17
	Subtotal		342

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	625	
	Euro 3	574	
	Euro 5	76	
	Batería		301
	GNV		299
	B100 Euro 5		337
	B100 Euro 5f		38
	Híbrido B100		300
	Subtotal	1.275	1.275
Autobús Padrón	Hasta Euro 2	86	
	Euro 3	339	
	Euro 5	56	
	Batería		107
	GNV		106
	B100 Euro 5		133
	B100 Euro 5f		28
	Híbrido B100		107
	Subtotal	481	481
Autobús articulado	Hasta Euro 2	54	
	Euro 3	427	
	Euro 5	66	
	Batería		121
	GNV		120
	B100 Euro 5		153
	B100 Euro 5f		33
	Híbrido B100		120
	Subtotal	547	547
Autobús biarticulado	Hasta Euro 2	40	
	Euro 3	234	
	Euro 5	30	
	B100 Euro 5		150
	B100 Euro 5f		154
	Subtotal	304	304
<b>Total general</b>		<b>2.949</b>	<b>2.949</b>

Tabla 66: Cambio en las emisiones, Curitiba, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	342	4	1	21	0	3.081
	Propuesta		8	0	36	0	6.510
	Variación (%)		128%	-54%	68%	-61%	111%
Autobús básico	BAU	1.275	231	39	923	19	111.690
	Propuesta		28	1	190	1	28.054
	Variación (%)		-88%	-97%	-79%	-94%	-75%
Autobús Padrón	BAU	481	85	13	320	7	59.271
	Propuesta		10	0	75	0	9.945
	Variación (%)		-88%	-96%	-77%	-94%	-83%

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús articulado	BAU	547	96	15	359	8	85.004
	Propuesta		12	1	85	1	14.184
	Variación (%)		-88%	-96%	-76%	-94%	-83%
Autobús biarticulado	BAU	304	55	9	204	4	52.714
	Propuesta		3	0	77	0	0
	Variación (%)		-95%	-98%	-62%	-93%	-100%
Total	BAU	2.949	470	77	1.828	39	311.760
	Propuesta		60	3	463	3	58.693
	Variación (%)		-87%	-96%	-75%	-93%	-81%

### Reducción de emisiones locales, Curitiba

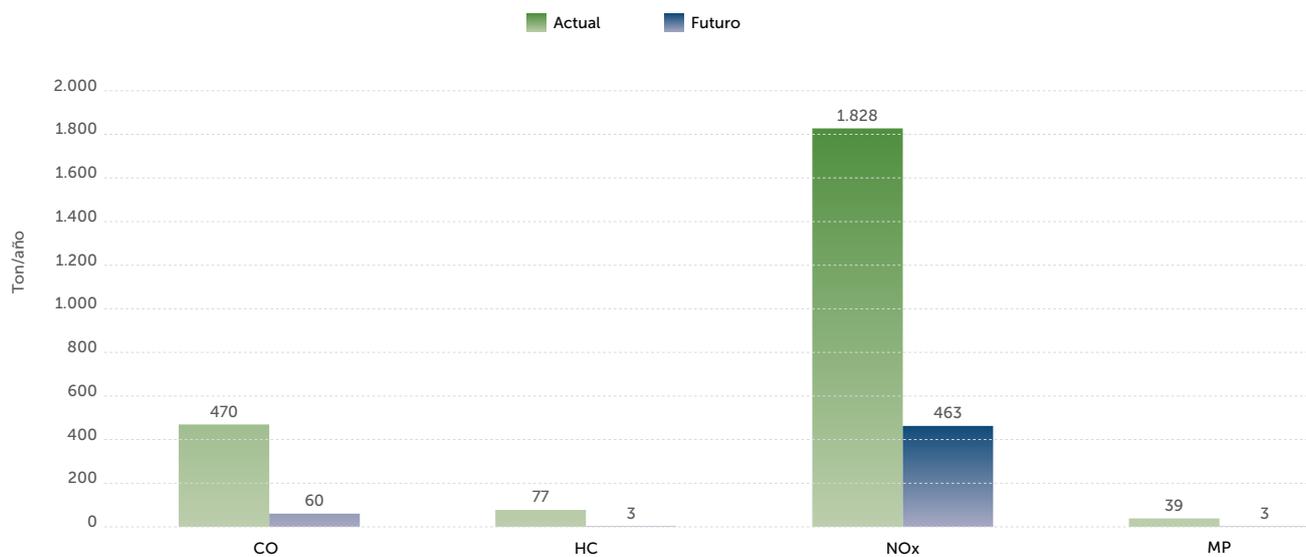


Figura 25. Reducción de emisiones locales, Curitiba, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Florianópolis

Tabla 67: Cambio en la flota, Florianópolis, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	193	
	Euro 3	486	
	Euro 5	291	
	Batería		171
	GNV		171
	B100 Euro 5		311
	B100 Euro 5f		146
	Híbrido B100		171
	Subtotal		970

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Euro 3	38	
	Euro 5	39	
	Batería		19
	GNV		19
	B100 Euro 5		19
	Híbrido B100		20
	Subtotal	77	77
<b>Total general</b>		<b>1.047</b>	<b>1.047</b>

Tabla 68: Cambio en las emisiones, Florianópolis, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	970	138	22	564	12	84.972
	Propuesta		18	1	170	1	16.044
	Variación (%)		-87%	-96%	-70%	-92%	-81%
Autobús articulado	BAU	77	8	1	36	1	11.966
	Propuesta		2	0	11	0	2.246
	Variación (%)		-79%	-93%	-69%	-90%	-81%
Total	BAU	1.047	146	23	600	12	96.938
	Propuesta		20	1	181	1	18.290
	Variación (%)		-86%	-96%	-70%	-92%	-81%

