

# Protocolo de uso de la Calculadora de Emisiones de GEI de *Moblise Your City* para Uruguay

Asistencia técnica en el establecimiento de sistemas MRV para iniciativas NUMP, SUMP y NDC apoyadas por EC+ y TraCS



Fuente: <https://www.elpais.com.uy/>.



Financiado por  
la Unión Europea



## Control de versiones

Fecha	Versión	Nombre de Archivo	Elaboró	Revisión
16/02/2022	V2	Protocolo Calculadora MYC Uruguay V2.	José Pacheco, Jorge Sánchez, Camilo Sarmiento	Florentino Márquez



## Contenido

1	Introducción.....	5
2	Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora MYC.....	6
2.1	Homologación de las Categorías Vehiculares.....	8
2.2	Ingreso de Datos en la Calculadora MYC.....	9
2.2.1	Pestaña 1. Inicio.....	9
2.2.2	Pestaña 2. Base de Entrada y BAU.....	10
2.2.3	Pestaña 3. Escenarios Climáticos.....	13
2.2.4	Pestaña 4. Resultados.....	15
2.2.5	Pestaña: validación Top-Down.....	16
3	Definición de responsabilidades de reporte de información.....	17
3.1	Datos macro y de contexto socio económico:.....	20
3.2	Datos de actividad vehicular y movilidad.....	20
3.3	Escenarios climáticos.....	21
4	Identificación de herramientas complementarias a MYC.....	22
4.1	Tablero parque vehicular - Uruguay.....	22
4.2	Métodos de levantamiento de información para indicadores de movilidad.....	23
5	Lineamientos para la implementación de un observatorio de movilidad y cambio climático.....	26
5.1	Indicadores básicos para el seguimiento de impactos climáticos.....	28
5.2	Indicadores para monitoreo de impactos no climáticos.....	32
6	Conclusiones.....	34
7	Referencias.....	36
8	Anexos.....	37
8.1	Anexo 1. MYC_Tool_final.1.3.2_20210226_Uruguay_VF.xlsm.....	37
8.2	Anexo 2. Reporte Estado Información NUMP Uruguay.xlsx.....	37
8.3	Anexo 3. Encuesta Diagnostico Uruguay.....	37
8.4	Anexo 4. Relación de flota con combustibles.xlsx.....	37
8.5	Anexo 5. Flota Uruguay.pbix.....	37

## Listado de tablas

Tabla 1. Campos de información requeridos por la Calculadora de Emisiones de GEI MYC.....	6
Tabla 2. Principales fuentes de información de la calculadora MYC para el NUMP de Uruguay. ....	7
Tabla 3. Homologación de categorías vehiculares Uruguay. ....	8
Tabla 4. Datos de movilidad en cinco ciudades de Uruguay. ....	9
Tabla 5. Número de vehículos ingresados en la calculadora MYC. ....	10
Tabla 6. Factores de actividad vehicular (km/año/vehículo) usados en la calculadora MYC. ....	11
Tabla 7. Distribución de categorías vehiculares según el tipo de energético. ....	12
Tabla 8. Factores de rendimiento de energía usados en la Calculadora MYC.....	12
Tabla 9. Resultados del taller de construcción de escenarios, medidas de evitar .....	14
Tabla 10. Resultados del taller de construcción de escenarios, medidas de cambio de modo. ....	14
Tabla 11. Resultados del taller: modo captado de las medidas de cambio de modo. ....	14
Tabla 12. Mejora en el factor de rendimiento de energía de los diferentes modos de transporte. ....	15
Tabla 13. Resultados del inventario de emisiones, calculadora MYC.....	15
Tabla 14. Resultados de la línea base de emisiones 2019 - 2050. herramienta MYC. ....	15
Tabla 15. Resultados de emisiones de GEI en los escenarios climáticos.....	16
Tabla 16. Principales fuentes de información consultadas para la calculadora MYC.....	17
Tabla 17. Organizaciones responsables del levantamiento de información. ....	17
Tabla 18. Calificación Cualitativa de los métodos .....	24
Tabla 19. Definición de los términos de la Ecuación 1. ....	28
Tabla 20. Información de transporte para monitoreo de actividades vehiculares. ....	29
Tabla 21. Indicadores de desempeño energético y emisiones .....	31
Tabla 22. Indicadores centrales de desempeño climático .....	32
Tabla 23. Propuesta de indicadores no climáticos para OMBC.....	33
Tabla 24. Fases de implementación del NUMP y actividades del MRV.....	34



## Listado de figuras

Figura 1. Esquema de organización de Calculadora MYC en el archivo Excel. ....	8
Figura 2. Kilometraje recorrido por tipologías vehiculares en el escenario Business As Usual .....	11
Figura 3. Mapa de organizaciones involucradas en la gestión de información para la calculadora MYC.....	19
Figura 4. Tablero de visualización del parque automotor de Uruguay .....	22
Figura 5. Capturas de pantalla Power BI .....	23
Figura 6. Capturas de pantalla actualización Power BI .....	23
Figura 7. Indicadores sugeridos en la Guía para la planificación de Movilidad Urbana Sostenible.....	27
Figura 8. Variables necesarias para el cálculo de emisiones. Fuente: Findeter (2020) .....	28

## 1 Introducción

Este documento describe el protocolo para la utilización de la Calculadora de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) de Mobilise Your City (en adelante Calculadora MYC) a partir de la información local puesta a disposición por el grupo de trabajo interministerial del gobierno del Uruguay<sup>1</sup>. La calculadora se pone a disposición como recurso para la estimación de un inventario de emisiones de GEI, y para la evaluación y seguimiento del impacto climático de la Política Nacional de Movilidad Urbana (NUMP) apoyada por Euroclima+.

La *Calculadora MYC* es una herramienta que tiene el propósito de apoyar a gobiernos nacionales y locales en la estimación de emisiones de GEI generadas por la operación del transporte para un año de referencia (Inventario de emisiones), y para los escenarios futuros de línea base (Business-as-usual-BAU), y de reducción de emisiones (Climate-Scenario) (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg - IFEU, 2020). Esta herramienta se basa en datos de demanda del transporte<sup>2</sup> y de consumo de energía<sup>3</sup> para estimar las emisiones de GEI; los resultados se obtienen de manera desagregada por modo de transporte, y como indicadores de desempeño construidos a través de otros datos descriptores del transporte, el desempeño ambiental de los vehículos, y distintas tasas de crecimiento.

La Calculadora MYC **no está diseñada** para evaluar el potencial de reducción de emisiones de medidas individuales, sino para estimar el potencial de mitigación agregado de un conjunto de políticas y programas que tengan unas metas concretas en términos de la actividad de movilidad y de la canasta energética del sistema de movilidad de un territorio específico. Así mismo, esta calculadora no debe usarse para reportar inventarios según los lineamientos del IPCC y de la Convención Marco UNFCCC.

A continuación, el documento incluye las siguientes secciones:

- **Capítulo 2:** Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora de MYC, organizado según cada una de las pestañas del archivo de Excel® en el que se basa la calculadora. Esto, para facilitar la adaptación de las fuentes de información local a los requerimientos técnicos de los datos de entrada.
- **Capítulo 3:** Definición preliminar de responsabilidades institucionales para reporte de datos y el uso de la calculadora, los cuales podrán ser refrendados a nivel local en el marco del seguimiento de la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible (NUMP). La sección incluye reflexiones relacionadas con las fuentes de información y recomendaciones para la gestión de distintos conjuntos de datos.
- **Capítulo 4:** Presenta herramientas complementarias a la calculadora MYC que pueden ser usadas para el desarrollo e implementación de procedimientos de monitoreo, reporte y verificación de emisiones. Esto incluye un tablero de análisis del parque automotor de Uruguay desarrollado por Hill y un análisis de métodos de levantamiento de información para indicadores de movilidad.
- **Capítulo 5:** Presenta una conceptualización de un observatorio de movilidad con indicadores útiles para alimentar los modelos de estimación de emisiones *bottom-up*, incluyendo la calculadora MYC.

---

<sup>1</sup> Grupo conformado por los Ministerios de Ambiente (MA), Economía y Finanzas (MEF), Industria Energía y Minería (MIEM), Transporte y Obras Públicas (MTO), y Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT)

<sup>2</sup> Kilómetros totales recorridos (VKT) por modo de transporte.

<sup>3</sup> Factor de rendimiento de energía por modo de transporte y tipo de energético (l/100km; m<sup>3</sup>/100km; km/kWh).

Esto, con el propósito de ser tenido en cuenta al momento de definir el esquema seguimiento de la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible (NUMP).

El desarrollo de este documento fue posible gracias al generoso acompañamiento del grupo de trabajo interministerial del proyecto NUMP en Uruguay, de la consultoría de análisis de matrices Origen Destino en San José, Canelones, Rivera, y Treinte y tres (desarrollada por la empresa Opción) y de la plataforma de datos abiertos de la Intendencia de Montevideo.

## 2 Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora MYC

Esta sección describe el protocolo para la utilización de la calculadora MYC a partir de la información local disponible en Uruguay. Dicho protocolo se enfoca en exponer los criterios de conversión y homologación entre la información recolectada de distintas fuentes y las entradas de la calculadora. En este sentido, los siguientes numerales están ordenados según la estructura de las hojas de Excel® de la calculadora.

A continuación, la Tabla 1 presenta el listado de las variables y unidades requerido para estimar el inventario y línea base de emisiones de GEI. En esta misma tabla se presenta el año más reciente de reporte de cada dato identificado en el caso de Uruguay. Es importante mencionar que a través de la simulación de la Calculadora MYC (disponible en el numeral 8.1 Anexo 1) se estimaron las emisiones de GEI asociadas tanto al transporte urbano de pasajeros como al de carga.

