



# RESUMEN DE MÉTODO Y RESULTADOS DE TIEMPOS

DICIEMBRE 2014

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
METODO.....	1
RECORRIDOS.....	2
PERFIL DE PARTICIPANTES.....	5
TIEMPOS.....	7
CONCLUSIONES.....	9
COLABORARON EN EL DESARROLLO DEL DESAFIO .....	10
.....	10

## INTRODUCCIÓN

El programa Unibici de la Universidad de la República (UdelaR) y el colectivo Liberá tu Bicicleta (LTB) organizaron el primer Desafío Intermodal Montevideo 2014, que se llevó a cabo los días 5 y 6 de noviembre.

El objetivo del Desafío Intermodal es reflexionar sobre los distintos modos de transporte urbano al que tienen acceso las personas en Montevideo, evidenciando algunas de sus características principales como su costo, eficiencia, y connotaciones ambientales. La actividad tuvo el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

## METODO

La propuesta consistió en la realización de tres recorridos urbanos prefijados utilizando cuatro modos de transporte diferentes: ómnibus, auto, moto y bicicleta.

Los recorridos seleccionados, de una longitud aproximada de 7 km cada uno, son representativos de la movilidad de los ciudadanos (según la Encuesta Origen-Destino de la IM), y fueron los siguientes:

- Entre Plaza Independencia y Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez.
- Entre Plaza Independencia y Avda. 8 de Octubre y Larravide.
- Entre Plaza Independencia y Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Estos recorridos se realizaron en dos días consecutivos, en horas del día con elevado flujo vehicular: el primer día, los recorridos fueron llevados a cabo en horario matutino (9:00) y hacia el centro de la ciudad, mientras que el segundo día, los recorridos fueron efectuados en horario vespertino (18:00) y desde el centro de la ciudad. En los puntos de salida y llegada había fiscales que indicaban la partida y cronometraban y registraban el tiempo insumido por cada participante.

Cada recorrido fue efectuado por los participantes de cada modo de transporte, respetando tanto las reglas de tránsito como el acceso habitual a cada medio (estacionamiento específico de cada medio, traslado a parada y espera de bus, etc.).

Una vez efectuados los recorridos, los cuatro modos de transporte utilizados fueron comparados entre sí en base a tres criterios: tiempo de viaje, costo y emisiones a la atmósfera.

## RECORRIDOS

Los recorridos fueron realizados en día laboral y en hora pico.

A continuación se describen los recorridos efectuados:

### **Día 1 - 05/11/14 - Hora 9:00**

Puntos de partida:

- Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez,
- Avda. 8 de Octubre y Larravide, y
- Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Punto de llegada: Plaza Independencia.

### **Día 2 - 06/11/14 - Hora 18:00**

Punto de partida: Plaza Independencia.

Puntos de llegada:

- Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez,
- Avda. 8 de Octubre y Larravide, y
- Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Imágenes de participantes en inicio o finalización de recorridos



**Llegada – Día 1 a la mañana**



**Salida – Día 2 a la tarde**



## PERFIL DE PARTICIPANTES

Los/as 47 participantes, voluntarios, fueron convocados por los organizadores a través de redes sociales y personales.

La edad promedio fue de 39 años, participando personas de entre 20 a 68 años.

Sus ocupaciones son diversas: estudiantes, empleados, funcionarios estatales, docentes universitarios, empresarios, profesionales y jubilados.

El uso del medio en que participaron también fue diverso, por ejemplo,: participaron ciclistas habituales y ocasionales

El siguiente es el perfil de todos/as quienes participaron:

Género	Edad	Ocupación
Femenino	25	Odontóloga
Femenino	26	Licenciada en Ciencias Antropológicas
Femenino	26	Periodista/locutora
Femenino	27	Economista
Femenino	27	Magister en Ciencias Biológicas
Femenino	27	Psicóloga
Femenino	28	Intérprete de lengua de señas
Femenino	33	Postproducción de fotografías/freelance
Femenino	36	Ingeniera en alimentos
Femenino	43	Lic. Psicología
Femenino	44	Publicista
Femenino	55	Docente
Femenino	58	Lic. Psicología/Lic. Enfermería
Femenino	59	Escritora
Femenino	62	Bibliotecóloga
Femenino	68	Jubilada
Masculino	0	NR
Masculino	0	NR
Masculino	20	Estudiante
Masculino	21	Estudiante UdelaR
Masculino	22	Estudiante/docente UdelaR
Masculino	23	Estudiante UdelaR/mozo
Masculino	24	Mantenimiento de ómnibus
Masculino	24	Tec. Redes y Telecomunicaciones
Masculino	26	Empresario

(Continúa)

<b>Género</b>	<b>Edad</b>	<b>Ocupación</b>
Masculino	28	Licenciado en economía
Masculino	28	Empleado
Masculino	29	Magister/docente UdelaR
Masculino	30	Ingeniero/encargado Data center
Masculino	30	Informático UdelaR
Masculino	31	Diseñador
Masculino	33	Gestor cultural
Masculino	34	Organización de eventos
Masculino	38	Diseñador gráfico
Masculino	40	Empleado
Masculino	40	Jubilado (incapacidad física)
Masculino	43	Ingeniero en transporte
Masculino	44	Funcionario UdelaR
Masculino	45	Sociólogo
Masculino	48	Antropólogo/docente UdelaR
Masculino	49	Ingeniero/informática UdelaR
Masculino	49	Matemático/doctorado/docente UdelaR
Masculino	52	Funcionario público
Masculino	53	Funcionario público
Masculino	61	Jubilado
Masculino	62	Lic. en Educación/director IM
Masculino	65	Odontólogo