### Reducción de emisiones locales, Florianópolis

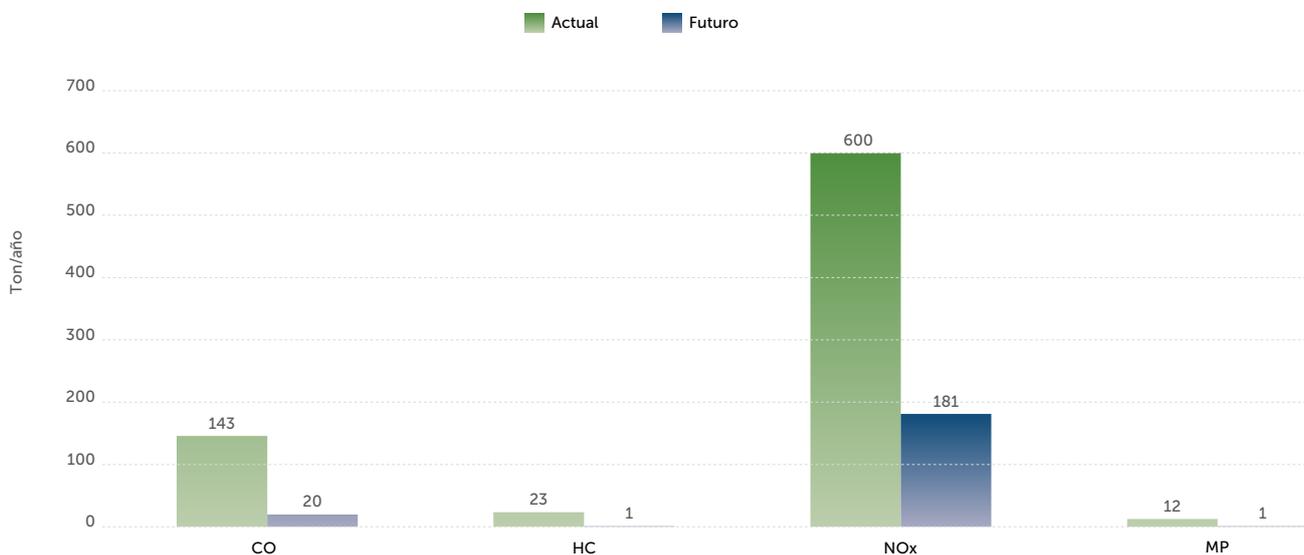


Figura 26. Reducción de emisiones locales, Florianópolis, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Manaos

Tabla 69: Cambio en la flota, Manaos, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	3	
	Euro 3	8	
	Euro 5	5	
	Batería		6
	GNV		4
	B100 Euro 5		6
	Subtotal	16	16
Autobús básico	Hasta Euro 2	417	
	Euro 3	1.043	
	Euro 5	627	
	Batería		365
	GNV		365
	B100 Euro 5		678
	B100 Euro 5f		314
	Hibrido B100		365
Subtotal	2.087	2.087	
Autobús articulado	Euro 3	108	
	Euro 5	110	
	Batería		27
	GNV		27
	B100 Euro 5		81
	B100 Euro 5f		56
	Hibrido B100		27
Subtotal	218	218	
<b>Total general</b>		<b>2.321</b>	<b>2.321</b>

Tabla 70: Cambio en las emisiones, Manaos, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	16	1	0	5	0	711
	Propuesta		0	0	1	0	255
	Variación (%)		-61%	-92%	-70%	-93%	-64%
Autobús básico	BAU	2.087	296	48	1.214	25	182.821
	Propuesta		39	2	368	2	34.246
	Variación (%)		-87%	-96%	-70%	-92%	-81%
Autobús articulado	BAU	218	23	3	101	2	33.877
	Propuesta		3	0	43	0	3.191
	Variación (%)		-86%	-95%	-57%	-90%	-91%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>	<b>2.321</b>	<b>320</b>	<b>51</b>	<b>1.320</b>	<b>27</b>	<b>217.409</b>
	<b>Propuesta</b>		<b>42</b>	<b>2</b>	<b>413</b>	<b>2</b>	<b>37.693</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-87%</b>	<b>-96%</b>	<b>-69%</b>	<b>-92%</b>	<b>-83%</b>

### Reducción de emisiones locales, Manaos

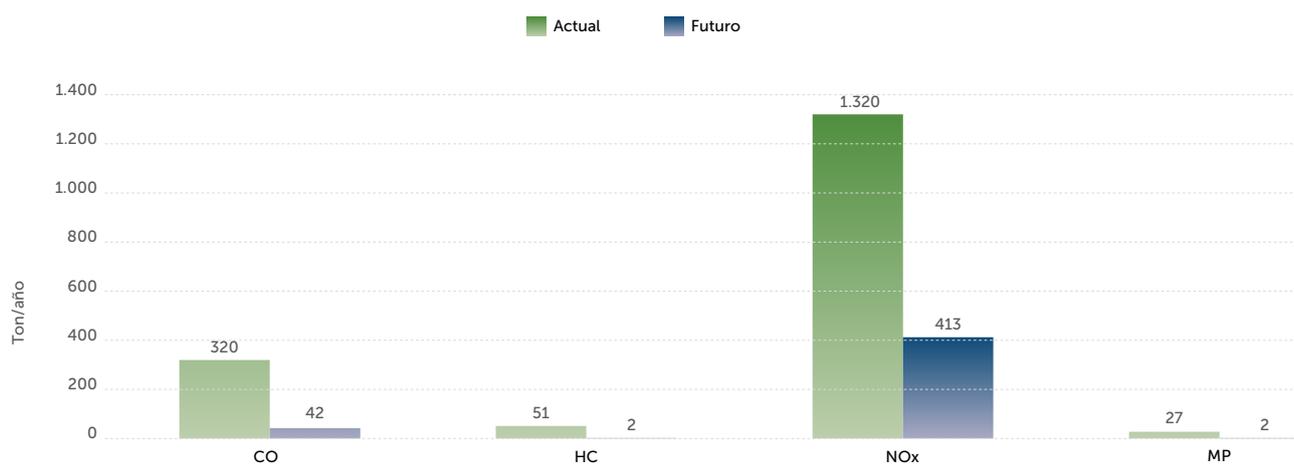


Figura 27. Reducción de emisiones locales, Manaos, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Porto Alegre

Tabla 71: Cambio en la flota, Porto Alegre, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús básico	Hasta Euro 2	32	
	Euro 3	78	
	Euro 5	46	
	Batería		29
	GNV		29
	B100 Euro 5		46
	B100 Euro 5f		23
	Híbrido B100		29
	Subtotal		156
Autobús Padrón	Hasta Euro 2	880	
	Euro 3	1.323	
	Euro 5	2.203	
	Batería		552
	GNV		549
	B100 Euro 5		1.651
	B100 Euro 5f		1.102
	Híbrido B100		552
	Subtotal	4.406	
Autobús articulado	Euro 3	167	
	Euro 5	165	
	Batería		43
	GNV		42
	B100 Euro 5		122
	B100 Euro 5f		82
	Híbrido B100		43
Subtotal	332		332
<b>Total general</b>		<b>4.894</b>	<b>4.894</b>

Tabla 72: Cambio en las emisiones, Porto Alegre, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Autobús básico	BAU	156	22	4	91	2	13.666
	Propuesta		3	0	27	0	2.721
	Variación (%)		-87%	-96%	-71%	-93%	-80%
Autobús Padrón	BAU	4.406	463	75	2.147	43	542.929
	Propuesta		69	3	874	4	51.510
	Variación (%)		-85%	-95%	-59%	-90%	-91%
Autobús articulado	BAU	332	36	5	156	3	51.593
	Propuesta		5	0	65	0	4.964
	Variación (%)		-86%	-95%	-58%	-90%	-90%
Total	BAU	4.894	521	84	2.394	48	608.188
	Propuesta		77	4	966	5	59.195
	Variación (%)		-85%	-95%	-60%	-90%	-90%