*Tabla 1. Campos de información requeridos por la Calculadora de Emisiones de GEI MYC.*

Pestaña	Campo	Variable	Unidades Reportadas	Año
1. Input	1.1	Población	Habitantes	2019
	1.1.1	Tasas de crecimiento población	%	2010
	1.2	PIB (GDP)	Miles millones USD	2019
	1.2.1	Tasa de crecimiento PIB	NA	NA
	2.1	Kilometraje total por categoría vehicular (VKT)	NA	NA
	2.2	Número total de vehículos por categoría vehicular (stock)	Vehículos	2019
	2.2.1	Número de vehículos por categoría y tipo de combustible	Vehículos	2019
	2.3	Factor de actividad promedio anual por categoría de vehículo	km / año / vehículo	2019 - 2020
	2.3.2	Tasa crecimiento Kilometraje por categoría vehicular	%	NA
	3.1	Factor de ocupación promedio pasajeros	NA	NA
	3.2	Factor de ocupación promedio carga	NA	NA
	3.3	Longitud de viaje	NA	NA
	3.4	Distancia recorrida por categoría de vehículo y energético - Año Base	%	2019

Pestaña	Campo	Variable	Unidades Reportadas	Año
	3.4.1	Proyección distancia recorrida por categoría de vehículo y energético	%	NA
	3.5	Consumo promedio de energía por categoría vehicular	l/100 km	2019
	3.5.2	Tasa de reducción de consumo de energía por categoría vehicular	%	NA
	3.6	Contenido CO <sub>2</sub> de electricidad Año Base	CO <sub>2</sub> e/kWh	2020
	3.6.1	Contenido CO <sub>2</sub> de electricidad a 2050	CO <sub>2</sub> e/kWh	2020
2. Top Down Validation	4.1	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Gasolina	kTEP	2018
	4.2	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Diesel	kTEP	2018
	4.3	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Eléctrico	kTEP	2018
	4.4	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GLP	kTEP	2018
	4.5	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GN	kTEP	2018
2.A. Climate Scenario	5.3	Kilómetros evitados para modos individuales, resultado de las medidas <i>Avoid</i> .	%	2020-2050
	5.4	Kilómetros adicionales por modo, resultado de las medidas de <i>Cambio de Modo</i> .	Millón km	2020-2050
	5.5	Nuevo factor de ocupación promedio.	NA	2020-2050
	5.6	Modo de transporte original de los nuevos pasajeros del TPC.	%	2020-2050
	5.7	Cuota de VKT por tipo de combustible en Escenario Climático	NA	2020-2050
	5.8	Consumo específico de combustible en Escenario Climático	NA	2020-2050
3. Results	6.1	Inventario GEI - TTW	Miles toneladas GEI	NA
	6.2	Inventario GEI - WTW	Miles toneladas GEI	NA

Por su parte, la Tabla 2 presenta los documentos y referencias usados en la construcción de este protocolo; y la Figura 1 presenta un esquema de la organización de las hojas de cálculo dentro de archivo de Microsoft Excel.

Tabla 2. Principales fuentes de información utilizadas en el montaje de la Calculadora MYC para el NUMP de Uruguay.

Referencia	Nombre	Autor
1	Parque automotor: serie 2017-2019.	(Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay, 2019)
2	Observatorio de movilidad de Montevideo	(Intendencia de Montevideo, 2021)
3	Encuesta origen-destino de las ciudades Treinta y Tres, San José de Mayo, Ciudad de la Costa, Riviera.	(Opción Consultores, 2021)

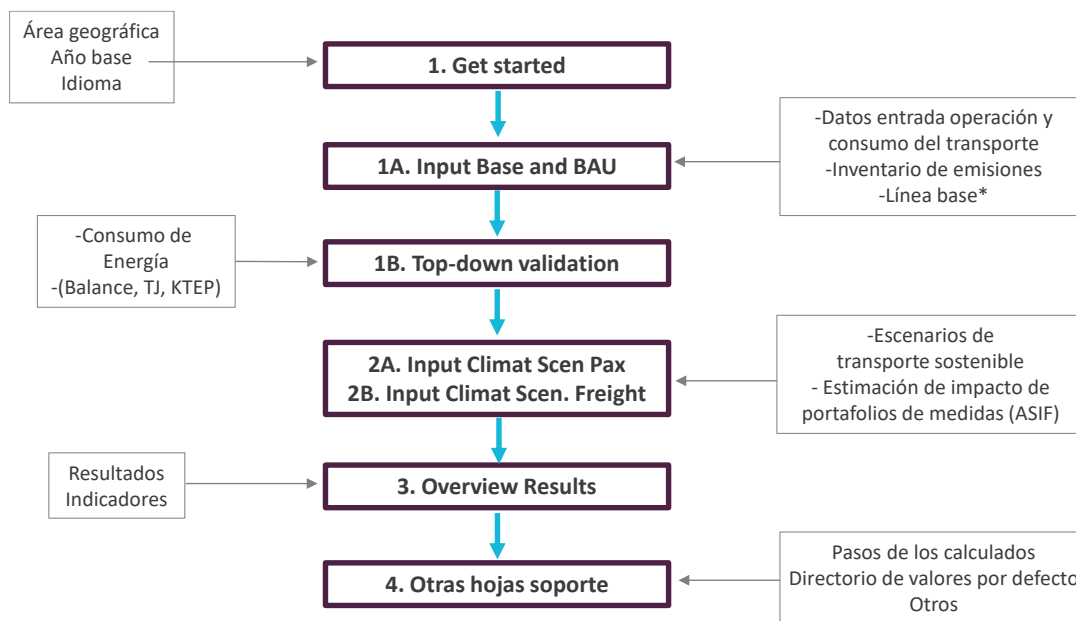


Figura 1. Esquema de organización de Calculadora MYC en el archivo Excel.

## 2.1 Homologación de las Categorías Vehiculares

Es necesario homologar las definiciones de categorías vehiculares entre las diferentes fuentes de información y registros existentes a nivel local, y las entradas de la calculadora MYC. A escala local se tiene un reporte de análisis del parque automotor entre 2017 y 2019 realizado por el Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay (2019); en este análisis se contemplan los datos de las siguientes fuentes:

- Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares (SUCIVE).
- Encuesta Continua de Hogares (ECH).
- Autodata (Ventas vehículos 0 km).
- IM (Registros de vehículos de aplicaciones).

La depuración de los datos aplicó un filtro para estimar vehículos que se consideren activos a través de los siguientes criterios: “tengan al menos un pago de patente en los últimos 4 años, cuenten con algún tipo de exoneración en el pago de la patente o hayan sido empadronados por primera vez en los últimos 4 años”(Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay, 2019) .

La Tabla 3 presenta la homologación realizada entre las categorías vehiculares reportadas a nivel local, y las entradas de la calculadora MYC.

Tabla 3. Homologación de categorías vehiculares Uruguay.

SUCIVE	MYC
Automóviles	Auto Privado
Pick Up	VCL
Utilitarios	
SUV Crossover Rural	



SUCIVE	MYC
Taxis	Taxi
Remises	
Motos	Moto
Camiones	Camión
Tractores	Camión articulado
Ómnibus <sup>4</sup>	Bus

## 2.2 Ingreso de Datos en la Calculadora MYC

En el caso de este protocolo es importante mencionar que la información referente a patrones de movilidad y actividad vehicular requeridos por la calculadora MYC se estimó a partir de dos fuentes: el Observatorio de Movilidad de Montevideo (Intendencia de Montevideo, 2021), y un estudio reciente de orígenes y destinos realizado en cuatro ciudades (Treinta y Tres, San José de Mayo, Ciudad de la Costa, Riviera) (Opción Consultores, 2021). Entre ambas fuentes se cuenta aproximadamente el 50% de la población del país en 2011 (ver Tabla 4).

Tabla 4. Datos de movilidad en cinco ciudades de Uruguay.

Ciudad	Población (2011)	Distribución Modal					F.A. (km/año/vehículo)	
		Caminata	Automóvil	Moto	Bicicleta	Taxi	Automóvil	Motocicleta
Treinta y Tres	33.458	28%	25%	19%	14%	13%	6.768	6.816
San José de Mayo	36.747	26%	25%	26%	12%	7%	9.072	2.364
Riviera	78.900	21%	33%	10%	NR	18%	2.676	1.776
Ciudad de la Costa	96.541	15%	48%	NR	11%	NR	11.472	10.680
Montevideo	1.305.082	34%	32%	4%	3%	1%	6.370	1.696

### 2.2.1 Pestaña 1. Inicio

En esta parte de la calculadora se diligencian campos generales de información

- **País (Área geográfica de los cálculos):** República Oriental del Uruguay
- **Año de referencia:** 2019. La definición del año base del cálculo es una decisión muy importante. Por una parte, es consecuente usar el mismo año que las referencias oficiales del Gobierno (v.g., BUR, CN, NDC) y poder mantener un mismo marco de referencia. Así mismo, existe información y estudios actualizados en el tema, lo cual permite plantear nuevos ejercicios y escenarios. En este caso se selecciona año 2019 debido a la calidad de información reportada; población, número de vehículos, y datos de actividad y consumo se reportan para este año.
- **Idioma:** español

<sup>4</sup> No se reporta diferencia por tipologías Microbús, Buseta, Bus; solo Ómnibus. Es posible que exista información más detallada, esto mejoraría ostensiblemente los cálculos y sobre todo los indicadores.

- **Alcance:** se incluyen las emisiones asociadas al transporte de pasajeros a nivel nacional, y de carga ligera (categoría VCL). Se excluye el segmento de carga pesada.

## 2.2.2 Pestaña 2. Base de Entrada y BAU

### I. Información Socio-Económica

#### a) Población.

La población reportada por el Banco Mundial para el año 2019 es de 3.461.731 habitantes; la tasa de crecimiento de la población es del 0.34% anual (Banco Mundial, 2019).

#### b) Producto Interno Bruto (PIB)

El PIB de Uruguay se estima en 61.23 billones de dólares americanos (Bin USD)<sup>5</sup> (Banco Mundial, 2019). La tasa de crecimiento de este indicador es de 1,6%.

### II. Stock de Vehículos

Los datos de la cantidad de vehículos de Uruguay corresponden a la Referencia 1 listada en la Tabla 1 y se organizaron en un visualizador de datos que se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiM2FkMzNmOGYtZjYwNy00Y2I0LWFhY2ItYzc5OWE4NTViZjlyliwidCI6IjY0NTgwMmE1LWRmYWYtNDEwOS1iOWYzLTZiNjc3OTE4OTlhZSJ9>

Para determinar el número de vehículos en cada categoría MYC se deben sumar los valores de las categorías locales correspondientes, como se presenta en la Tabla 4. La Ecuación 1 muestra un ejemplo de esta agregación para la categoría vehicular MYC VCL.

El número de vehículos por categoría que se ingresó a la calculadora MYC se presenta en la Tabla 5. Es importante mencionar que el SUCIVE no reporta el número de vehículos de carga pesada (camiones y tractocamiones) por lo cual este segmento del transporte no se considera con los cálculos y resultados.

Tabla 5. Número de vehículos ingresados en la calculadora MYC.

Tipo de vehículo	Auto Privado	Taxi Individual	Motocicleta	Bus	VCL
Número de vehículos	576,928	8,511	471,277	5,449	314,85

**Ecuación 1.** Número de vehículos para la categoría vehicular MYC VCL según los criterios de homologación.

$$\#VCL = \#PickUp + \#Utilitarios + \#SUV$$

### III. Promedio Anual de Kilometraje por Vehículo.

Los datos de actividad vehicular para las categorías de automóvil y motocicleta se presentan en la tabla 3 para cinco ciudades de Uruguay. Se realizó una ponderación para las dos categorías vehiculares mencionadas de acuerdo con el tamaño de la población de cada ciudad, tal como se presenta en la Ecuación 2, para determinar un factor de actividad promedio para el país.

<sup>5</sup> 61.23 mil millones (ESP).