## TIEMPOS

Se calculó el promedio en minutos para cada medio de transporte, en esta oportunidad no se consideraron valores por recorrido, día u hora ya que la cantidad de mediciones no permite tal apertura, los resultados obtenidos son los siguientes:

Medio	Promedio en minutos	Mediciones	Desv. tít.
Bicicleta	26,86	22	6,483
Moto	26,25	4	9,777
Auto	33,92	13	10,356
Ómnibus	39,31	13	8,077

Los siguientes son los casos desagregados:

Caso	Horario	Recorrido	Medio	Tiempo insumido
1	Matutino	Rivera	Bicicleta	<b>25</b>
2	Matutino	Rivera	Bicicleta	<b>28</b>
3	Matutino	Rivera	Bicicleta	<b>32</b>
4	Matutino	Rivera	Bicicleta	<b>32</b>
5	Matutino	Rivera	Auto	<b>49</b>
6	Matutino	Rivera	Auto	<b>35</b>
7	Matutino	Rivera	Ómnibus	<b>34</b>
8	Matutino	Rivera	Ómnibus	<b>34</b>
9	Matutino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>25</b>
10	Matutino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>25</b>
11	Matutino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>23</b>
12	Matutino	8 de Octubre	Moto	<b>23</b>
13	Matutino	8 de Octubre	Auto	<b>40</b>
14	Matutino	8 de Octubre	Auto	<b>36</b>
15	Matutino	8 de Octubre	Auto	<b>40</b>
16	Matutino	8 de Octubre	Ómnibus	<b>33</b>
17	Matutino	8 de Octubre	Ómnibus	<b>35</b>
18	Matutino	8 de Octubre	Ómnibus	<b>33</b>
19	Matutino	Agraciada	Bicicleta	<b>17</b>
20	Matutino	Agraciada	Bicicleta	<b>17</b>
21	Matutino	Agraciada	Moto	<b>17</b>
22	Matutino	Agraciada	Auto	<b>19</b>
23	Matutino	Agraciada	Auto	<b>20</b>
24	Matutino	Agraciada	Ómnibus	<b>40</b>

(Continúa)

<b>Caso</b>	<b>Horario</b>	<b>Recorrido</b>	<b>Medio</b>	<b>Tiempo insumido</b>
25	Vespertino	Rivera	Bicicleta	<b>23</b>
26	Vespertino	Rivera	Bicicleta	<b>25</b>
27	Vespertino	Rivera	Bicicleta	<b>23</b>
28	Vespertino	Rivera	Bicicleta	<b>31</b>
29	Vespertino	Rivera	Moto	<b>40</b>
30	Vespertino	Rivera	Auto	<b>53</b>
31	Vespertino	Rivera	Auto	<b>34</b>
32	Vespertino	Rivera	Ómnibus	<b>44</b>
33	Vespertino	Rivera	Ómnibus	<b>46</b>
34	Vespertino	Rivera	Ómnibus	<b>62</b>
35	Vespertino	Rivera	Ómnibus	<b>38</b>
36	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>22</b>
37	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>27</b>
38	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>29</b>
39	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>30</b>
40	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>42</b>
41	Vespertino	8 de Octubre	Bicicleta	<b>42</b>
42	Vespertino	8 de Octubre	Auto	<b>37</b>
43	Vespertino	8 de Octubre	Ómnibus	<b>42</b>
44	Vespertino	Agraciada	Bicicleta	<b>19</b>
45	Vespertino	Agraciada	Bicicleta	<b>27</b>
46	Vespertino	Agraciada	Bicicleta	<b>27</b>
47	Vespertino	Agraciada	Moto	<b>25</b>
48	Vespertino	Agraciada	Auto	<b>25</b>
49	Vespertino	Agraciada	Auto	<b>26</b>
50	Vespertino	Agraciada	Auto	<b>27</b>
51	Vespertino	Agraciada	Ómnibus	<b>35</b>
52	Vespertino	Agraciada	Ómnibus	<b>35</b>

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el Desafío Intermodal Mdeo 2014 evidencian el buen desempeño de la bicicleta en cuanto a tiempos (y en el resto de los indicadores medidos), por lo que entendemos que el aumento de su empleo como medio de transporte es una necesidad urgente.

Este buen desempeño más sus notorios beneficios a nivel personal y social (incluyendo el espacio público, el medio ambiente y la eficiencia energética, etc.) ameritan fuertes políticas específicas de promoción de su uso en Montevideo, una ciudad cuyo tránsito aún no presenta los grandes problemas de otras ciudades latinoamericanas, pero que ya experimenta congestiones en sus principales vías en horarios pico.

Y más allá de planes y políticas públicas, esperamos que cada día más montevideanos y montevideanas tomen consciencia de las ventajas del traslado en bicicleta y la empleen como su medio de transporte habitual.