Reducción de emisiones locales, Porto Alegre

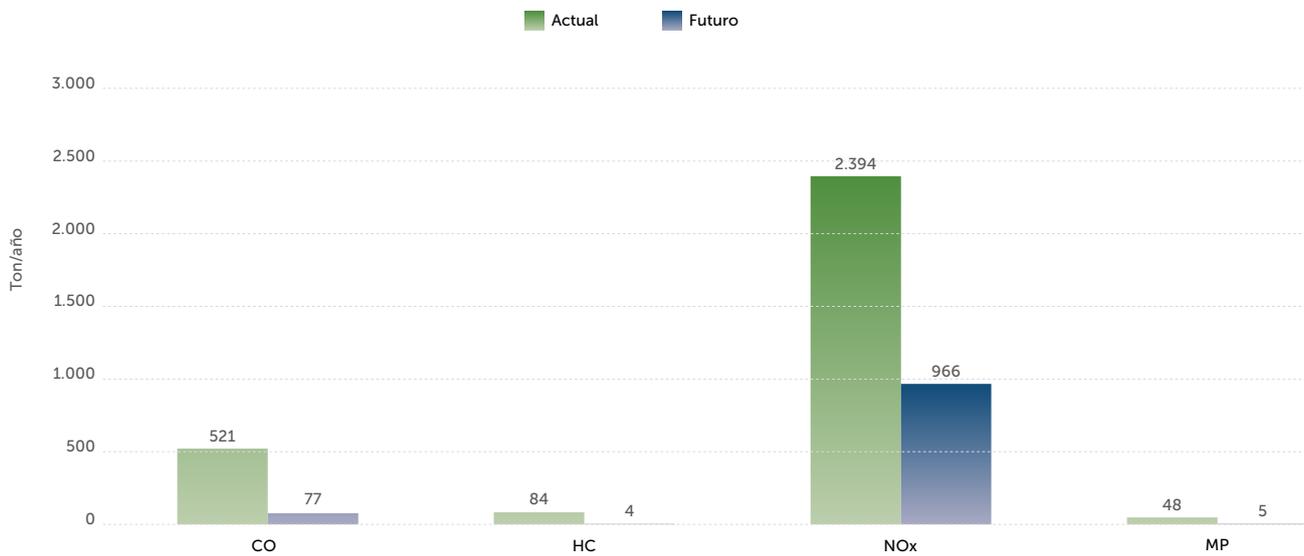


Figura 28. Reducción de emisiones locales, Porto Alegre, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Recife

Tabla 73: Cambio en la flota, Recife, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	12	
	Euro 3	28	
	Euro 5	16	
	Batería		24
	GNV		13
	B100 Euro 5		19
	Subtotal	56	56
Autobús básico	Hasta Euro 2	693	
	Euro 3	1.733	
	Euro 5	1.041	
	Batería		607
	GNV		606
	B100 Euro 5		1.126
	B100 Euro 5f		520
	Híbrido B100		608
	Subtotal	3.467	3.467
Autobús articulado	Euro 3	164	
	Euro 5	164	
	Batería		41
	GNV		41
	B100 Euro 5		122
	B100 Euro 5f		83
	Híbrido B100		41
	Subtotal	328	328
<b>Total general</b>		<b>3.851</b>	<b>3.851</b>

Tabla 74: Cambio en las emisiones, Recife, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	56	3	1	20	0	2.844
	Propuesta		1	0	5	0	830
	Variación (%)		-68%	-94%	-76%	-94%	-71%
Autobús básico	BAU	3.467	491	79	2.017	42	303.709
	Propuesta		64	3	610	3	56.858
	Variación (%)		-87%	-96%	-70%	-92%	-81%
Autobús articulado	BAU	328	36	5	153	3	50.971
	Propuesta		5	0	65	0	4.846
	Variación (%)		-86%	-95%	-58%	-90%	-90%
Total	BAU	3.851	530	85	2.190	45	357.524
	Propuesta		70	3	680	4	62.534
	Variación (%)		-87%	-96%	-69%	-92%	-83%

### Reducción de emisiones locales, Recife

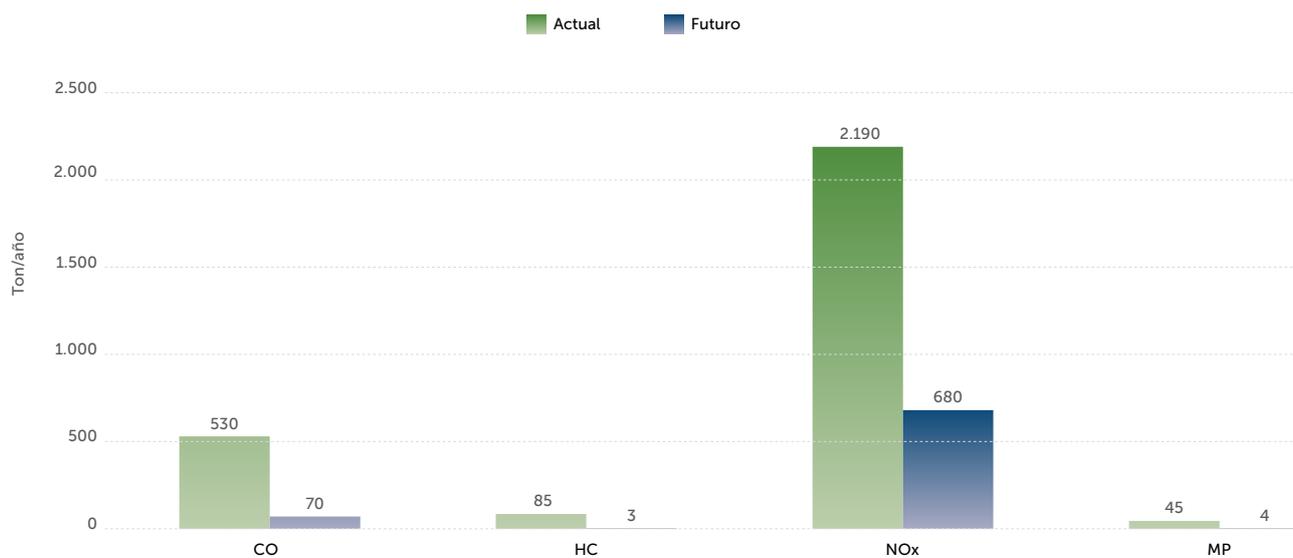


Figura 29. Reducción de emisiones locales, Recife, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, Río de Janeiro