**Ecuación 2.** Ponderación del factor de actividad de acuerdo al tamaño de la población.

$$\text{FactorActividadPromedioAjust} = \frac{(\text{Pob}_{C1} \times \text{FA}_{C1}) + (\text{Pob}_{C2} \times \text{FA}_{C2}) + \dots + (\text{Pob}_{CN} \times \text{FA}_{CN})}{\text{Pob}_{C1} + \text{Pob}_{C2} + \dots + \text{Pob}_{CN}}$$

El estudio de Opción Consultores (2021) no consideró otras categorías vehiculares distintas a automóvil particular y motocicleta, por lo tanto para las categorías vehiculares faltantes se tomaron los datos reportados para la ciudad de Montevideo (Intendencia de Montevideo, 2021). Los factores de actividad consolidados y usados en la calculadora MYC, se presentan en la Tabla 6 y en la Figura 2, en donde se expone el escenario BAU. Debido a la disponibilidad de datos para la categoría VCL se mantuvo el mismo valor que para la categoría Auto Privado.

Tabla 6. Factores de actividad vehicular (km/año/vehículo) usados en la calculadora MYC.

Tipo de vehículo	[km/año/vehículo]
Auto Privado	6,572
Taxi Individual	72,000
Motocicleta	2,386
Bus <sup>6</sup>	64,488
VCL	6,572

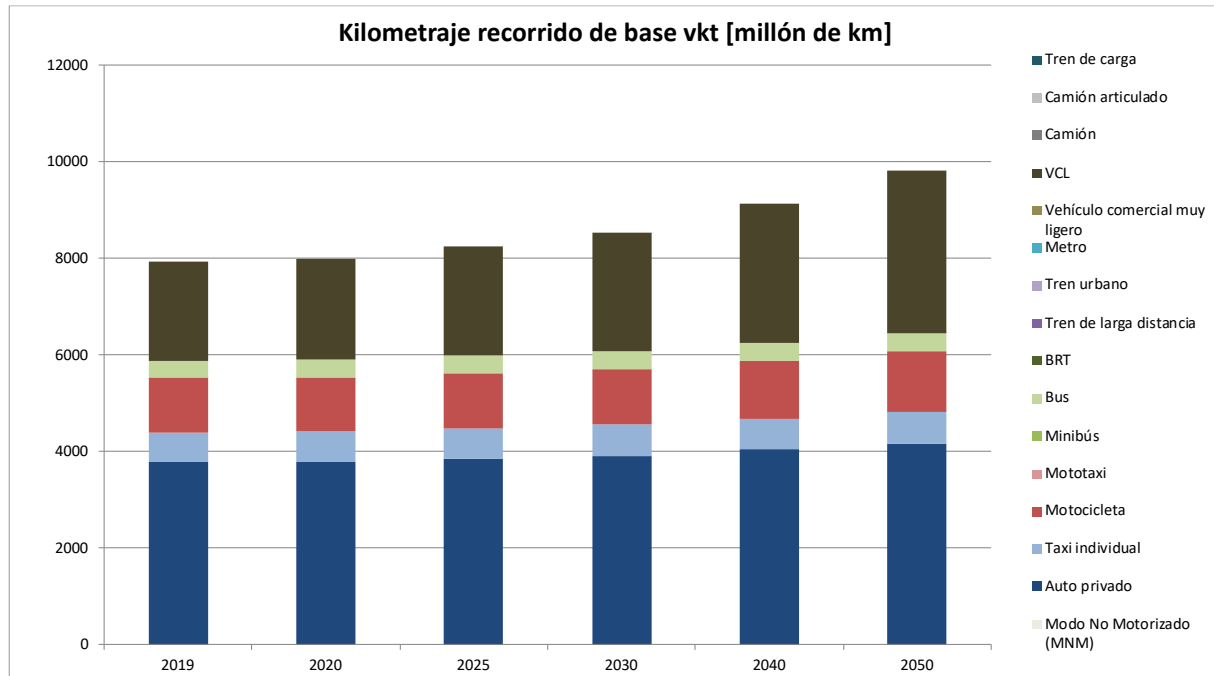


Figura 2. Kilometraje recorrido por tipologías vehiculares en el escenario Business As Usual

<sup>6</sup> Se reporta VKT: 98.472.818 km. 1.527 Ómnibus.

#### IV. Ocupación y distancia de viaje.

##### a) Tasa de carga u ocupación.

En ninguna de las fuentes consultadas se cuenta con esta información.

##### b) Distancia promedio de viaje

En ninguna de las fuentes consultadas se cuenta con esta información.

#### V. Desglose de actividad por tipo de combustible.

No se dispone de información sobre la distribución de la actividad o kilometraje, por tipo de energético. Por lo tanto, se usaron los valores de la distribución de categorías vehiculares por tipo de energético reportados por el Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay (2019). La Tabla 7 presenta los datos ingresados en la calculadora MYC.

Tabla 7. Distribución de categorías vehiculares según el tipo de energético.

Categoría	Porcentaje
Auto-Gasolina	89.7%
Auto-Diésel	10.0%
Auto-Híbrido	0.3%
Auto-Eléctrico	0.01%
Motocicleta-Gasolina	100%
Taxi-Gasolina	65%
Taxi-Diésel	34%
Taxi-Híbrido	0.1%
Taxi-Eléctrico	1%
Bus-Diésel	100%
VCL-Gasolina	68%
VCL-Diésel	32%

#### VI. Consumo de energía.

##### a) Consumo promedio de energía.

El factor de consumo de energía se obtuvo del Observatorio de movilidad de Montevideo (Intendencia de Montevideo, 2021), los valores ingresados en la calculadora MYC se presentan en la Tabla 8 . Debido a la disponibilidad de datos, para la categoría VCL se mantuvo el mismo valor que para la categoría Auto Privado.

Tabla 8. Factores de rendimiento de energía usados en la Calculadora MYC.

Categoría	(l/100 km)
Auto-Gasolina	8.0
Auto-Diésel	7.0
Taxi-Gasolina	8.0
Taxi-Diésel	7.0

Motocicleta-Gasolina	3.1
Bus-Diésel	40
VCL-Gasolina	8.0
VCL-Diésel	7.0

*b) Contenido del CO<sub>2</sub> en la energía eléctrica.*

El contenido de CO<sub>2e</sub> en la energía eléctrica a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN) es de 45g CO<sub>2e</sub>/kWh para el año 2020 (Catálogo de datos abiertos, 2021).

### 2.2.3 Pestaña 3. Escenarios Climáticos

La metodología de evaluación de escenarios climáticos de la Calculadora MYC se divide en tres procesos independientes; estimación de impactos de medidas agrupadas en las categorías de i) evitar, ii) cambiar, y iii) mejorar, la realización de viajes urbanos. Por lo tanto, es necesario contar con la evaluación de las medidas en términos de transporte en el siguiente marco de contexto:

- **Medidas de evitar:** porcentaje de kilómetros recorridos (VKT) que pueden evitarse con las medidas de mitigación previstas.
- **Medidas de cambio de modo:** posibles kilómetros adicionales de las categorías vehiculares de transporte público. Ajustes de las nuevas tasas de ocupación vehicular. Modo original de los viajes antes de la implementación de las medidas.
- **Medidas de mejora en la eficiencia:** proporción de kilómetros recorridos por clase de vehículo y tipo de energético en el periodo de análisis. Cambio en el consumo de combustible específico por clase de vehículo y tipo de energético.

A partir de las líneas programáticas de la NDC de Uruguay se realizaron talleres de construcción de escenarios MYC con el grupo de trabajo local, en los cuales se propusieron metas de cumplimiento de las medidas, así como el impacto que otras medidas podrían tener en aspectos de transporte y movilidad. Lo anterior de acuerdo a la experiencia laboral del grupo de trabajo local, a su conocimiento del sector, y a su condición de ciudadanos de la República de Uruguay.

El equipo de Hill pone a disposición la siguiente encuesta en línea para procesos de legitimación o redefinición de metas, a partir de un grupo de respondientes más amplio y con las características que requiere la herramienta:

- Escenarios para transporte de pasajeros: <https://es.surveymonkey.com/r/98WNG99>
- Escenarios para transporte de carga: <https://es.surveymonkey.com/r/98CBYLV>

Dado que para cada uno de los tres paquetes de medidas se requiere el impacto estimado en los años 2025, 2030, 2040, y 2050, las preguntas que se realizaron en los talleres de construcción de escenarios MYC se plantearon al año 2050; los años intermedios se estimaron a través de una regresión lineal.

#### *I. Medidas de Evitar viajes.*

Durante el taller de construcción de escenarios se realizaron preguntas orientadas a determinar la información requerida por la calculadora MYC para la estimación del impacto de las medidas de evitar viajes. Se formuló el siguiente enunciado: ¿Cuál es la reducción deseable en la actividad vehicular derivada de la

NUMP en 2050? La Tabla 9 presenta los resultados de dicha consulta incluyendo el cálculo por regresión lineal simple para 2030.

Tabla 9. Resultados del taller de construcción de escenarios, medidas de evitar viajes o distancia de viajes.

Clase de vehículo	2030	2050
Automóvil privado	28.75%	51%
Taxi Individual	13.75%	30%
Motocicleta	28.75%	50%
Mototaxi	3%	4%
Minibús	0	3%
Bus	5.70%	12.00%

## II. Medidas de Cambiar el modo de los viajes.

En relación con las metas de cambio de modo, la Tabla 10 presenta los enunciados relacionados con el aumento de actividad en los modos de transporte público y activo, y el cambio en el factor de ocupación, la Tabla 11 presenta los modos captados por el transporte público.

Tabla 10. Resultados del taller de construcción de escenarios, medidas de cambio de modo.

Enunciado	Minibús	Bus	BRT	Tren Regional	Tren Urbano	Metro	Transporte Activo
¿Se requeriría un aumento adicional en la actividad de transporte público y activo para 2050?	21%	31%	44%	17%	18%	14%	68%
¿Se requeriría un aumento en la ocupación (Pax/vehículo) para 2050?	24%	7%	33%	9%	0%	11%	20%

Tabla 11. Resultados del taller de construcción de escenarios, modo captado de las medidas de cambio de modo.

Clase de Vehículo	2030	2050
Automóvil privado	36%	35%
Taxi Individual	10%	11%
Motocicleta	22%	22%
Mototaxi	5%	8%
Minibús	4%	8%
Bus	10%	7%
BRT	0%	1%
Tren regional larga distancia	1%	0%
Tren	0%	0%
Metro	0%	0%
Viaje inducido	11%	6%

### III. Medidas de Mejorar la eficiencia de los viajes.

Para la estimación del impacto de las medidas de mejorar la eficiencia del uso de la energía de los vehículos, se formuló el siguiente enunciado: ¿Habría algún mejoramiento en el rendimiento de los siguientes modos para 2050? La Tabla 12 presenta los resultados.

Tabla 12. Mejora en el factor de rendimiento de energía de los diferentes modos de transporte.