## COLABORARON EN EL DESARROLLO DEL DESAFIO

... y les agradecemos mucho!

Adrián Santos	Javier Taks
Adriana Cabrera	Jorge Toth
Agustin Sabatella	Juan Ignacio Menéndez
Agustina X	Juan Pimienta
Alberto Sosa	Lucia Arin
Alejandro Cabrera	María Noel Bergeret
Alfredo Sparano	Marta Virginia Mo
Alicia Barbitta	Mathías Miranda
Alvaro García	Maximiliano Pedemonte
Carla Degregorio Moulia	Miguel Rivera
Carla Rivera	Natalia Sobrera
Carlos Bruno	Natalie Rivero
Clare Rymer	Nibya Castro Tur
Daniel Viñar	Nicolás Calabrese
Diego Cuevasanta	Omar Gil
Elías Rubinstein	Pablo Albarenga
Federico Davoine	Pablo Anzalone
Federico Torres	Raul Dario Larmini Molinari
Fernanda Zunino	Rodrigo Berenguer
Fernando Palombo	Ronald Desker
Fiorella Chirico	Ruth Bernheim
Gonzalo Rowinski	Sergio Rodriguez
Ignacio Pérez Fallabrino	Valentina X
Ignacio Rivas	Victoria Evia
Alice Elizabeth González	Mauro D'Angelo Taibo
Nicolás Rezzano Tizze	Patricia Rijo

Y la ANII - Agencia Nacional de Investigación e Innovación apoyó el Desafío ... gracias también!



**Desafío Intermodal Montevideo**  
**Cuantificación de emisiones**  
**atmosféricas y costos**

**Noviembre, 2014**



**Equipo Técnico**

**Departamento de Ingeniería Ambiental - IMFIA - UdelaR**

Dr. Ing. Alice Elizabeth González

MSc. Ing. Nicolás Rezzano Tizze

Ing. Mauro D'Angelo Taibo

## ÍNDICE

1.	Introducción.....	4
2.	Recorridos .....	5
3.	Emisiones a la atmósfera.....	6
4.	Costos .....	13
5.	Resumen .....	15
	Referencias bibliográficas .....	16

## 1. Introducción

El programa Unibici de la UdelaR y la iniciativa LTB (Liberá tu bicicleta) organizaron el primer Desafío Intermodal Montevideo, Unibici 2014 , que se llevó a cabo en los días 5 y 6 de noviembre.

El objetivo del Desafío Intermodal es reflexionar sobre los distintos modos de transporte urbano al que tienen acceso las personas en Montevideo, evidenciando algunas de sus características principales como su costo, eficiencia, y connotaciones ambientales.

La propuesta consiste en la realización de tres recorridos urbanos prefijados utilizando cuatro medios de transporte diferentes: ómnibus, auto, moto y bicicleta. Los recorridos seleccionados, de una longitud aproximada de 7 km cada uno, son los siguientes:

- Entre Plaza Independencia y Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez.
- Entre Plaza Independencia y Avda. 8 de Octubre y Larravide.
- Entre Plaza Independencia y Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Estos recorridos se realizaron en dos días consecutivos, horas del día con elevado flujo vehicular: el primer día, los recorridos fueron llevados a cabo en horario matutino y hacia el centro de la ciudad, mientras que en el segundo día, los recorridos fueron efectuados en horario vespertino y desde el centro de la ciudad. .

Cada recorrido fue efectuado por tres participantes de cada modo de transporte, respetando las reglas de tránsito. Esto totaliza 18 participantes por cada modo de transporte. Una vez efectuados los recorridos seleccionados, los cuatro medios de transporte utilizados fueron comparados entre sí en base a tres criterios: tiempo de viaje, costo y emisiones a la atmósfera.

En el presente informe se aborda la temática de emisiones atmosféricas y costos de los distintos modos de transporte para el usuario

## 2. Recorridos

Los recorridos fueron realizados en día laboral y en hora pico. A continuación se describen los recorridos efectuados en el Desafío.

Fecha: 05/11/14 - Hora 9:00

Puntos de partida:

- Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez,
- Avda. 8 de Octubre y Larravide, y
- Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Punto de llegada: Plaza Independencia.

Fecha: 06/11/14 - Hora 18:00

Punto de partida: Plaza Independencia.

Puntos de llegada:

- Avda. Rivera y Avda. Batlle y Ordoñez,
- Avda. 8 de Octubre y Larravide, y
- Avda. Agraciada y Marcelino Díaz y García.

Las emisiones fueron medidas sobre vehículos en los recorridos que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Recorridos analizados.**

<b>Fecha</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Lugar de inicio</b>	<b>Lugar de finalización</b>
05/11/2014	09:15	8 de Octubre y Larravide	Plaza Independencia
06/11/2014	18:26	Plaza Independencia	Agraciada y Marcelino Díaz

### 3. Emisiones a la atmósfera

Con el objetivo de cuantificar las emisiones a la atmósfera generadas por los vehículos automóviles durante la realización de los recorridos analizados, se siguen dos metodologías:

- Estimación de las emisiones mediante la aplicación de factores de emisión.
- Medición de emisiones vehiculares<sup>1</sup>.