Tabla 75: Cambio en la flota, Río de Janeiro, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
<i>Microbús</i>	Hasta Euro 2	916	
	Euro 3	610	
	Diésel Euro 5		610
	Batería		306
	GNV		305
	B100 Euro 5		305
	Subtotal	1.526	1.526
<i>Autobús básico</i>	Hasta Euro 2	871	
	Euro 3	11.475	
	Euro 5	2.211	
	Batería		3.088
	GNV		3.085
	B100 Euro 5		4.190
	B100 Euro 5f		1.106
	Híbrido B100		3.088
Subtotal	14.557	14.557	
<i>Autobús Padrón</i>	Hasta Euro 2	28	
	Euro 3	280	
	Euro 5	13	
	Batería		78
	GNV		77
	B100 Euro 5		81
	B100 Euro 5f		7
	Híbrido B100		78
Subtotal	321	321	

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Euro 3	279	
	Euro 5	273	
	Batería		73
	GNV		67
	B100 Euro 5		203
	B100 Euro 5f		136
	Híbrido B100		73
	Subtotal	552	552
<b>Total general</b>		<b>16.956</b>	<b>16.956</b>

Tabla 76: Cambio en las emisiones, Río de Janeiro, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	1.526	248	57	1.511	29	217.092
	Propuesta		27	1	164	1	55.609
	Variación (%)		-89%	-97%	-89%	-96%	-74%
Autobús básico	BAU	14.557	2.494	386	9.284	200	1.275.193
	Propuesta		301	15	2.321	13	289.450
	Variación (%)		-88%	-96%	-75%	-93%	-77%
Autobús Padrón	BAU	321	61	10	222	5	39.555
	Propuesta		7	0	47	0	7.225
	Variación (%)		-88%	-96%	-79%	-94%	-82%
Autobús articulado	BAU	552	60	9	260	5	85.781
	Propuesta		8	0	108	1	7.919
	Variación (%)		-86%	-95%	-58%	-90%	-91%
Total	BAU	16.956	2.864	461	11.277	239	1.617.621
	Propuesta		344	17	2.641	15	360.203
	Variación (%)		-88%	-96%	-77%	-94%	-78%

### Reducción de emisiones locales, Río de Janeiro

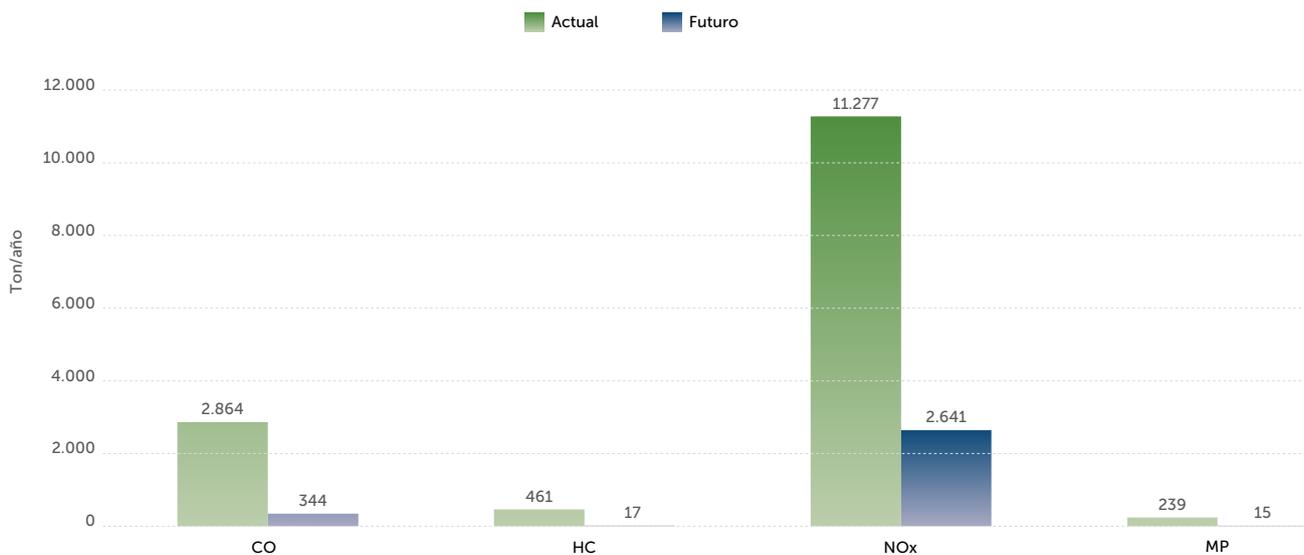


Figura 30. Reducción de emisiones locales, Río de Janeiro, 2014

## Cambio en la flota y en las emisiones, Salvador

Tabla 77: Cambio en la flota, Salvador, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	110	
	Euro 3	274	
	Euro 5	165	
	Batería		132
	GNV		126
	B100 Euro 5		207
	B100 Euro 5f		84
	Subtotal	549	549
Autobús básico	Hasta Euro 2	725	
	Euro 3	1.814	
	Euro 5	1.089	
	Batería		636
	GNV		634
	B100 Euro 5		1.178
	B100 Euro 5f		545
	Subtotal	3.628	3.628
Autobús articulado	Euro 5	12	
	Batería		3
	GNV		3
	B100 Euro 5		3
	Híbrido B100		3
	Subtotal	12	12
<b>Total general</b>		<b>4.189</b>	<b>4.189</b>

Tabla 78: Cambio en las emisiones, Salvador, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	549	30	7	182	3	26.070
	Propuesta		10	0	60	0	8.042
	Variación (%)		-66%	-93%	-67%	-93%	-69%
Autobús básico	BAU	3.628	514	83	2.110	44	317.813
	Propuesta		67	3	639	3	59.485
	Variación (%)		-87%	-96%	-70%	-92%	-81%
Autobús articulado	BAU	12	0	0	3	0	1.865
	Propuesta		0	0	2	0	355
	Variación (%)		37%	-34%	-39%	-74%	-81%
<b>Total</b>	<b>BAU</b>	<b>4.189</b>	<b>544</b>	<b>89</b>	<b>2.295</b>	<b>47</b>	<b>345.748</b>
	<b>Propuesta</b>		<b>78</b>	<b>4</b>	<b>700</b>	<b>4</b>	<b>67.882</b>
	<b>Variación (%)</b>		<b>-86%</b>	<b>-96%</b>	<b>-69%</b>	<b>-92%</b>	<b>-80%</b>