Clase de Vehículo	Auto privado	Taxis individuales	Motocicletas	Mototaxi	Metro	Minibús	Bus	BRT	Tren	Metro
Porcentaje	62%	55%	42%	23%	13%	37%	42%	28%	4%	15%

#### 2.2.4 Pestaña 4. Resultados

A continuación, se presentan algunos resultados generados por la calculadora MYC. El inventario de emisiones de GEI generadas a nivel nacional por el transporte urbano de pasajeros y de carga liviana (categoría VCL) en la República de Uruguay es de 1,691,800 toneladas de CO<sub>2e</sub> en el año 2019. El Inventario de emisiones reportados en el tercer informe bienal de actualización (BUR) 3,735,000 toneladas de CO<sub>2e</sub> para todo el sector transporte; esta cifra incluye el transporte de carga y los modos aéreo, férreo y fluvial.

La Tabla 13 presenta los resultados desagregados dentro del sector transporte. La Tabla 14 presenta la línea base de emisiones proyectada entre 2020 y 2050. Es importante mencionar que, debido a la ausencia de información relacionada con el crecimiento de la actividad vehicular, se tomó como tasa de crecimiento para el transporte de pasajeros el mismo valor de la tasa de crecimiento de la población, y para la el transporte de carga se usó la tasa de crecimiento del PIB.

Tabla 13. Resultados del inventario de emisiones, calculadora MYC.

CRF code IPCC	IPCC categories	1000t GEI TTW
1.A.3.b.i	Ruta-coche	831.8
1.A.3.b.ii	Ruta- Vehículo comercial ligero	393.1
1.A.3.b.iii	Ruta- Camión y buses	384.4
1.A.3.b.iv	Ruta- Motocicleta	82.5
1.A.3.c	Ferrocarril	0,0
Suma		1,691.8

Tabla 14. Resultados de la línea base de emisiones 2019 - 2050. herramienta MYC.

Emisiones totales de GEI Escenario BAU 1000t GEI TTW						
Escenario BAU	2019	2020	2025	2030	2040	2050
Pasajero BAU	1,298.6	1,302.5	1,322.2	1,342.2	1,383.0	1,425.0
Carga BAU	393.1	399.4	432.4	468.1	548.7	643.1
Suma	1,691.8	1,702.0	1,754.6	1,810.3	1,931.6	2,068.1

La Tabla 15 presenta los resultados del escenario climático considerando las medidas de evitar la realización de viajes y las medidas de mejorar la eficiencia de los viajes, de manera conjunta.

*Tabla 15. Resultados de emisiones de GEI en los escenarios climáticos.*

Emisiones totales de GEI escenario climático 1000t GEI TTW						
Escenario climático	2019	2020	2025	2030	2040	2050
Pasajero Clima	1,298.6	1,302.5	1,322.2	1,065.2	1,106.1	384.4
Carga Clima	393.1	399.4	432.4	468.1	548.7	643.1
Suma	1,691.8	1,702.0	1,754.6	1,533.4	1,654.7	1,027.5

### 2.2.5 Pestaña: validación Top-Down

Este ejercicio es muy útil para cerrar las brechas existentes entre las metodologías de abajo hacia arriba (usada por la Calculadora MYC a partir de la actividad vehicular y rendimiento de energía), y de arriba hacia abajo (basada en el consumo o venta total de energía en el sector transporte). Esta armonización sirve para comprender de mejor manera el orden de los resultados, y mejorar la calidad de información, variables, e indicadores utilizados en los cálculos.

La fuente oficial del consumo de energía es el Balance Energético Nacional el cual dispone de series históricas desde el año 1965. Este reporte sugiere que en el año 2019 el consumo del sector transporte de gasolina fue de 608 TOE, y en diésel de 611 TOE. Al comparar ambas metodologías, los resultados en gasolina difieren en un 42% y en diésel en un 68%, siendo mayor el dato reportado por el balance.

Finalmente, el Anexo 2. Reporte Estado Información NUMP Uruguay.xlsx presenta el estado y las fuentes exactas de la información que fue cargada en la calculadora MYC para el caso del NUMP de Uruguay. Derivado de esta experiencia, la siguiente sección describe las necesidades de distribución de responsabilidades para facilitar la gestión de datos.



### 3 Definición de responsabilidades de reporte de información.

La coordinación institucional es crucial para garantizar el reporte de información requerido por la calculadora MYC y los procesos de seguimiento y monitoreo del cumplimiento de metas climáticas del NUMP de Uruguay. Por ello, a partir de la identificación de fuentes de datos (Tabla 16), de la encuesta de capacidades locales (Anexo 3. Encuesta Diagnostico Uruguay), y de las reuniones con el grupo de trabajo interministerial, se construyó un mapa de actores con responsabilidades asociadas al levantamiento y verificación de cinco conjuntos de datos diferentes. Sin embargo, la descentralización constitucional en materia de planeación y gestión de sistemas de movilidad urbana implica la necesidad de consolidar liderazgos regionales que hagan posible el levantamiento, reporte y análisis de datos.

Tabla 16. Principales fuentes de información consultadas para la calculadora MYC

Tipo de información	Entidad encargada/responsable
Gestión Transporte Nacional	El Ministerio de Transporte y Obras Públicas tiene jurisdicción en rutas nacionales. La movilidad urbana es un cometido principalmente de los Gobiernos Departamentales.
Gestión Calidad Aire	Ministerio de Ambiente – Dirección de Cambio Climático- Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay
Matriculas Vehiculares	Segregado por gobiernos subnacionales. A nivel nacional el SUCIVE maneja el Sistema único de cobro de impuestos vehiculares
Calidad Combustibles	URSEA . Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua
Uso MYC	Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay (MIEM)

La Tabla 19 muestra cinco conjuntos de datos, incluyendo las organizaciones sobre las que sugerimos que recaiga la principal responsabilidad de reporte de información, y aquellas que pueden revisar y avalar cifras. En esta tabla también se incluye el listado específico de variables asociadas a cada conjunto de datos, según los requerimientos de la calculadora.

Tabla 17. Organizaciones responsables del levantamiento de información.

Conjunto de datos	Entidades responsables	VARIABLES para reportar
<b>Datos económicos y sociodemográficos.</b>	<i>Responsable principal:</i> Instituto Nacional de Estadística <i>Revisión y aprobación de cifras:</i> Ministerio de Economía y Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población</li> <li>• Tasas de crecimiento población</li> <li>• PIB (GDP)</li> <li>• Tasa de crecimiento PIB</li> </ul>
<b>Características del parque automotor.</b>	<i>Responsable principal:</i> Intendencias / Gobiernos Departamentales y municipales <i>Revisión de cifras y datos complementarios:</i> SUCIVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de vehículos por categoría vehicular (stock)</li> <li>• Número de vehículos por categoría y tipo de combustible</li> </ul>

Conjunto de datos	Entidades responsables	VARIABLES PARA REPORTAR
<b>Demanda de energía.</b>	<p><i>Responsable principal:</i> URSEA – Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua</p> <p><i>Revisión de cifra y datos complementarios:</i> Ministerio de Industria, Energía y Minería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido CO<sub>2</sub> de electricidad Año Base</li> <li>• Contenido CO<sub>2</sub> de electricidad a 2050</li> <li>• Consumo promedio de energía por categoría vehicular</li> <li>• Tasa de reducción de consumo de energía por categoría vehicular</li> <li>• Consumo específico de combustible en Escenario Climático</li> </ul> <p><i>Balance energético para validación Top-down</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Gasolina</li> <li>• Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Diésel</li> <li>• Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Eléctrico</li> <li>• Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GLP (gas licuado de petróleo)</li> <li>• Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GN (gas natural vehicular)</li> </ul>
<b>Operaciones de transporte</b>	<p><i>Responsable principal:</i> Intendencias municipales y Gobiernos Departamentales.</p> <p><i>Revisión y aprobación de cifras:</i> SUCIVE, Unidad Nacional de Seguridad Vial (UNASEV)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factor de actividad promedio anual por categoría de vehículo</li> <li>• Tasa crecimiento Kilometraje por categoría vehicular</li> <li>• Factor de ocupación promedio pasajeros</li> <li>• Factor de ocupación promedio carga Longitud de viaje</li> <li>• Distancia recorrida por categoría de vehículo y energético - Año Base</li> </ul>
<b>Planificación y construcción de escenarios</b>	<p><i>Responsable principal:</i> GORE – DIPLAR y DIT</p> <p><i>Revisión y aprobación de cifras:</i> Municipalidad de Antofagasta – SECOPLAN y Dirección de Tránsito y Transporte Público</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyección distancia recorrida por categoría de vehículo y energético</li> <li>• Kilómetros evitados para modos individuales, resultado de las medidas Avoid.</li> <li>• Kilómetros adicionales por modo, resultado de las medidas de Cambio de Modo.</li> <li>• Factor de ocupación promedio pasajeros (nuevo resultado de las medidas de Cambio de Modo)</li> <li>• Modo de transporte original de los nuevos pasajeros del TPC.</li> <li>• Cuota de VKT por tipo de combustible en Escenario Climático</li> <li>• Kilometraje total por categoría vehicular (VKT)</li> </ul>

La Figura 3 muestra el mapa de organizaciones involucradas en la gestión de la información para actualizar la calculadora, en concordancia con la tabla anterior. En ella, se destaca el rol que puede cumplir la Dirección de Energía del MIEM como líder en la tarea de actualizar, recopilar y reportar información proveniente de distintas entidades nacionales, regionales y municipales. Este rol de liderazgo puede apoyarse en el grupo de trabajo interministerial del NUMP.



Figura 3. Mapa de organizaciones involucradas en la gestión de información para la calculadora MYC

El rol de liderazgo del MIEM puede facilitar el monitoreo de datos, siempre y cuando se definan formalmente los canales para el reporte de datos. Para ello, se sugiere el establecimiento de dos instancias:

- **Comité de seguimiento y monitoreo de movilidad:** con participación de las entidades destacadas en la Figura 3, en el marco del grupo de trabajo del NUMP. En este comité pueden exponerse el conjunto de datos que permiten el monitoreo y la evaluación de impactos sociales, ambientales y económicos de proyectos de movilidad, así como las estrategias para mejorar paulatinamente las metodologías para el levantamiento y procesamiento de información. Se sugiere que el comité se reúna trimestralmente.
- **Solicitud anual de actualización de información:** Como parte del proceso de seguimiento a la implementación de los proyectos y programas de movilidad sostenible y baja en carbono, se sugiere que el MIEM envíe comunicaciones oficiales a los niveles directivos de las organizaciones mapeadas (incluyendo las intendencias departamentales), solicitando la actualización de las variables asociadas a cada conjunto de datos. Con las respuestas oficiales en archivos planos o Excel® puede actualizarse la información consignada en la calculadora para estimar inventarios anuales y evaluar el progreso en el cumplimiento de las metas climáticas acordadas ex ante.



Esta información, a su vez podría conformar un observatorio de movilidad, de acuerdo con los lineamientos que se exponen en la sección 5 de este documento. La integración de los datos de movilidad y cambio climático al [observatorio territorial](#) sería una buena alternativa para visibilizar

Finalmente, de acuerdo con la experiencia acumulada en esta asistencia técnica, se comparte a continuación algunas reflexiones, sugerencias y buenas prácticas para mejorar la gestión de los datos y el reporte de estos en la calculadora.