Vale mencionar que las emisiones cuantificadas corresponden a contaminantes criterio y a gases de efecto invernadero (GEI).

#### 3.1. Cuantificación por factores de emisión

##### Contaminantes criterio

Los "contaminantes criterio" son un conjunto de agentes vinculados a procesos antropogénicos que se encuentran comúnmente en la tropósfera, tienen múltiples fuentes de emisión y son perjudiciales para la salud o el bienestar de los seres humanos. La mayoría de ellos ocasiona efectos por exposición aguda como, por ejemplo, irritación de las vías respiratorias. La designación "criterio" deriva de que, debido a su abundancia y multiplicidad de emisores, han sido tomados como referencia en estudios sobre calidad de aire para establecer pautas tendientes a proteger la salud humana.

Para la estimación de las emisiones atmosféricas generadas por los medios de transporte durante la realización de los recorridos analizados se recurrió a los factores de emisión que se incluyen en el Primer Inventario de Emisiones a la Atmósfera realizado en el año 2009 (DINAMA - IMFIA, 2010); los mismos se muestran en la Tabla 2. Debido a la ausencia de combustión, no se emiten contaminantes criterio en el modo de transporte bicicleta.

**Tabla 2: Factores de emisión utilizados (fuente: DINAMA- IMFIA, 2010)**

Tipo de vehículo	FE PM (g/km)	FE SO <sub>2</sub> (g/km)	FE NO <sub>x</sub> (g/km)	FE CO (g/km)
Ómnibus	0,73	0,73	16,72	5,36
Moto	-	0,001	0,07	9,96
Auto	-	0,045	2,04	16,00

Para la obtención de los factores de emisión que se muestran en la Tabla 2 se parte de los que propone CORINAIR y como éstos se dan en kg/kg, fue necesario tomar en cuenta la densidad de los combustibles que se comercializan en nuestro país y considerar rendimientos de combustible para cada tipo de vehículo. Los rendimientos utilizados fueron los incluidos en el Estudio del Consumo de Energía del Sector Transporte (DNE, 2008), que se presentan en la Tabla 3.

---

<sup>1</sup> Debido a que los recorridos se realizaban en forma simultánea se optó por realizar las mediciones "on site" solamente en los autos a nafta.

**Tabla 3: Rendimientos utilizados (Fuente: DNE, 2008)**

Tipo de vehículo	Rendimiento (km/L)
Ómnibus (Urbano)	2,5 (Gasoil)
Moto	50 (gasolina)
Auto	10 (gasolina)

Con el objetivo de estimar un valor específico de masa de cada contaminante emitida a la atmósfera por persona transportada fue necesario suponer, para cada medio de locomoción, una cierta cantidad de pasajeros a bordo. Los valores supuestos se muestran en la Tabla 4.

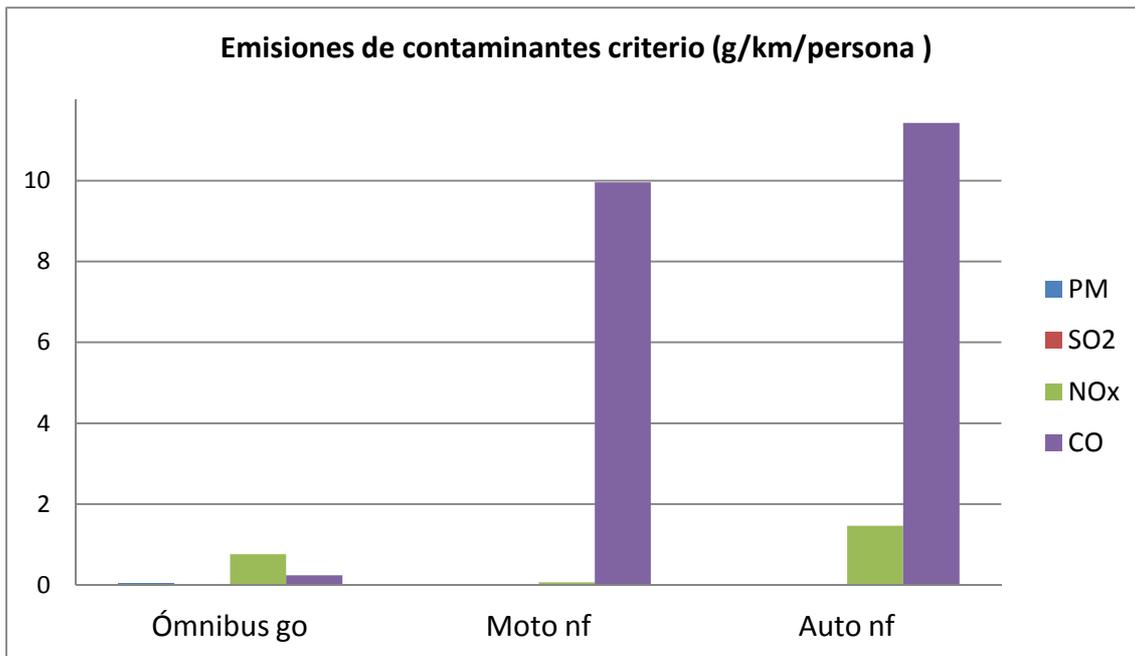
**Tabla 4: Cantidad de pasajeros transportados**  
(Rubinstein, E. comunicación personal; 10 de noviembre, 2014)