### Reducción de emisiones locales, Salvador

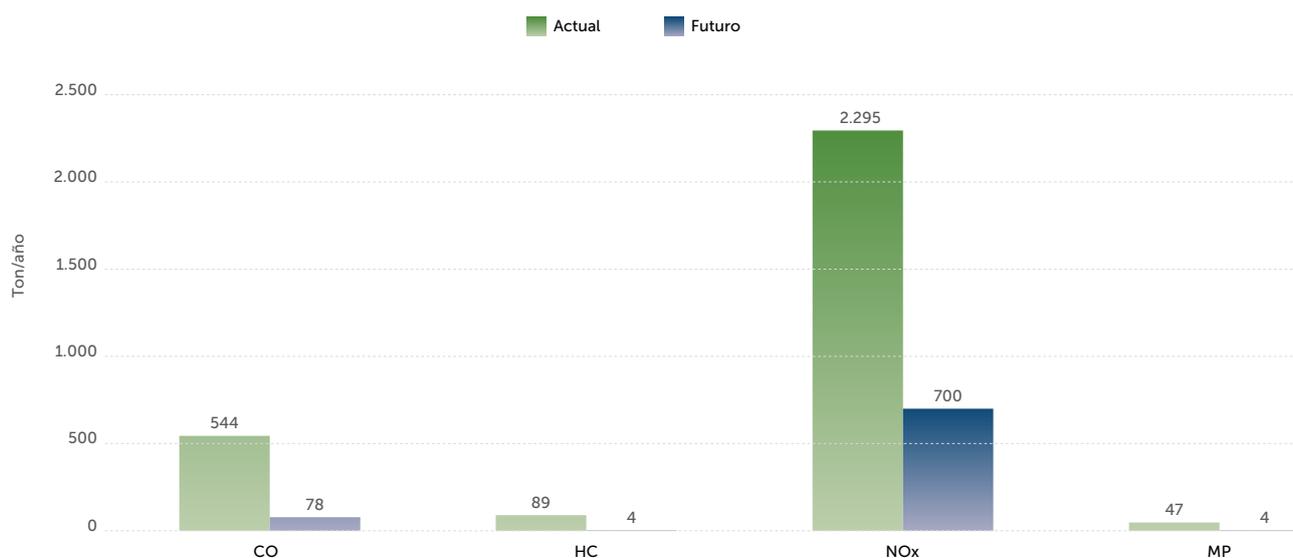


Figura 31. Reducción de emisiones locales, Salvador, 2014

### Cambio en la flota y en las emisiones, São Paulo

Tabla 79: Cambio en la flota, São Paulo, 2014

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Microbús	Hasta Euro 2	358	
	Euro 3	6.123	
	Euro 5	580	
	Batería		2.160
	GNV		2.160
	B100 Euro 5		2.450
	B100 Euro 5f		291
	Subtotal	7.061	7.061
Autobús básico	Hasta Euro 2	3.244	
	Euro 3	4.190	
	Euro 5	639	
	Batería		1.859
	GNV		1.859
	B100 Euro 5		2.177
	B100 Euro 5f		319
	Híbrido B100		1.859
Subtotal	8.073	8.073	
Autobús Padrón	Hasta Euro 2	1.080	
	Euro 3	4.316	
	Euro 5	698	
	Batería		1.350
	GNV		1.349
	B100 Euro 5		1.696
	B100 Euro 5f		350
	Híbrido B100		1.349
Subtotal	6.094	6.094	

Clase de vehículo	Energía	Actual	Futuro
Autobús articulado	Hasta Euro 2	204	
	Euro 3	1.681	
	Euro 5	265	
	Batería		473
	GNV		471
	B100 Euro 5		601
	B100 Euro 5f		132
	Híbrido B100		473
Subtotal	2.150	2.150	
Autobús biarticulado	Hasta Euro 2	43	
	Euro 3	268	
	Euro 5	36	
	B100 Euro 5		172
	B100 Euro 5f		175
	Subtotal	347	347
<b>Total general</b>		<b>23.725</b>	<b>23.725</b>

Tabla 8o: Cambio en las emisiones, São Paulo, 2014

Clase de vehículo	Escenario	Flota	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Microbús	BAU	7.061	97	22	591	11	84.846
	Propuesta		169	8	746	3	137.862
	Variación (%)		75%	-65%	26%	-71%	62%
Autobús básico	BAU	8.073	1.443	242	5.699	121	707.195
	Propuesta		176	8	1.222	7	174.421
	Variación (%)		-88%	-97%	-79%	-94%	-75%
Autobús Padrón	BAU	6.094	1.074	171	4.065	87	750.933
	Propuesta		130	6	946	6	126.570
	Variación (%)		-88%	-96%	-77%	-94%	-83%
Autobús articulado	BAU	2.150	378	59	1.408	30	334.110
	Propuesta		45	2	335	2	55.672
	Variación (%)		-88%	-96%	-76%	-94%	-83%
Autobús biarticulado	BAU	347	62	10	231	5	60.170
	Propuesta		3	0	88	0	0
	Variación (%)		-95%	-98%	-62%	-93%	-100%
Total	BAU	23.725	3.054	504	11.994	255	1.937.254
	Propuesta		523	25	3.338	19	494.525
	Variación (%)		-83%	-95%	-72%	-93%	-74%