### 3.1 Datos macro y de contexto socio económico:

Proviene de fuentes oficiales y corresponden a datos medidos o proyectados por el gobierno nacional o local: población, PIB, número de vehículos, balance energético para el sector transporte.

En el caso de Uruguay, las fuentes de los datos macro son de buena calidad; corresponden a entidades oficiales encargadas de los temas y su periodicidad de reporte es anual. Se destaca la buena práctica de depuración del parque vehicular (ver Sección Homologación de categorías).

### 3.2 Datos de actividad vehicular y movilidad

Proviene de estudios específicos con metodologías no estandarizadas o apropiadas por el gobierno, como el observatorio de movilidad de Montevideo o los estudios de consultoría contratados en el marco de diseño de proyectos de infraestructura o formulación de planes de movilidad, o estudios académicos y científicos en la región.

Los datos de factor de rendimiento de energía por tipo de vehículo solo se tienen para la ciudad de Montevideo, esto limita la representatividad del valor en una escala nacional. Es ideal que se hagan estudios de caracterización de flota a nivel local (v.g. edad promedio, estándar de emisiones, distribución por tipo de energético) con los cuales sea posible estimar valores de rendimiento más apropiados al contexto. Así mismo, siempre es recomendable realizar experimentos para estimar estos valores; a través de la instrumentación y análisis de datos crudos, o mediante la medición directa de venta y consumos de energía.

Los datos de movilidad urbana, como número de viajes y factores de actividad vehicular corresponden a estudios recientes en cuatro ciudades de Uruguay. En este sentido es recomendable que se haga un recuento de la metodología utilizada y que sirva de base para replicar y estandarizar este tipo de estudios. El **uso de modelos de transporte de cuatro etapas**, y el análisis de **datos de libre acceso**, son acciones que varias autoridades de transporte vienen usando en su gestión y que permiten precisar los cálculos de emisiones y hacer seguimiento a proyectos de movilidad sostenible. Además, para estimar los factores de actividad anuales (km/año, por ejemplo) puede acudirse a las **Inspecciones Técnicas Vehiculares (ITV)** que pueden recabar información de la actividad anual para distintas tipologías vehiculares y por ley deben desarrollarse en todos los vehículos en una frecuencia definida por la antigüedad de las máquinas<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> La Inspección Técnica Vehicular (ITV) es una normativa nacional, pero no está regulada por igual en todo el país y solo Montevideo la fiscaliza. La Intendencia le exige tenerla al día a los propietarios de vehículos de más de 5 años de antigüedad y la Unidad Nacional de Seguridad Vial (UNASEV) busca que sea un requisito nacional. La vigencia de la Inspección Técnica Vehicular es de tres años para vehículos de entre 3 y 15 años de antigüedad, dos años para vehículos de entre 15 y 25 años de antigüedad y de un año para los de más de 25 años de antigüedad.

Otros datos complementarios como la distancia de viaje y el factor de ocupación vehicular, los cuales no intervienen en la estimación de los resultados, sino que aportan otros indicadores de desempeño, solo se tienen para algunos modos en la ciudad del Montevideo.

### 3.3 Escenarios climáticos

Dependen de los procesos de toma de decisión y los instrumentos analíticos y de modelación con que cuenten los equipos de gobierno encargados de ello.

Para la evaluación de escenarios climáticos es necesario contar con políticas o acciones concretas en movilidad sostenible; con metas y objetivos precisos de los cuales se puedan derivar simulaciones o modelos prospectivos. Es necesario evaluar el impacto de estas acciones en términos de movilidad y transporte (v.g. cambios en la distribución modal y ocupación, actividad vehicular adicional), y en términos tecnológicos respecto a la flota de vehículos (v.g. nuevos energéticos, cambios en los rendimientos de energía). Estas decisiones corresponden a las entidades del Gobierno encargadas de establecer las políticas sectoriales frente a los compromisos del país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y otras agendas de sostenibilidad.

En la actualidad, no existen metas claras en el proceso de elaboración del NUMP, asociadas principalmente con la mitigación de emisiones GEI y según los requerimientos de la calculadora MYC. El ejercicio descrito en el numeral 2.2.3 de este informe debe ser legitimado e, idealmente, replicado en el marco de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible que se desarrollen en las ciudades. Las metas nacionales, en cierta medida, deben reflejar un agregado de metas construidas localmente y que obedezcan a análisis de impacto ex ante medida a medida.

## 4 Identificación de herramientas complementarias a MYC

### 4.1 Tablero parquero vehicular - Uruguay

Como parte de este ejercicio y con la información disponible de la base de datos MIEM, estimación del parque automotor carretero del Uruguay 2017-2019, fue desarrollado un tablero de visualización de la información en la herramienta Power BI, la cual permite consolidar la información y ordenarla facilitando su análisis. Este tablero se entrega como resultado adicional del proyecto [enlace](#).



Figura 4. Tablero de visualización del parque automotor de Uruguay

En caso que se quiera actualizar el tablero construido, se deben realizar los siguientes pasos:

1. Tener base de datos de MIEM, estimación del parque automotor carretero del Uruguay 2017-2019 conservando la misma estructura de campos (Anexo 4. Relación de flota con combustibles.xlsx).
2. Abrir el archivo flota Uruguay.pbix (Anexo 5. Flota Uruguay.pbix.) con instalación previa de [power bi desktop](#) (gratuito)
3. Dirigirse al menú Archivo-opciones de configuración-configuración de origen de datos y modificar el origen de la base de datos de acuerdo a la ubicación local del archivo (Ver Figura 5)
4. Actualizar el tablero utilizando la opción actualizar del menú inicio (Ver Figura 6)



Figura 5. Capturas de pantalla Power BI

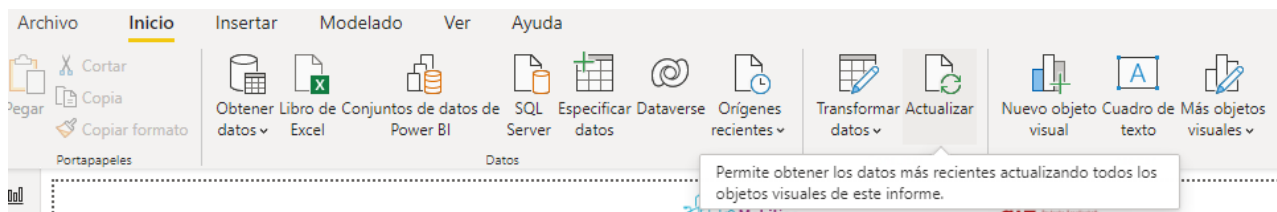


Figura 6. Capturas de pantalla actualización Power BI

De esta forma se actualizará el tablero con la información registrada en la base de datos y será posible su publicación en la web siguiendo el siguiente paso a paso [link](#), este procedimiento solo puede realizarse si se cuenta con una licencia de Power BI pro.

## 4.2 Métodos de levantamiento de información para indicadores de movilidad

Tradicionalmente, la principal fuente de información de los patrones de viaje de una ciudad son las encuestas origen – destino normalmente hechas en hogares, que suelen tener una periodicidad entre 5 y 10 años; esta información ha demostrado ser válida para planear, diseñar e implementar las necesidades de movilidad de una ciudad. Sin embargo, sus costos y la frecuencia con que se renueva resulta ser un inconveniente porque no permite evidenciar actuaciones o intervenciones urbanas intermedias y suele ser común que en ciudades pequeñas e intermedias el intervalo entre encuestas supere los 10 años.

Adicionalmente, en la medida que más se conecta el mundo el interés por recopilar información de las personas para perfilar sus hábitos de consumo, comportamiento, corriente ideológica, condiciones socioeconómicas etc., han llevado a un incremento en la aplicación de encuestas y la captura de información por diferentes medios, lo que hace más difícil la tarea de encuestas en hogares porque existe ahora una menor disposición a atenderlas.

Ahora bien, se vienen implementando otras formas de levantar esta información que puede disminuir la periodicidad y quizás los costos como los son el uso de aplicaciones móviles, la encuestas en línea y el uso de datos móviles agregados (Big Data). A continuación, se explica brevemente las implicaciones de cada uno de



estos métodos y, en la Tabla 18 una calificación cualitativa de los mismos que puede apoyar la toma de decisión acerca de cuál emplear en el marco de un sistema de monitoreo para el PMUS.

- **Aplicaciones Móviles:** La mayoría de las aplicaciones móviles, tienen acceso a la ubicación de los usuarios (por supuesto autorizado por el usuario), información relevante para determinar orígenes y destinos de los viajes, a su vez se han venido desarrollando aplicaciones dedicadas al transporte o a resolver necesidades de transporte, sin embargo, son pocas las que atienden o recogen todos los modos de una ciudad: casos como Google Maps, en donde para la sugerencia de ruta se escoge el modo muestra un gran fuente de información continua de los viajes de una persona. El uso de aplicaciones como fuente de información para caracterizar los viajes de una ciudad requiere de una revisión cuidadosa para garantizar la validez estadística de los datos debido a que la muestra, es decir la población que la usa, puede estar inclinada hacia un grupo bien sea por edad, localización nivel de ingresos o grado de educación entre otros. El ordenamiento de los registros por modo depende de la información entregada por el usuario y la capacidad de aprendizaje del software que procesa los datos (inteligencia artificial): requiere información sociodemográfica, usos de suelo, redes de transporte y de servicios entre otros.
- **Encuestas en línea:** Al igual que las aplicaciones móviles el reto de esta forma es conseguir la validez estadística, sin embargo, empresas dedicadas a este tipo de encuestas vienen mejorando el grupo muestral: suelen tener validez en cuanto a la cobertura geográfica, pero debilidad en cuanto al cumplimiento por edad o grupo socioeconómico. El grupo muestral suele ser fidelizado mediante incentivos por la atención de encuestas. Al ser una encuesta se puede capturar información de modo y motivo.
- **Datos Móviles (BIG DATA):** Este método recoge toda la actividad de la red móvil y dado que la gran mayoría de la población cuenta con un celular la muestra en cobertura geográfica regularmente es válida. Al igual que las aplicaciones móviles necesita de inteligencia artificial para lograr identificar modo de viaje y motivo. Debido al registro permanente de información se puede hacer seguimiento continuo de los patrones de viaje. La gran ventaja de los datos móviles radica en que la recolección de información es pasiva y no se debe recurrir a la memoria de los usuarios ni a su percepción del tiempo. La principal dificultad de esta metodología radica en la identificación de características particulares del viaje como el modo de transporte y el motivo, sin embargo, esta información puede ser obtenida mediante encuestas cortas (por mensaje)

Tabla 18. Calificación Cualitativa de los métodos

Método	Validez Estadística	Costo <sup>8</sup>	Frecuencia <sup>9</sup> de información	Resultados en el Tiempo
Encuestas O-D, hogares	Alta	Alto: por trabajo de campo	Baja	Al terminar procesamiento

<sup>8</sup> Aunque los costos son difíciles de determinar, se ha establecido una escala relativa bajo los siguientes criterios: una encuesta de hogares requiere de uso intensivo de personal en un corto periodo de tiempo y para cada nueva toma el gasto es similar, en el caso de encuestas en línea se puede partir de una base muestral y de programación para replicar la encuesta con intervalos inferiores a dos años. En el caso de las aplicaciones y los datos móviles, necesitan de una intensiva etapa de programación y luego un constante procesamiento de los datos, aunque se tiene gran cantidad de información, en el caso de los datos móviles, las empresas operadoras suelen cobrar por los registros suministrados.