Tipo de vehículo	Cantidad de pasajeros transportados
Ómnibus	22
Moto	1
Auto	1,4*
Bicicleta	1

Finalmente, en la Tabla 5 y en la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 5: Estimación de emisiones atmosféricas, 05/11/2014**

Emisión (factores de emisión,g/km)	Ómnibus	Moto	Auto
PM	0,73	0,00	0,00
SO <sub>2</sub>	0,03	0,00	0,00
NO <sub>x</sub>	16,7	0,07	2,04
CO	5,36	9,96	16,0
Emisión total estimada, recorrido 7 km (g)	Ómnibus	Moto	Auto
PM	5,11	0,00	0,00
SO <sub>2</sub>	0,21	0,00	0,00
NO <sub>x</sub>	278,9	0,49	14,28
CO	37,52	69,72	112,0
Emisión (g/km/persona)	Ómnibus	Moto	Auto
PM	0,03	0,00	0,00
SO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00
NO <sub>x</sub>	0,76	0,07	1,46
CO	0,24	9,96	11,4
Emisión total estimada, recorrido 7 km (g/persona)	Ómnibus	Moto	Auto
PM	0,23	0,00	0,00
SO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,02
NO <sub>x</sub>	5,3	0,49	10,2
CO	1,7	69,7	80,0



**Figura 1: Emisiones de contaminantes criterio (g/km/persona)**

### Gases de efecto invernadero

Para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los vehículos durante el Desafío Intermodal se utilizaron factores de emisión de bibliografía (IPCC, 2006).

Los gases de efecto invernadero considerados y su potencial de calentamiento atmosférico (PCA) se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6: PCA de gases de efecto invernadero (Fuente: IPCC, 2006)**

GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
PCA	1	21	310

Se destaca que las emisiones estimadas de gases de efecto invernadero se expresan como masa de CO<sub>2</sub> equivalente. Para obtener las emisiones expresadas de esta forma, la masa real emitida del GEI en cuestión se debe multiplicar por su PCA.

Las emisiones del sector transporte se obtienen sumando las emisiones de cada GEI ponderadas por su PCA:

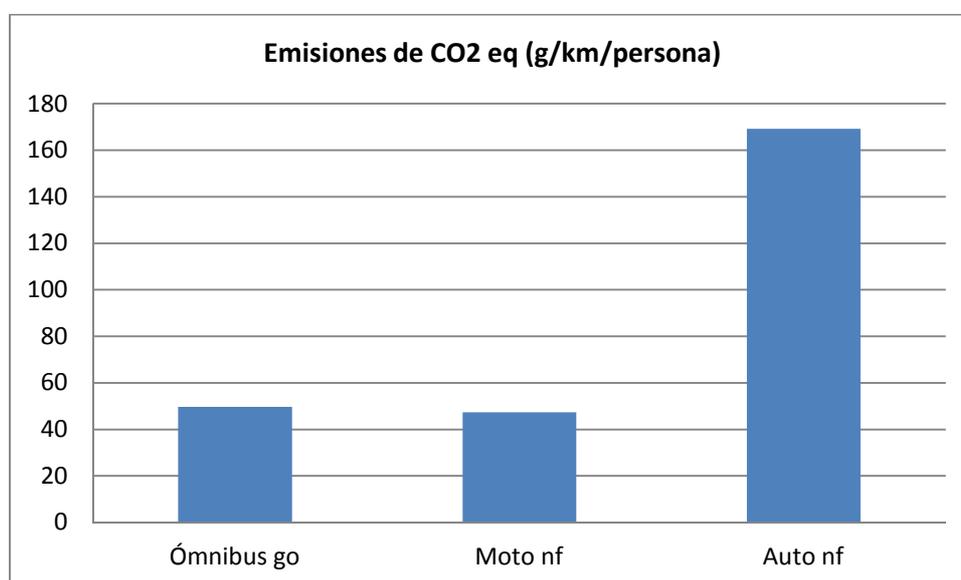
$$E_{CO_2 eq} = E_{CO_2} + 21 \times E_{CH_4} + 310 \times E_{N_2O}$$

En la Tabla 7 se presentan las emisiones de GEI de los distintos modos.

**Tabla 7: Estimación de emisiones de GEI (elaboración propia).**

	<b>Ómnibus</b>	<b>Moto</b>	<b>Auto</b>
<b>Emisión (g CO<sub>2</sub> eq/km)</b>	1093	47	237
<b>Emisión total estimada recorrido 7 km (g CO<sub>2</sub> eq)</b>	7651	329	1659
<b>Emisión (g CO<sub>2</sub> eq/km/persona)</b>	50	47	169
<b>Emisión (g CO<sub>2</sub> eq /persona) recorrido (7 km)</b>	348	332	1185

En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos.



**Figura 2: Emisiones de CO<sub>2</sub> eq (g/km/persona)**

### **3.2. Cuantificación por medición de emisiones vehiculares en gases de escape**

Se realizaron mediciones de emisiones vehiculares en dos automóviles con el fin de cuantificar las emisiones atmosféricas generadas por éstos durante la realización de los recorridos analizados.