### Reducción de emisiones locales, Sao Paulo

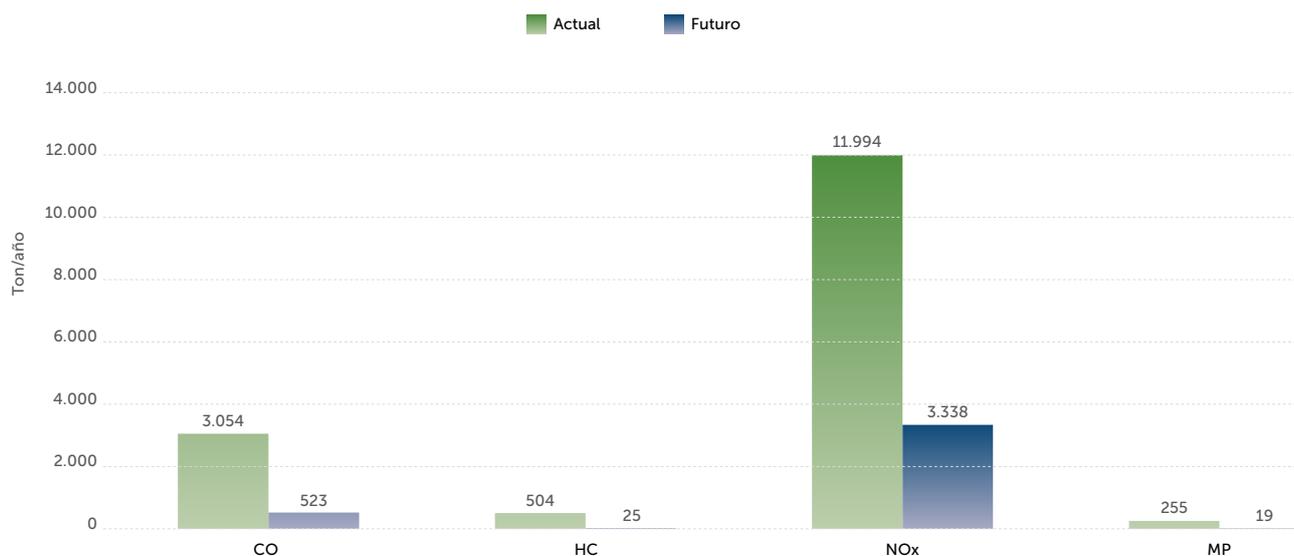


Figura 32. Reducción de emisiones locales, São Paulo, 2014

## EL IMPACTO POR CLASE DE VEHÍCULO

Tabla 81: Reducción de emisiones (ton/año.) por clase de vehículo actual, 2014

Clase de vehículo actual	CO	HC	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Taxi colectivo	19.778	2.588	4.270	388	313.204
Jeep	11.122	1.451	597	18	47.103
Combi/van	21.287	2.408	22.347	3.311	3.060.671
Microbús	12.882	3.168	70.019	1.451	7.803.812
Autobús estándar	20.421	3.549	54.250	1.322	4.600.227
Autobús Padrón	1.550	274	5.126	139	1.222.955
Autobús articulado	1.156	197	3.974	100	839.372
Autobús biarticulado	115	19	279	10	112.883
<b>Total</b>	<b>88.311</b>	<b>13.653</b>	<b>160.861</b>	<b>6.738</b>	<b>18.000.227</b>

La Tabla 81, revela que el monóxido de carbono (CO) tendría su mayor reducción con los cambios en combi/vans y taxis colectivos. Para los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno lograrían mayores reducciones con los cambios en los microbuses y autobuses estándar. Mientras que,

los cambios en los combis/vans y en los microbuses contribuirían más para la reducción de emisiones de material particulado (MP). Finalmente, la mayor parte de la reducción de CO<sub>2</sub> se lograría con los cambios en los microbuses y ómnibus estándar.

### Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

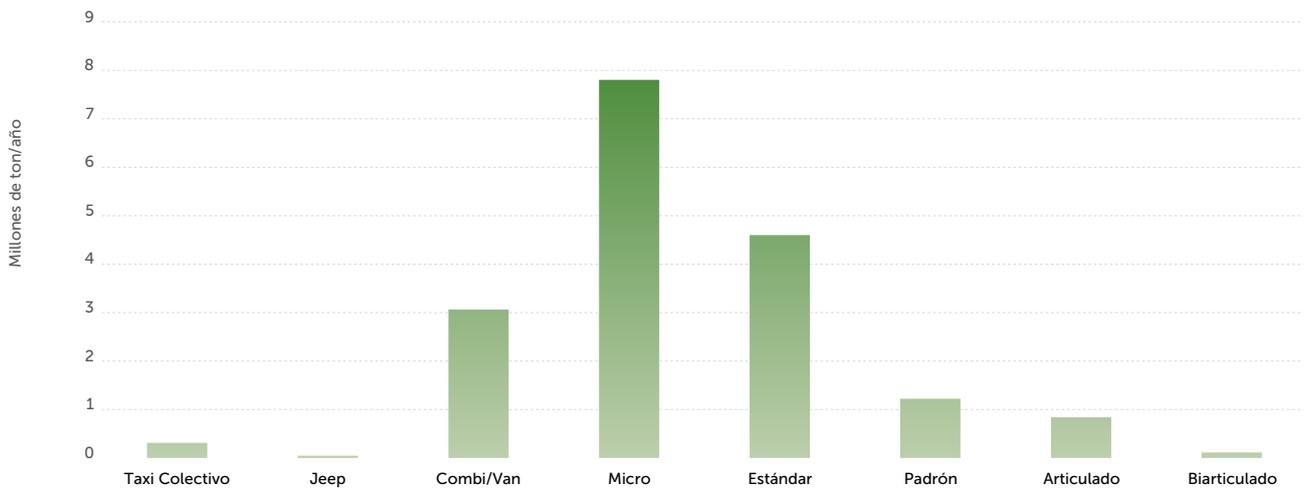


Figura 33. Reducción de emisión de CO<sub>2</sub> por clase de vehículo, 2014



## 5. COSTOS DE LA SUSTITUCIÓN

Se hizo una estimación preliminar y sencilla de los costos de la sustitución de los vehículos, apenas para tener una idea sobre el orden de magnitud del proceso. Se usaron datos de las ciudades y de documentos técnicos del área. De modo general los valores varían entre USD 11.000 para jeeps usados y USD 366.000 para vehículos bi-articulados híbridos. Algunos valores de la realidad de cada ciudad pueden ser muy distintos de los usados en los cálculos.

La Tabla 82 resume los costos de cada área metropolitana

y la relación entre costo de sustitución y la recaudación del sistema, como forma de analizar el tiempo requerido para pagar por la sustitución. Se puede observar que en la mayoría de los casos el gasto líquido corresponde a un porcentaje modesto del recaudo anual del sistema, lo que significa que existe una gran oportunidad de implementar la sustitución deseada. Sin embargo, hay casos en que los costos son mucho mayores que la recaudación, lo cual implica aportes extras de recursos para su consecución.