<sup>9</sup> Una frecuencia baja es tener un paquete de registros cada 5 años o más, media registros cada uno o dos años y alta registros menores a un año que incluyen variaciones mensuales (estacionales).





Método	Validez Estadística	Costo <sup>8</sup>	Frecuencia <sup>9</sup> de información	Resultados en el Tiempo
Aplicaciones Móviles	Depende de la penetración de la aplicación	Medio: alta necesidad de programación	Alta	Posterior a etapa de aprendizaje y penetración de la aplicación
Encuestas en línea	Media	Medio: Para preparación de la encuesta	Media	Al terminar procesamiento
Datos Móviles	Media – Alta: mejora con el tiempo	Medio – Alto: Por ahora hay una alta necesidad de programación y procesamiento de las bases de datos, pero en la medida que se aprenda el costo será menor.	Alta	Posterior a etapa de aprendizaje.

Con la información obtenida con este tipo de métodos, es posible identificar parcialmente el comportamiento de los flujos de una ciudad, incluyendo orígenes y destinos de viaje, horarios y, con mayor esfuerzo, motivo y modo de transporte. A pesar de que el gran volumen de información puede ser útil para calibrar modelos de red, siempre será importante hacer validaciones con datos observados en campo y para ello se suelen utilizar aforos vehiculares, mediciones de ocupación y validaciones de sistemas de recaudo bien sea de pasajeros en transporte público o de peajes en vías de acceso a las ciudades, por ejemplo.

Una circunstancia distinta surge cuando se quiere evaluar una actuación específica, por ejemplo, un Desarrollo orientado al Transporte (DOT), un proyecto de electrificación de flota o de infraestructura para promover transporte activo. En estos casos, es aconsejable recurrir a un modelo de 4 etapas para desarrollar evaluaciones de impacto ex ante, dado que su implementación causará cambios en las necesidades de viaje, la relación entre zonas y los patrones de elección modal. Este mismo modelo, puede ser alimentado en las etapas de medición y seguimiento, acompañado de recolecciones de información focalizadas en el área de estudio.

Los modelos de transporte tienen como principal finalidad explicar los viajes de las personas y ayudar en la planeación de una ciudad, región o país, sin embargo, para efectos de seguimiento de medidas no necesariamente se debe enmarcar en un modelo específico, sino que dependiendo las circunstancias y la información disponible puede variar el grado de complejidad del modelo.

Para el ámbito urbano, se suele pensar en la elaboración de un modelo clásico de 4 etapas<sup>10</sup>, pero quizás no sea necesaria la existencia de este para poder determinar las variables de seguimiento de una media mitigación de GEI. Por ejemplo, si con una encuesta se puede establecer origen y destino, magnitud y características del viaje (modo principalmente) y a estos datos se les puede verificar con mediciones en campo, es posible que solo se necesite de la etapa 4 del modelo clásico, es decir *la asignación* con la cual se haría la validación de las mediciones a través de procesos de calibración y se obtienen las variables relevantes para el seguimiento como lo es la actividad por modo (regularmente kilómetros totales - VKT).

<sup>10</sup> Modelo que busca explicar el comportamiento de los viajes desde la linealización de los eventos que ocurren Necesidad del viaje (Generación – Atracción), Conformación de la relaciones entre punto de viajes (Distribución), elección del Modo (Partición Modal) y escogencia de ruta (Asignación )

## 5 Lineamientos para la implementación de un observatorio de movilidad y cambio climático en Uruguay

La experiencia internacional muestra que a pesar de los múltiples esfuerzos e inversiones por reducir las emisiones GEI del sector transporte, estas continúan con una tendencia creciente, y gran parte se debe al crecimiento de los países en vía de desarrollo. Factores como el aumento de la tasa de motorización, la pérdida de participación del transporte público en la distribución modal de viajes urbanos y el uso de flota vehicular con bajos estándares ambientales son parte de los retos a los cuales enfrentan las ciudades latinoamericanas. Además del aporte del transporte en las emisiones GEI, este sector también se ha identificado como una de las principales fuentes de contaminantes locales y ruido.

Por lo anterior, las métricas desde las cuáles se han medido tradicionalmente los sistemas de movilidad deben empezar a cambiar. En la actualidad, hace más sentido monitorear los impactos sociales y ambientales del tránsito de vehículos que medir su desempeño en términos de velocidad, de carreteras disponibles y tiempos de desplazamiento. La mayoría de los gobiernos en la región planifican en función de la capacidad vial, la cantidad de vehículos motorizados y sus velocidades de operación en horas punta, en un afán por atajar una congestión que nunca alcanzan. Por eso, monitorear parámetros clave para calcular emisiones contaminantes no ha sido una prioridad, porque no hacen parte de los ciclos de planificación de proyectos de tránsito y transporte urbano.

Al incorporar requerimientos ambientales y climáticos en los ciclos de planificación, surge la necesidad de medir y hacer seguimiento al cumplimiento de dichos requerimientos. Esto es lo que sucede cuando se intenta integrar la agenda climática con las agendas de movilidad de cada ciudad, cada una con sus propias particularidades geográficas, económicas, sociales y políticas. Un ejemplo claro de ellos son las NUMP, los SUMP y los compromisos sectoriales del transporte a las NDC. Estos instrumentos de política necesitan esquemas de Monitoreo y Evaluación (M&E) de impactos sociales, ambientales y económicos, y esquemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) específicos para emisiones de GEI.

Para atender esa necesidad, a continuación, se hace una propuesta básica para la implementación de [Observatorios de movilidad baja en carbono](#) (en adelante OMBC<sup>11</sup>). Esta propuesta inicial, consiste en unos principios para la gestión de información, y una serie de indicadores que son clave al momento de estimar las emisiones de un sistema de movilidad urbana y monitorear el impacto climático de políticas, planes, programas y proyectos constitutivos de la NUMP de Uruguay y de los planes de movilidad impulsados por gobiernos subnacionales, a partir de los lineamientos ofrecidos por la [Guía para la Planificación de la Movilidad Urbana Sostenible en Uruguay](#). Se incluyen también algunos indicadores de impactos no climáticos, que dan cuenta de la sostenibilidad social, económica y ambiental del sistema.

Los indicadores de progreso en la implementación de los proyectos también son importantes, pero no se incluyen acá toda vez que deben ser ajustados a cada una de las medidas formalmente adoptadas en el marco de estos instrumentos, en especial del NUMP. Consecuentemente, el resultado de las evaluaciones periódicas que se realicen de estos indicadores debe ser entendido como una herramienta que oriente la planeación de la movilidad urbana sostenible en el mediano y largo plazo. Reconocemos el listado sugerido de indicadores incluido en la Guía en mención y presentado en la Figura 7

---

<sup>11</sup> Es ideal que cada ciudad o región metropolitana idee un acrónimo de buena recordación y posicionamiento. Un Observatorio es útil en la medida en que el grupo de Observadores es amplio y diverso, para promover el debate y las mejoras al sistema.

Eje temático	Indicadores
<b>Calidad del sistema de movilidad urbana</b>	Porcentaje de la población que gasta una hora o más el trayecto entre casa y trabajo (total y por nivel de ingresos)
	Porcentaje de puntos de acceso con información sobre el itinerario, horario, integración de tarifas, mapas por modo
	Índices de aprobación del servicio a partir de encuesta de satisfacción de los usuarios
	Índice de Desempeño Operativo
<b>Desarrollo urbano integrado</b>	Porcentaje de viviendas de interés social cercanas al transporte público de mediana o alta capacidad
	Porcentaje de hospitales públicos cercanos al transporte público de mediana o alta capacidad
	Porcentaje de universidades públicas cercanos al transporte público de mediana o alta capacidad
	Índice de distribución de la población en relación a los puestos de trabajo
<b>Gestión democrática de la movilidad</b>	Índice de transparencia
	Índice de participación social
<b>Macroaccesibilidad y equidad</b>	Peso del costo del transporte público en el ingreso familiar promedio
	Evolución del número de pasajeros en el sistema de transporte público
	Porcentaje de población cercana a los puntos de embarque de transporte público (total y por nivel de ingresos)
	Porcentaje de puestos de trabajo cerca de las terminales y paradas de transporte público de mediana y alta capacidad
	Relación entre el número promedio de viajes por modo de transporte de los residentes de hogares más ricos en comparación con los más pobres
	División modal (total y por nivel de ingresos)
	Tiempo promedio de viaje desagregado por modo de transporte
Relación entre el número promedio de viajes de personas con discapacidad sobre el número promedio de viajes por habitante	
<b>Sostenibilidad ambiental</b>	Porcentaje de energías limpias en la matriz energética del transporte
	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita relativas a la movilidad
	Venta de derivados de petróleo para transporte en el ámbito de aplicación del instrumento de planificación
	Emisiones de contaminantes locales per cápita
	Porcentaje de días con buena calidad del aire
	Relación entre número de viajes realizados por modos de transporte activo y por transporte motorizado
	Relación entre número de viajes realizados en transporte público y en transporte motorizado individual
Población expuesta al ruido del tránsito vehicular	
<b>Seguridad en el tránsito</b>	Número de muertes en accidentes de tránsito por cada 100.000 habitantes (total y por modo de transporte)
	Número de heridos hospitalizados en accidentes de tránsito por cada 100.000 habitantes (total y por modo de transporte)
	Gasto en hospitalizaciones de heridos por accidentes de tránsito por cada 100.000 habitantes

Figura 7. Indicadores sugeridos en la Guía para la planificación de Movilidad Urbana Sostenible en Uruguay.

## 5.1 Indicadores básicos para el seguimiento de impactos climáticos

De acuerdo con la aproximación metodológica usada para los cálculos de emisiones tipo *bottom-up* en el sector transporte, adoptada por la *calculadora de emisiones de MYC* y la *Self-Monitoring Tool de Ecologistics*, la siguiente figura muestra una versión simplificada de las variables requeridas. En azul se destacan aquellas que describen los patrones de movilidad en una ciudad, y en verde las que corresponden a las características técnico-mecánicas de los vehículos y de los energéticos usados.