Durante las mediciones se registró, cada treinta segundos, la concentración en el gas de escape de cinco gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HC<sup>2</sup>, CO y NO). A su vez, el recorrido fue grabado con un GPS de manera de contar con datos de velocidad y altitud del vehículo para cada registro de concentración. Por último, cada treinta segundos fueron determinadas

---

<sup>2</sup> Hidrocarburos no quemados

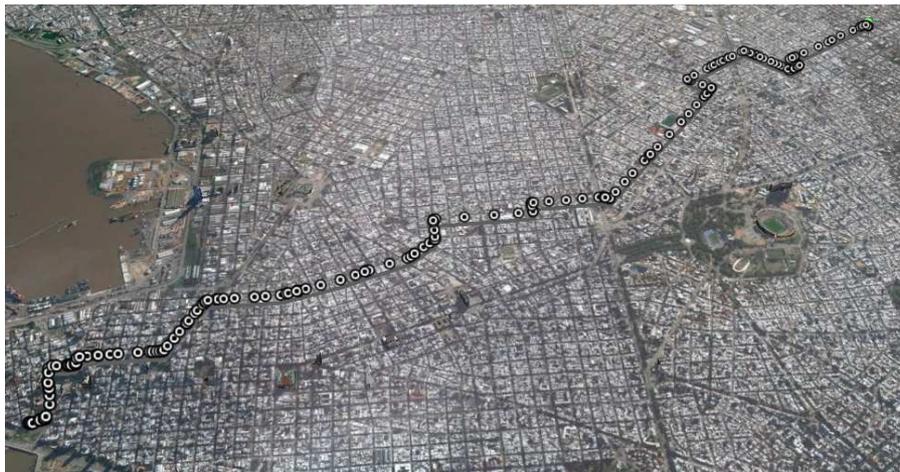
manualmente (mediante la observación del tacómetro del vehículo) las revoluciones por minuto del motor. A partir de este registro se pudo estimar el caudal de gases de escape.

El equipo utilizado fue un medidor de concentración KANE 5-2 de propiedad del IMFIA. La velocidad de los gases de escape se cuantificó en forma indirecta a partir de la velocidad de giro del motor. Las características de vehículos y recorridos se resumen en la Tabla 8.

**Tabla 8. Mediciones realizadas**

Fecha	Marca del vehículo	Modelo del vehículo	Antigüedad del vehículo (años)	Combustible utilizado	Recorrido (km)	Duración del recorrido (min)
05/11/2014	Volkswagen	Gol	13	Gasolina	8,6	40
06/11/2014	Peugeot	308	4	Gasolina	6,5	23

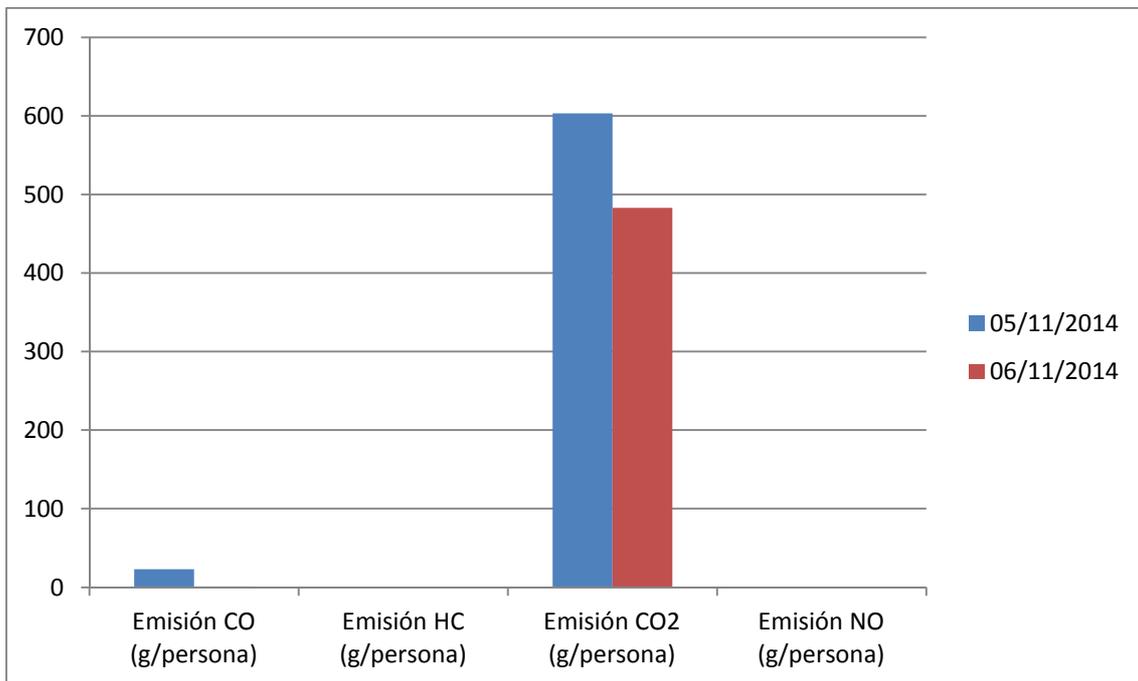
En las Figuras 3 y 4 se muestran los recorridos realizados y en la Figura 5, se presentan las emisiones a la atmósfera registradas para ambos vehículos.