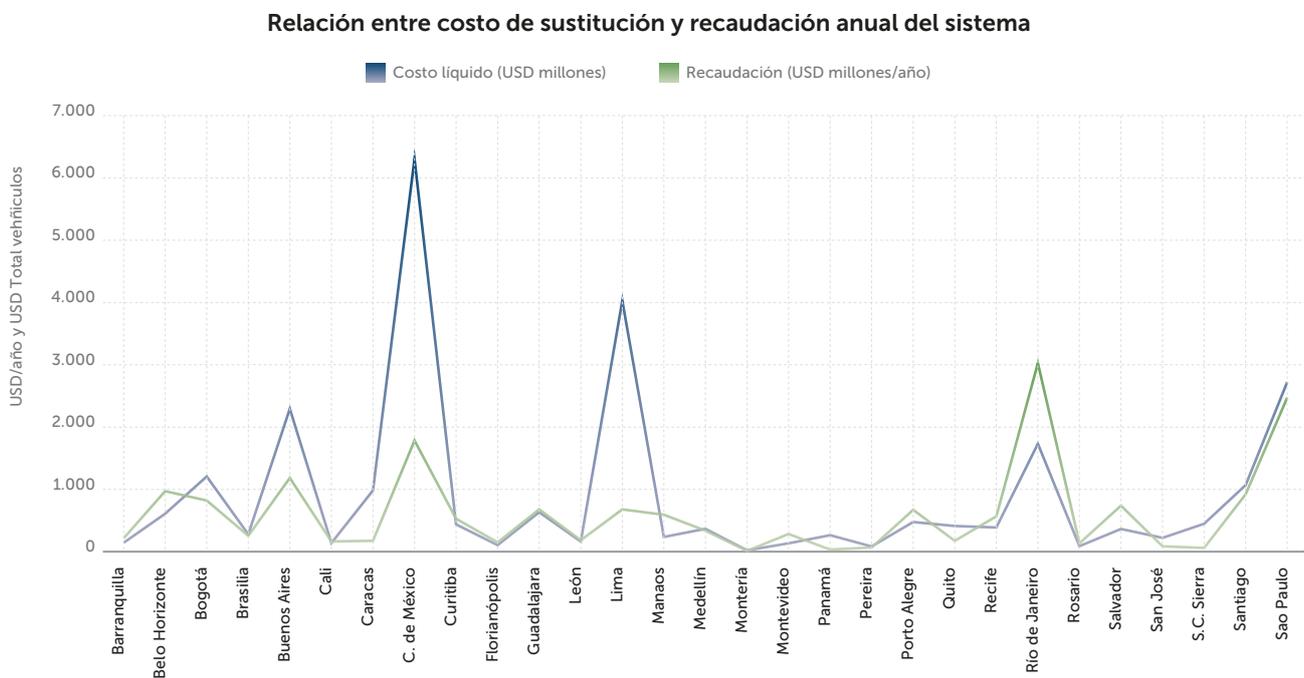


Figura 34. Relación entre costo de sustitución y recaudación anual del sistema, 2014

**Tabla 82: Costos totales de la sustitución de los vehículos, 2014**

Área metropolitana	Valor vehículos (millones USD)			Costo/recaudación
	Actuales	Nuevos	Costo líquido	
Barranquilla	61	205	143	0,67
Belo Horizonte	589	1.199	610	0,63
Bogotá	486	1.692	1.206	1,47
Brasilia	196	474	278	1,09
Buenos Aires	692	2.987	2.295	1,94
Cali	66	205	139	0,85
Caracas	304	1.287	982	5,64
Ciudad de México	4.411	10.714	6.303	3,53
Curitiba	151	589	438	0,83
Florianópolis	70	174	104	0,70
Guadalajara	175	808	633	0,93
León	69	231	162	0,88
Lima	2.759	6.786	4.028	5,95
Manaos	155	391	236	0,40
Medellín	124	490	366	1,08
Montería	9	31	22	1,87
Montevideo	73	206	133	0,47
Panamá	72	337	265	7,81
Pereira	25	109	84	1,24
Porto Alegre	480	957	477	0,71
Quito	76	488	413	2,39
Recife	255	642	387	0,68
Río de Janeiro	862	2.595	1.733	0,57
Rosario	25	115	90	0,67
Salvador	250	615	365	0,49
San José	62	283	222	2,58
Santa Cruz de la Sierra	364	813	448	7,47
Santiago	453	1.522	1.069	1,16
São Paulo	1.006	3.728	2.722	1,10
<b>Total</b>	<b>14.317</b>	<b>40.671</b>	<b>26.354</b>	<b>1,47</b>

Recaudación anual del sistema (viajes realizados x tarifa). Existe la posibilidad de promover la chatarrización de los vehículos viejos, caso en que el costo líquido de la sustitución sería más elevado. Esto se ha hecho en algunas ciudades de la región, especialmente en Colombia.

## 6. CONCLUSIÓN

La sustitución de la flota actual de vehículos de transporte colectivo en las 29 áreas urbanas del OMU representaría una gran reducción en las emisiones de contaminantes locales y de CO<sub>2</sub> según el escenario planteado en este estudio.

En el caso de las ciudades hispanoamericanas, el impacto sería consecuencia del cambio de vehículos muy viejos y contaminantes por vehículos más modernos y menos contaminantes. En el caso de Brasil, donde los vehículos son más nuevos, la reducción en las emisiones ocurriría más debido al uso de combustibles menos contaminantes, como el bio-diésel (B20) y la implementación de ómnibuses híbridos.

La estimación sobre el impacto de uso de los filtros “retrofit” en vehículos viejos y muy contaminantes, mostró que estos propiciarían una gran reducción en las emisiones de material particulado (MP), que es uno de los peores contaminantes para la salud pública. Algunas experiencias importantes, tales como la adopción de filtros a bajo costo en más del 50% de la flota de autobuses de Santiago y la reciente iniciativa de Bogotá con la instalación de miles de filtros en el sistema Transmilenio, indican vías de éxito para otras grandes ciudades de América Latina.

En todas las ciudades la reducción calculada de las emisiones de CO<sub>2</sub> fue más modesta pero también importante. Las reducciones menores en relación a las obtenidas en los contaminantes locales se explican debido al hecho de que reducir emisiones de CO<sub>2</sub> requiere reducir el consumo de combustible fósil, lo que no es posible con vehículos diésel o gasolina como los que operan actualmente. Se requeriría un cambio radical en la forma de energía – como de un vehículo diésel a uno eléctrico o con batería–.

El costo líquido de operar la sustitución sería la diferencia entre las adquisiciones y las ventas de los vehículos viejos. En gran parte de las ciudades, los costos de sustitución serían modestos frente a la recaudación anual del sistema, lo que facilitaría la operación; pero en otros casos el costo sería mucho mayor que la recaudación, lo cual requeriría recursos extras para su implantación.

Finalmente, el instrumento que se desarrolló fue utilizado para estimar los impactos de una sustitución “radical” de la flota, con el fin de alcanzar el mayor impacto. Sin embargo, este instrumento permitiría estimar de forma sencilla e inmediata los impactos de la sustitución de vehículos en cualquier escala y con cualquier combinación de formas de energía y tecnología vehicular. Esto puede ser de gran valía en estudios posteriores.

Con respecto a las posibilidades de mejora, mientras el costo no sea elevado en relación con el recaudo de los sistemas, la sustitución de los vehículos actuales enfrenta problemas relacionados a la informalidad de los servicios y al bajo poder de intervención del gobierno; una sustitución necesitaría de reglas contractuales y de planes de inversión por parte de los operadores y del gobierno.

## REFERENCIAS ADICIONALES

COPPE – Fundação Coppeltec (2012), Alternativas tecnológicas para ônibus no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Chambliss, S. (2013). The impact of stringent fuel and vehicle standards on premature mortality and emissions. Obtenido de: [https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_HealthClimateRoadmap\\_2013\\_revised.pdf](https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_HealthClimateRoadmap_2013_revised.pdf)

## ANEXOS

### DIRECTRICES DEL ESCENARIO RADICAL DE SUSTITUCIÓN DE FLOTA

#### Ciudades de Brasil

Para las ciudades brasileñas que no disponen de red de distribución de GNV, el porcentual de vehículos a GNV para la sustitución de vehículos de cada categoría y clase de emisión será cero y el nuevo porcentaje de vehículos de otras tecnologías será de 33,33%.