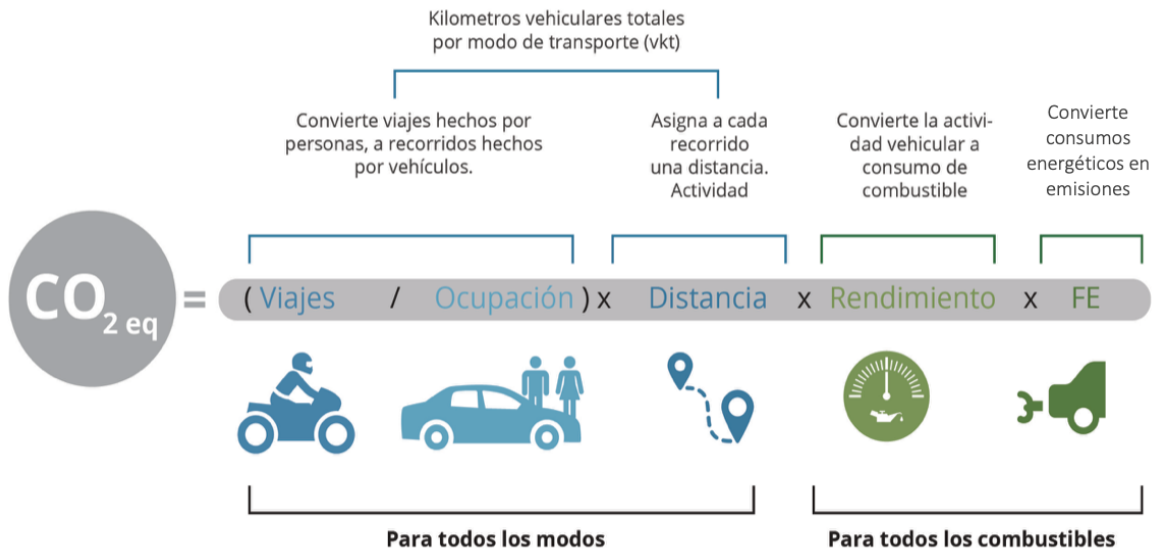


Figura 8. Variables necesarias para el cálculo de emisiones. Fuente: Findeter (2020)

La Ecuación 5, por su parte, traduce esta imagen a notación matemática para garantizar el entendimiento de cada una de las variables y las unidades que deben ser usadas en el sistema internacional (SI), que se explican también en la Tabla 19.

$$ECO_{2e,i} = \sum_m a_{m,i} \sum_f \sum_c k_i \cdot \frac{1}{r_{f,k,i}} \cdot fe_c$$

Ecuación 3

Tabla 19. Definición de los términos de la Ecuación 1.

Término	Significado	Unidades en SI
<b>ECO<sub>2e,i</sub></b>	Emisiones de CO <sub>2e</sub> en el año i.	$\frac{tCO_{2e}}{\text{año}}$
<b>a<sub>m,i</sub></b>	Actividad por modo m, en el año i.	$\frac{VKTs}{\text{año}}$
<b>k<sub>i</sub></b>	Proporción de vehículos por tipo de flota f y tipo de energético c en el año i.	Adimensional (proporción)

Término	Significado	Unidades en SI
$R_{f,i}$	Rendimiento del energético por tipo de flota f y energético c, en el año i.	$\frac{\text{km}}{\text{gal diésel o gasolina}}$ ; $\frac{\text{km}}{\text{m}^3 \text{ GNV}}$ ; $\frac{\text{km}}{\text{KWh}}$
$f_{e_c}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> por tipo de energético c.	$\frac{\text{kg CO}_2}{\text{gal, m}^3, \text{KWh}}$

Fuente: Elaboración propia.

Tal como indica la ecuación previa, la **actividad vehicular** debe ser reportada para todos los modos de transporte asociados a la planeación de movilidad local (de acuerdo con la homologación de estas categorías incluidas en el capítulo 2 de este documento). La siguiente tabla muestra una descripción y un listado de fuentes de información potenciales para cada una de las variables que permiten calcular dicha actividad, que es la variable fundamental para hacerle seguimiento al desempeño energético de un sistema de movilidad.

Tabla 20. Información de transporte para monitoreo de actividades vehiculares.

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Viajes totales por modo	Viajes / día Viajes / año	Representa la cantidad de viajes que se realizan en cada modo de transporte (caminata, bicicleta, transporte público, automóvil, motocicleta, etc.), durante el periodo de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle.</li> <li>Estudios de tasas de viaje según perfiles socioeconómicos de la población en las ciudades.</li> <li>Tiquetes vendidos o validaciones en medios de pago electrónicos para viajes hechos en transporte público</li> </ul>
Partición modal de viajes	%	Porcentaje que representan los viajes de cada modo de transporte, respecto a los viajes urbanos totales de pasajeros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle.</li> <li>Encuestas telefónicas o con formularios virtuales de percepción ciudadana.</li> <li>Aforos de tránsito con personas o estaciones aforadoras automáticas. Este tipo de información, a diferencia de las encuestas, da cuenta de la partición modal en vías específicas y sirve para calibrar modelos de partición modal expandidos a nivel de ciudad.</li> </ul>
Distancia promedio de viaje por modo	km	Factor de actividad (distancia) de los viajes realizados en cada modo de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle.</li> <li>Lecturas de odómetro y tacógrafos en el marco de Inspecciones Técnicas Vehiculares. Esto demanda un compromiso de fiscalización de los compromisos de ley a nivel de intendencias departamentales.</li> <li>Herramientas tecnológicas para analítica de big-data, como APPs con User Movement Analytics (basados en datos de GPS) o</li> </ul>

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
			análisis de información de señales celulares. Este tipo de fuentes pueden ofrecer grandes muestras de usuarios, pero con dificultades para segmentarlos en modos de transporte.
Ocupación vehicular	Pax/vehículo IPK <sup>12</sup>	Promedio de pasajeros que se transporta en un vehículo en un mismo viaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de frecuencia y ocupación visual (FOV), en donde se mide la cantidad de personas que van a bordo en vehículos.</li> <li>Reportes de IPK por parte de operadores de transporte público, calculados con base en los kilómetros operativos de la flota y el total de pasajeros transportados.</li> </ul>
Km-vehículo recorridos por modo (VKT)	Km/día Km/año	Factor de actividad de cada modo, representando por el total de kilómetros recorridos por cada vehículo circulante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo directo a partir de los indicadores anteriores.</li> <li>Reportes de corridas de modelos de cuatro etapas, específicamente del modelo de asignación de viajes a una red vial determinada para la ciudad.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se señala en el numeral 4.2, las encuestas de movilidad basadas en hogares son una de las principales herramientas de seguimiento, dado que permiten ver cómo van cambiando los patrones de viajes en las ciudades. Su importancia radica en que la información que se obtiene permite la construcción y calibración del modelo clásico de transporte o modelo de cuatro etapas (generación, distribución, partición y asignación de viajes), instrumento principal para la planeación y evaluación de estrategias de movilidad. Lamentablemente, son pocas las ciudades que tienen modelos propios de movilidad gestionados y calibrados periódicamente.

Sin embargo, para el contexto latinoamericano (en especial de ciudades con más de 1 millón de habitantes y en expansión), el diseño y ejecución de las encuestas en hogares resultan costosas, dado que las muestras representativas pueden implicar decenas de miles de hogares. Por eso es recomendable ejecutarlas en periodos de 5 a 10 años, pero apoyarse en otros instrumentos de captura de información en campo (encuestas de percepción ciudadana, mediciones y registros de Inspecciones Técnicas Vehiculares, aforos vehiculares, registro de flujos y velocidades, y big data de celulares) para calibrar los modelos o hacer seguimiento a indicadores intermedios.

Por otro lado, estos indicadores de movilidad permiten identificar variaciones agregadas de la ciudad, pero no atribuir efectos de causalidad directamente a una u otra medida que se haya implementado en el marco del PIMUS o la EMME, pues los cambios suelen ser el efecto integral de distintas intervenciones, además de elementos adicionales como el crecimiento poblacional, el comportamiento de la economía, los procesos de ocupación del territorio, entre otros. **Esto es un atributo deseable de un observatorio, cuyo objetivo hacer seguimiento al desempeño global del sistema, pero no demostrar el impacto de medidas puntuales con una causalidad científicamente demostrada.**

<sup>12</sup> Índice de Pasajeros por Kilómetro, como indicador alternativo exclusivo para Transporte Público de pasajeros

Por su parte, las variables relacionadas con las condiciones técnico-mecánicas de los vehículos (rendimientos y factores de emisión de los energéticos) demandan una caracterización de la flota automotor de cada ciudad. Generalmente, las ciudades tienen un registro automotor asociados a los procesos de patente o matrícula de estos, para permitir su circulación bajo las normativas de tránsito correspondientes a cada territorio.

La Tabla 21 incluye una descripción de estos indicadores y las fuentes potenciales de información. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que la caracterización del parque automotor constituye una primera aproximación al desafío de distribuir la actividad vehicular de todo el sistema de movilidad entre distintos tipos de energéticos, es decir, saber cuántos kilómetros anuales se recorren usando gasolina, gas natural o electricidad, por ejemplo. Este enfoque no refleja la realidad de los consumos, por lo que una alternativa más precisa es desarrollar encuestas de caracterización de vehículos en muestras representativas de estaciones de servicio en donde se venden distintos energéticos (Gasolineras, electrolineras, gas).

Tabla 21. Indicadores de desempeño energético y emisiones

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Número de vehículos	#	Cantidad de vehículos registrados en la jurisdicción de cada ciudad, discriminados por modo de transporte (clase de vehículo y tipo de servicio, es decir, público o privado) y por energético usado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros oficiales de vehículos matriculados o patentados en la ciudad o área metropolitana en donde se implemente el observatorio.</li> <li>Encuestas de hogares en donde se pregunte por la tenencia y uso de vehículos.</li> </ul>
Rendimientos energéticos	Km/energético (m <sup>3</sup> , litros, galones, KWh)	Describe la eficiencia energética de las distintas categorías vehiculares en función del kilometraje que son capaces de recorrer con una unidad de energético. Para los combustibles fósiles se usan unidades volumétricas (m <sup>3</sup> para gases, y litros o galones para líquidos) y en el caso de la electricidad, se usa KWh.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros oficiales de vehículos matriculados o patentados en la ciudad o área metropolitana en donde se implemente el observatorio, siempre y cuando incluyan información de rendimientos declarados por fabricantes.</li> <li>Estudio de mercado de tipologías vehiculares en donde se identifiquen los rendimientos de fábrica o los rendimientos declarados por vendedores de vehículos usados.</li> <li>Estudios de campo para cálculo de rendimientos específicos según las condiciones geográficas y los patrones de conducción. Este es el caso ideal ya que reconoce las variaciones del indicador según las condiciones reales de operación en calle.</li> </ul>
Factores de emisión de los energéticos	CO <sub>2eq</sub> /energético (m <sup>3</sup> , litros, galones, KWh)	Indica las emisiones de CO <sub>2eq</sub> por unidad de energético consumido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de calidad de combustibles distribuidos en la ciudad o zona metropolitana, con balances estequiométricos para identificar contenidos de carbono y emisiones de GEI por combustión.</li> </ul>

Finalmente, los cinco indicadores de movilidad básicos presentados en esta sección, permitirían calcular los siguientes indicadores centrales de desempeño climático. La frecuencia de reporte depende de la disponibilidad de datos para actualizar los cálculos de emisiones. Idealmente, esto puede ocurrir bienalmente.