**Figura 3: Recorrido realizado el 05/11/2014 (hacia el centro de la ciudad)**



**Figura 4: Recorrido realizado el 06/11/2014 (desde el centro de la ciudad)**



**Figura 5: Medición de emisiones a la atmósfera**

Más allá que las mediciones realizadas no pretenden ser representativas del comportamiento de la flota vehicular nacional en cuanto a las emisiones atmosféricas generadas, cabe destacar que las emisiones de CO y NO cuantificadas a partir de medición directa resultan significativamente menores a las estimadas mediante la utilización de factores de emisión. Se destaca también que las emisiones de CO<sub>2</sub>

medidas resultan ser del orden de la mitad de las estimadas. La posibilidad de obtener apartamientos significativos viene siendo considerada por el equipo del iMFIA desde la realización del Primer Inventario de Emisiones a la Atmósfera (IMFIA-DINAMA, 2008). Esto ha dado lugar a diversos trabajos de investigación, alguno cerrado (Rezzano, 2013) y otros en curso (D'Angelo, 2014).

En cualquier caso, en caso de considerar los vehículos ensayados representativos de la flota, la aplicación de factores de emisión no nacionales para contaminantes criterio resulta una estimación conservadora de los gases emitidos, al sobreestimar los resultados en vehículos de edades muy diferentes. El desarrollo de factores de emisión basados en futuros ensayos será un insumo que permitirá aplicar distintas herramientas de gestión de la calidad del aire con menor incertidumbre en la toma de decisiones, así como la elaboración de estándares para vehículos en circulación.

#### 4. Costos

En este capítulo se consideran solamente los costos del usuario. Para el caso de moto y auto estos son: costos de combustible, costos de mantenimiento, costos de depreciación, costos de seguro, costos de patente. No se consideran los costos de estacionamiento.

En el caso de la bicicleta sólo se toma en consideración el costo de depreciación y el costo de mantenimiento. En el caso del ómnibus sólo se considera el costo del boleto como costo directo del usuario.

Los costos de combustible por kilómetro recorrido se determinan a partir del costo del combustible (ANCAP, 2014) y del rendimiento (DNE, 2008) de éste para cada tipo de vehículo.

Los costos de depreciación de los vehículos se determinan en función de un costo inicial y de su vida útil mediante el método de depreciación lineal. A los efectos de la determinación de los costos del seguro, se consideran costos del SOA. Los costos de patente y de mantenimiento se determinan en función de costos medios de vehículos representativos del parque automotor.

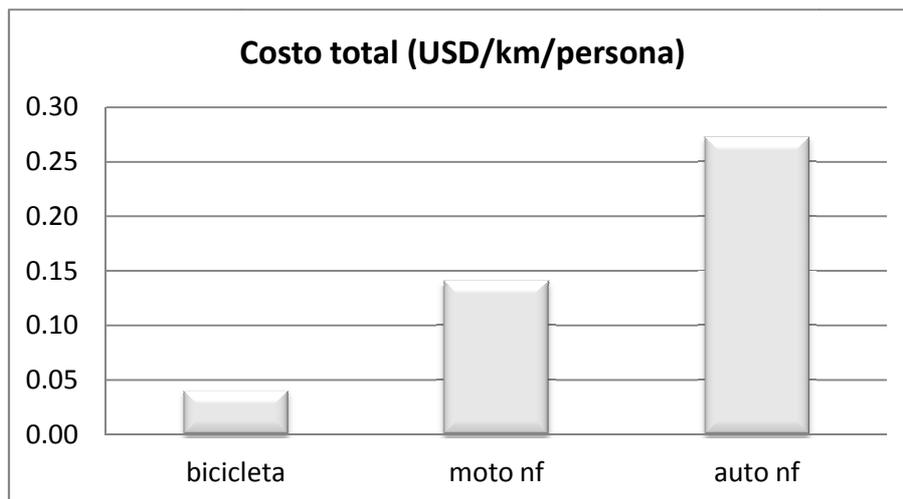
A los efectos de la distribución de los costos en USD/km a USD/km/persona, se considera una persona en moto y en bicicleta, y 1,4 personas por auto.

Los costos resultantes se presentan en la Tabla 9.