Los vehículos con motores diésel movidos a etanol y los kits Diésel-Gas no serán considerados en el escenario radical, visto que, actualmente, los propios fabricantes de estas tecnologías están descartando su comercialización debido a restricciones de costo – en el caso del vehículo equipado con motor diésel movido a etanol como aditivo – y de la actual imposibilidad de homologación de la tecnología por la autoridad ambiental en el caso de los kits Diésel-Gas.

Los vehículos convencionales diésel ya existentes de clase de emisiones Euro 5 son nuevos y no serán sustituidos, una vez que pueden operar de modo más limpio con la simple utilización de biodiésel puro (B100). Una parte de estos modelos podría eventualmente tener filtros para una reducción mayor al 90% de partículas finas cancerígenas residuales. Así, en el escenario agresivo, está prevista la instalación de filtros (retrofit) en 50% de las unidades en circulación.

#### Vehículos convencionales hasta Euro 2

##### Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – mini-micro

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/Biometano (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (33,33%)

##### Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – básico

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

##### Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – padrón

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100

(25%)

- Sustitución por vehículos nuevos híbridos con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – articulado**

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/ Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – biarticulado**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (50%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (50%)

#### **Vehículos convencionales Euro 3**

##### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – mini-micro**

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/ Biometano (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (33,33%)

##### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – básico**

- Sustitución por Vehículos nuevos movidos a GNV/ Biometano (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 con B100 (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos híbridos con B100

(25%)

- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

##### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – Padrón**

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/ Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

##### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – articulado**

- Sustitución por vehículos nuevos movidos a GNV/ Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos con B100 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

##### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – biarticulado**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 con B100 (50%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (50%)

#### **Vehículos convencionales Euro 5**

##### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – mini-micro**

- B100 en toda la flota
- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – básico**

- B100 en toda la flota
- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – Padrón**

- B100 en toda la flota
- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – articulado**

- B100 en toda la flota
- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – biarticulado**

- B100 en toda la flota
- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

### **Ciudades de Hispanoamérica**

Las tecnologías de bajo impacto ambiental a ser utilizadas en el escenario agresivo de sustitución de autobuses en las ciudades de Hispanoamérica serán: Euro 5 y Euro 5f (con filtro adaptado - retrofit) movidos a diésel con bajo azufre (10 a 15 ppm); híbrido-eléctrico; gas natural de última generación (EEV - GNV/biometano), eléctrico a batería; trolebús.

Los vehículos convencionales diésel ya existentes en las flotas locales de clase de emisión Euro 4 y Euro 5 son nuevos y semi-nuevos y no serán sustituidos, una vez que pueden operar de modo más limpio con el uso de filtros para reducción de más de 90% de las partículas finas. Está prevista la instalación de filtros (retrofit) en 50% de las unidades Euro 4 y Euro 5 en circulación.

#### **Vehículos convencionales hasta Euro 2**

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – mini-micro**

- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 (33,33%)
- Sustitución por Vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (33,33%)
- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (33,33%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – básico**

- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – Padrón**

- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – articulado**

- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 2 – biarticulado**

- Sustitución por Vehículos nuevos Euro 5 (50%)
- Sustitución por Vehículos nuevos eléctricos a batería (50%)

### **Vehículos convencionales Euro 3**

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – mini-micro**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (33,33%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (33,33%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – básico**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – Padrón**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3- articulado**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos EEV movidos a GNV/Biometano (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos híbridos (25%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (25%)

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 3 – biarticulado**

- Sustitución por vehículos nuevos Euro 5 (50%)
- Sustitución por vehículos nuevos eléctricos a batería (50%)

### **Vehículos convencionales Euro 4**

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 4 – mini-micro**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 4 – básico**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 4 – padrón**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 4- articulado**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión hasta Euro 4 – biarticulado**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

### **Vehículos convencionales Euro 5**

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – mini-micro**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – básico**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

#### **Vehículo de clase de emisión Euro 5 – padrón**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

**Vehículo de clase de emisión Euro 5 – articulado**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

**Vehículo de clase de emisión Euro 5 – biarticulado**

- Filtros de MP fino (retrofit) en 50% de las unidades en circulación

**Vehículos existentes a GNV y GLP**

- Sustitución por vans, microbús o autobús nuevos  
EEV movidos a GNV/Biometano (100%)

**Vehículos existentes a gasolina**

- Sustitución por vans, microbús o autobús nuevos  
EEV movidos a GNV/Biometano (100%)
- Sustitución por vans, microbús o autobús nuevos  
Euro 5 con filtro adaptado (50%) (caso no exista red local de distribución de gas)

## COSTOS DE LOS VEHÍCULOS

**Tabla 83: Costos unitarios (USD) de la sustitución de los vehículos, 2014**

Vehículo	Actuales	Nuevos
Jeeps	11.137	22.274
Taxi colectivo	13.990	27.980
Combi/van	44.687	89.374
Microbús diésel hasta Euro 2	14.154	
Microbús diésel Euro 3	21.230	
Microbús diésel Euro 4	35.384	70.768
Microbús diésel Euro 4f		73.768
Microbús diésel Euro 5		84.922
Microbús diésel Euro 5f		89.168
Microbús batería		84.922
Microbús GNV/GLP	35.384	84.922
Microbús híbrido		84.922
Autobús estándar hasta Euro 2	26.499	
Autobús estándar Euro 3	39.748	
Autobús estándar Euro 4	66.247	
Autobús estándar gasolina	66.247	
Autobús estándar GNV/GLP	66.247	132.493
Autobús estándar diésel	66.247	132.493
Autobús estándar diésel Euro 4		66.247
Autobús estándar diésel Euro 4f		69.247
Autobús estándar diésel Euro 5	132.493	158.992
Autobús estándar batería		158.992
Autobús estándar híbrido		158.992
Autobús articulado Diésel hasta Euro 2	24.619	
Autobús articulado diésel Euro 3	49.239	
Autobús articulado diésel Euro 4	73.858	
Autobús articulado diésel Euro 4f		76.858
Autobús articulado diésel Euro 5	123.907	295.432
Autobús articulado diésel Euro 5f		310.203
Autobús articulado batería		295.432
Autobús articulado GNV	147.716	295.432
Autobús articulado híbrido		295.432
Autobús biarticulado diésel Euro 4	190.599	266.839
Autobús biarticulado diésel Euro 4f		193.599
Autobús biarticulado diésel Euro 5	381.198	365.903
Autobús biarticulado diésel Euro5f		384.198
Autobús biarticulado batería		365.903
Autobús biarticulado GLP/GNV		365.903
Autobús biarticulado híbrido		365.903