Tabla 22. Indicadores centrales de desempeño climático

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Consumo energético total	TJ/año	Consumos energéticos totales distribuidos por todos y cada uno de los combustibles fósiles usados en el sistema de movilidad, así como la energía eléctrica consumida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo indirecto a partir de indicadores de actividad y características del parque automotor.</li> <li>• Idealmente, debe contrastarse el cálculo con los reportes de ventas y distribución de empresas comercializadoras de combustibles fósiles y energía eléctrica.</li> </ul>
Emisiones totales de CO <sub>2eq</sub>	Ton CO <sub>2eq</sub> /año	Inventario total de emisiones GEI del sistema de movilidad, bajo un enfoque Tank-to-Wheels, ya que incluye exclusivamente las emisiones asociadas a la operación de los vehículos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo indirecto a partir de indicadores de actividad y características del parque automotor con metodología <i>bottom-up</i></li> <li>• Modelos de emisión locales desarrollados por la autoridad ambiental.</li> <li>• Comprobación con cálculo tipo <i>top-down</i> a partir de registro de venta de combustibles.</li> </ul>
Emisiones por pasajero/kilómetro	CO <sub>2eq</sub> /pax-km	Indicador de emisiones específicas por personas y por kilómetro. Permite comparar de forma fácil el desempeño del sistema usando a las personas como unidades de análisis, similar a una huella de carbono per-capita.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo directo a partir del inventario total anual de emisiones, el total de viajes realizados al año y los kilómetros recorridos totales del sistema.</li> </ul>

## 5.2 Indicadores para monitoreo de impactos no climáticos

Los indicadores de un OMBC deben permitir la detección de impactos de las NUMP y SUMP no solo sobre las emisiones de GEI, sino también sobre otros criterios de sostenibilidad como la accesibilidad, la asequibilidad, la equidad y la seguridad vial. De esto deben dar cuenta los instrumentos específicos de Monitoreo y Evaluación que se desarrollen específicamente para estos instrumentos de política, los cuales deben medir el progreso en el cumplimiento de las metas y objetivos definidos autónomamente en cada territorio. Estos sistemas M&E no necesariamente deben coincidir con los indicadores de un observatorio, pues los objetivos de política son distintos.

En cualquier caso, la siguiente tabla expone algunos indicadores de impacto no climáticos que podrían complementar la mirada de un OMBC.



Tabla 23. Propuesta de indicadores no climáticos para OMBC

Indicadores	Unidades	Frecuencia de monitoreo	Fuentes de información
Área Neta Urbanizada de la ciudad	hectáreas	Cuatrienal	Base predial catastral
Porcentaje de suelo urbanizado	%	Cuatrienal	Catastro y perímetro urbano oficial
Infraestructura para peatones	m <sup>2</sup>	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público.
Infraestructura para ciclistas	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público.
Infraestructura vial para tráfico mixto	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público
Infraestructura vial exclusiva para transporte público carretero (v. gr. Troncales BRT)	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público
Infraestructura vial exclusiva para transporte público sobre rieles	km	Cuatrienal	Inventario de redes viales y espacio público
Espacio público efectivo percapita	m <sup>2</sup> /hab	Bienal	Inventario autoridad de planeación
Tasas de motorización para automóviles y motocicletas privadas	Veh/1000 hab	Anual	Registros de automotores
Población	# personas	Anual	Autoridad de planeación - Censos
Participación del gasto de transporte en el ingreso del hogar	%	Anual	Encuesta de movilidad
Densidad poblacional	hab/ha	Bienal	Autoridad de planeación - Censos
Percepción de seguridad ciudadana en el espacio público	Escala 1 a 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Percepción de calidad del transporte público	Escala 1 a 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Emisiones de PM <sub>2.5</sub>	ton/año	Anual	Modelo de emisiones
Percepción de contaminación por ruido	Núm 1- 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Espacio verde percapita	m <sup>2</sup> /hab	Bienal	Inventario local de espacios verdes
Número de víctimas graves y mortales en siniestros viales	#	Anual	Autoridad de tránsito y transporte, Policía de tránsito e institutos forenses.
Recursos públicos comprometidos para financiar iniciativas asociadas a los SUMP o NUMP	USD	Anual	Autoridades de planeación, finanzas y hacienda
Recursos privados comprometidos para financiar iniciativas asociadas a los SUMP o NUMP	USD	Anual	Autoridades de planeación, finanzas y hacienda

## 6 Conclusiones

El proceso de elaboración de este protocolo para el uso de la calculadora MYC, demostró que Uruguay cuenta actualmente con información parcial para implementarla como herramienta que permita definir una meta de mitigación de GEI de su NUMP y establecer un escenario de referencia contra el cual comparar los futuros inventarios de emisiones. Esto, gracias a la gestión de información de la Intendencia de Montevideo, por un lado, y a la cooperación de los programas Movés y Euroclima+ que facilitaron la medición de indicadores en cuatro ciudades intermedias incluidas en este reporte (Treinta y Tres, San José de Mayo, Rivera, Ciudad de la Costa)

Sin embargo, para que la calculadora funja como instrumento clave dentro de un mecanismo de Monitoreo, Reporte y Verificación es necesario formalizar procedimientos para el levantamiento y recopilación de datos de forma frecuente, periódica, transparente y verificable. Precisamente, en virtud del principio de transparencia de los mecanismos MRV, la asistencia técnica brindada con Hill dejó una clara trazabilidad de fuentes de información, no solo en este informe, sino también en el Anexo 1. En este archivo de Excel® se incluyeron hojas de cálculo adicionales a las del libro original para permitirle a los usuarios identificar la fuente original de los datos, así como los procedimientos matemáticos para transformar los datos originales en las variables exigidas por la plataforma, son sus respectivas unidades, dimensiones, tipologías vehiculares y modos de transporte asociados.

Al reconocer la calculadora solo como un instrumento de cálculo de inventarios y escenarios, es claro que deben adelantarse varias actividades complementarias en el país para constituir formalmente un sistema MRV. En otras palabras, la calculadora no es en si misma un MRV, solo una herramienta de cálculo que puede ser usada para suplir algunas de las actividades requeridas. La siguiente tabla muestra las tareas que deberían surtir en el marco del desarrollo e implementación de la NUMP con un Checklist semaforizado que plantea una hoja de ruta a seguir para instituir con rigor un MRV para esta Política.

Tabla 24. Fases de implementación del NUMP y actividades del MRV

Fase del NUMP	Actividades MRV	Checklist
Fase 1: Preparándose para empezar	Se evalúan las necesidades de apoyo externo en MRV	■
	Se establece un presupuesto para MRV	■
Fase 2: Diagnóstico y escenarios	Se comprueba la disponibilidad de datos de transporte y se recopilan los datos disponibles	■
	Se calcula el escenario base para el desarrollo de las emisiones de transporte y se acuerdan supuestos entre las partes interesadas	■
Fase 3: Establecimiento de metas y desarrollo del plan de acción	Se describen los efectos esperados de la PMUS y las acciones previstas (relación causa-efecto / marco lógico)	■
	Se establece el alcance del enfoque de monitoreo (límites de evaluación)	■
	El impacto de los GEI del NUMP se ha calculado ex-ante	■
	Se describen las limitaciones de la cuantificación de las emisiones de GEI (incertidumbres)	■

Fase del NUMP	Actividades MRV	Checklist
	Los beneficios de la movilidad sostenible se han evaluado ex-ante	Yellow
Fase 4: Validación del plan de acción	Si es necesario, ajuste el cálculo ex-ante del impacto de los GEI al plan de acción validado para el NUMP	Red
	Las necesidades de datos y los métodos de recolección han sido identificados y acordados por las partes interesadas correspondientes	Green
	Las responsabilidades de MRV se han asignado	Yellow
	Se ha confirmado un presupuesto preciso para MRV	Red
	Se ha elaborado un plan y procedimientos de monitoreo, incluyendo el aseguramiento de la calidad	Yellow
Fase 5: Implementación y monitoreo	Los datos se recogen, procesan y se controla la calidad de forma continua	Red
	El inventario de emisiones se calcula cada 1-3 años	Yellow
	El escenario de referencia se recalcula ex-post y las reducciones de emisiones se evalúan cada 1-3 años	Red
	Se puede proporcionar información de apoyo para verificar el impacto de los GEI	Red
	El informe de la implementación del monitoreo se produce anualmente	Red
	El informe de movilidad sostenible se publica cada 5 años (evaluación a medio plazo)	Red

*Fuente: Elaboración propia a partir de la guía de elaboración de SUMP y NUMP de MYC*

Finalmente, hacemos énfasis en la necesidad de definir un plan de acción con el concurso de entidades municipales, departamentales y nacionales para recabar la información necesaria que permita actualizar la calculadora MYC, en el marco de un observatorio de movilidad baja en carbono como se sugiere en el capítulo 5, que bien podría ser integrado al Observatorio Territorio Uruguay, Administrado por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

La descentralización uruguaya en materia de gestión de la movilidad urbana, puede ser una oportunidad para fortalecer las capacidades locales en materia de planificación, modelación y monitoreo de sistemas de movilidad en las intendencias departamentales y municipales. Se recomienda que el gobierno nacional, en cabeza del grupo de trabajo interministerial del NUMP, impulse a estas instancias de gobierno subnacional para que destinen recursos presupuestales y humanos para monitorear sus sistemas de movilidad a partir de los indicadores sugeridos en el capítulo 5 y los requerimientos de la calculadora MYC.

## 7 Referencias

Banco Mundial. (2019). Datos de Uruguay. Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/pais/uruguay>

Catalogo de datos abiertos. (2021). BEN Contenido CO2 del SIN. Retrieved from <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/miem-ben-factor-de-emision-de-co2-del-sin>

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). (2020). User Manual for the MobiliseYourCity Emissions Calculator. Retrieved from [www.MobiliseYourCity.net](http://www.MobiliseYourCity.net)

Intendencia de Montevideo. (2021). Observatorio de Movilidad de Montevideo. Retrieved from <https://montevideo.gub.uy/observatorio-de-movilidad>

Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay. (2019). Parque automotor: serie 2017-2019. 1–3.

Opción Consultores. (2021). Encuesta origen-destino en las ciudades de Treinta y Trés, San Jose de Mayo, Ciudad de la Costa, Riviera.



## 8 Anexos

### 8.1 Anexo 1. MYC\_Tool\_final.1.3.2\_20210226\_Uruguay\_VF.xlsm

(Disponible como archivo de excel adjunto)

### 8.2 Anexo 2. Reporte Estado Información NUMP Uruguay.xlsx

(Disponible como archivo de excel adjunto)

### 8.3 Anexo 3. Encuesta Diagnostico Uruguay

(Disponible como archivo de word adjunto)

### 8.4 Anexo 4. Relación de flota con combustibles.xlsx

(Disponible como archivo de excel adjunto)

### 8.5 Anexo 5. Flota Uruguay.pbix.

(Disponible como archivo de PowerBI adjunto)