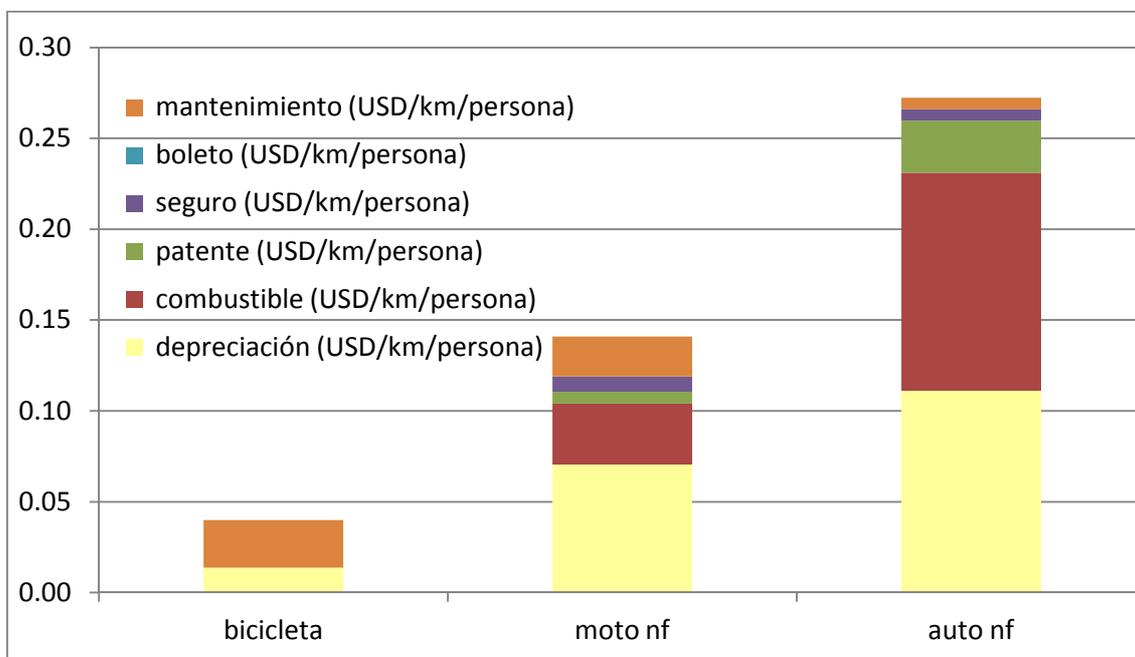
**Tabla 9: Costo USD/km/persona de los distintos modos.**

<b>Costo (USD/km/persona)</b>	<b>bicicleta</b>	<b>moto nf</b>	<b>auto nf</b>
depreciación	0,01	0,07	0,11
combustible	0,00	0,03	0,12
mantenimiento	0,03	0,02	0,01
patente	0,00	0,01	0,03
seguro	0,00	0,01	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>0,04</b>	<b>0,14</b>	<b>0,27</b>

En la Figura 6 se presentan los resultados de costos en USD/km/persona y en la Figura 7 se desglosan dichos costos.



**Figura 6: Costos del usuario por vehículo (USD/km/persona)**



**Figura 7: Subtotales de costos del usuario por vehículo (USD/km/persona)**

Finalmente, en la Tabla 10 se muestra el costo por persona para cada medio de transporte. Vale mencionar que el costo del ómnibus por pasajero no depende del kilometraje y es de 0,92 USD/persona.

**Tabla 10: Costo total (USD/persona) para un recorrido medio de 7 km**

MODO	bicicleta	ómnibus go	moto nf	auto nf
Costo total (USD/persona)	0,28	0,92	1,0	1,9
Relación de costo respecto a la bicicleta	1	3,3	3,5	6,8

## 5. Resumen

En la siguientes tablas se presenta un resumen de las emisiones de los distintos modos en uno de los recorridos realizados (longitud estimada 7 km).

### Emisión contaminantes criterio (g/persona)

MODO	Ómnibus	Moto	Auto
PM (g/persona)	0,23	0,00	0,00
SO <sub>2</sub> (g/persona)	0,01	0,01	0,02
NO <sub>x</sub> (g/persona)	5,3	0,49	10,2
CO (g/persona)	1,7	69,7	80,0

### Emisión gases de efecto invernadero (g CO<sub>2</sub> eq /persona)

MODO	Ómnibus	Moto	Auto
CO <sub>2</sub> eq (g/persona)	348	332	1185

### Costos

MODO	Bicicleta	Ómnibus	Moto	Auto
Costo total (USD/persona)	0,28	0,92	1,0	1,9

## Referencias bibliográficas

ANCAP (2014). Histórico de precios de combustible. Recuperado de <http://www.ancap.com.uy/Precios%20Historicos/Listado%20de%20precios%20combustibles.pdf>

D'Angelo, Mauro (2014). Caracterización de emisiones vehiculares en Uruguay. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental - UdelaR, En elaboración.

DNE-MIEM (2008). Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Recuperado de [http://www.dne.gub.uy/publicaciones-y-estadisticas/planificacion-y-balance/-/asset\\_publisher/mf9rbTfIofs2/content/estudio-de-consumos-y-usos-de-la-energia-2006](http://www.dne.gub.uy/publicaciones-y-estadisticas/planificacion-y-balance/-/asset_publisher/mf9rbTfIofs2/content/estudio-de-consumos-y-usos-de-la-energia-2006)

DINAMA-MVOTMA - FING-UdelaR (2008). Informe final del primer inventario de emisiones atmosféricas.

IPCC (2006). Volumen 2, Energía. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol2.pdf>

Rezzano, Nicolás (2013). Inventario de emisiones a la atmósfera debidas al consumo de energía en Uruguay. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental - UdelaR

UNIBICI (2014). Desafío Intermodal Montevideo/ 2014. Recuperado de [http://www.unibici.edu.uy/IMG/pdf/desafio\\_intermodal\\_mdeo\\_2014.pdf](http://www.unibici.edu.uy/IMG/pdf/desafio_intermodal_mdeo_2014.pdf)