

Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de transporte dominicano

Reporte final –Agosto 2022

Dr. Mónica Espinosa, Jose Pacheco

Aviso legal

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento se basan en la información recopilada por la GIZ y sus consultores, socios y colaboradores.

Sin embargo, la GIZ no garantiza la exactitud ni la integridad de la información contenida en este documento, y no se hace responsable de los errores, omisiones o pérdidas que puedan surgir de su uso.

Agradecimiento

La implementación de esta evaluación de emisiones se desarrolló como parte de una extensión del proyecto global *Advancing Transport Climate Strategies* TraCS y fue gracias a la propuesta del equipo de República Dominicana, formado por el Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT) y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que se implementó acompañado de un proceso de desarrollo de capacidades al equipo interinstitucional involucrado en transporte a nivel nacional.

Agradecemos la colaboración y contribución de Sheyla Guerrero de INTRANT y Rubén Mesa del Ministerio de Medio Ambiente, quienes actuaron como coordinadores del grupo de gobierno; extendiendo este reconocimiento a los profesionales de los 18 institucionales nacionales involucradas.

CHANGING TRANSPORT

Facilitating climate actions in mobility

La GIZ trabaja para cambiar el transporte hacia modos sostenibles y facilitar la acción climática desde la movilidad. Apoyamos a las y los tomadores de decisión en los países emergentes y en desarrollo mediante servicios de formación y consultoría, así como la creación de redes. Nuestro objetivo final es mantener el cambio de temperatura global por debajo de los 2 grados centígrados.

www.changing-transport.org

Contexto del Proyecto

El proyecto "Advancing Transport Climate Strategies" (TraCS) está financiado por la Iniciativa Internacional del Clima del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor de Alemania.

El proyecto tiene como objetivo apoyar a los países en desarrollo en la evaluación sistemática de las emisiones de GEI procedentes del transporte, en el análisis de los potenciales de reducción de emisiones y en la optimización de la contribución del sector al objetivo de mitigación establecido en las NDC de los países.

Tabla de Contenido

Lista de tablas.....	6
Listado de figuras.....	7
Resumen ejecutivo	8
Introducción.....	10
1 Estimación del inventario de emisiones	11
1.1 Principales fuentes de información	11
1.2 Delimitación del sistema de análisis	12
1.2.1 Año base.....	12
1.2.2 Sectores incluidos.....	12
1.2.3 Gases contaminantes considerados.....	12
1.3 Metodología e información de entrada	13
1.3.1 Población y año base	14
1.3.2 Producto interno bruto y tasa de crecimiento	14
1.3.3 Número de vehículos por categoría vehicular	14
1.3.4 Factor de actividad vehicular.....	16
1.3.5 Distribución de vehículos por tipo de energético	18
1.3.6 Factores de rendimiento de energía	19
1.3.7 Factores de ocupación vehicular.....	20
1.3.8 Distancia promedio de viaje por categoría vehicular.....	21
1.3.9 Factor de emisión de GEI de la energía eléctrica	21
1.4 Resultados del inventario de emisiones GEI.....	22
1.4.1 Aproximación de abajo hacia arriba.....	22
1.4.2 Verificación según aproximación de arriba hacia abajo	23
1.5 Comparación del resultado del inventario con el informe bienal de actualización	24
2 Escenario de línea base de emisiones GEI.....	24
2.1 Definición del escenario de línea base	24
2.2 Crecimiento de la demanda	25
2.3 Mejora del rendimiento de la flota.....	26
2.4 Participación de la flota por tipo de energético	27

2.5	Resultados del escenario de línea base de emisiones GEI	27
3	Escenario de mitigación de emisiones GEI	30
3.1	Medidas de mitigación orientadas a cambiar el modo de viaje.....	31
3.1.1	Líneas nuevas del metro en Santo Domingo	31
3.1.2	Nueva línea de teleférico.....	33
3.1.3	Adecuación de red para ciclovías con la implementación de las bicicletas en las grandes ciudades	34
3.2	Medidas de mitigación orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte	35
3.2.1	Sustitución de buses con tecnologías más eficientes	35
3.2.2	Sustitución de taxis y conchos por tecnologías más eficientes.....	37
3.2.3	Sustitución de vehículos privados por tecnologías más eficientes.....	38
3.3	Resultados del escenario de mitigación de emisiones GEI.....	40
	Mensajes finales	42
	Anexos	45
	Anexo 1. Calculadora MYC República Dominicana	45
	Anexo 2. Datos de entrada de la Calculadora MYC República Dominicana	45
	Referencias	1

Listado de tablas

Tabla 1. Principales estudios de referencia usados en el proceso de estimación del inventario de emisiones de GEI.	11
Tabla 2. Factores de emisión de GEI por tipo de energético usado por la Calculadora MYC.	3
Tabla 3. Potenciales de calentamiento global usados por la Calculadora MYC.	3
Tabla 4. Criterios de homologación de categorías vehiculares.	15
Tabla 5. Número de vehículos usados en el inventario de emisiones GEI en las categorías MYC.	16
Tabla 6. Factores de actividad por categoría vehicular usados en el cálculo del inventario de GEI.	17
Tabla 7. Distribución de la flota según categorías MYC por tipo de energético.	18
Tabla 8. Factores de rendimiento de energía para las categorías MYC.	19
Tabla 9. Valores de ocupación vehicular en Santiago de los Caballeros (pasajeros / vehículo).	20
Tabla 10. Valores de ocupación vehicular ponderados para transporte público colectivo.	20
Tabla 11. Distancia promedio de viajes reportado para ciudades de la región.	21
Tabla 12. Resultados desagregados del inventario de emisiones de GEI sector transporte carretero República Dominicana.	22
Tabla 13. Comparación de los consumos de energía entre la estimación de la Calculadora y el Balance de Energía.	23
Tabla 14. Resultado del inventario de emisiones de GEI del sector transporte carretero de carga.	24
Tabla 15. Supuestos de crecimiento por categoría para el escenario de línea base.	26
Tabla 16. Supuestos de mejora del rendimiento del combustible para el escenario de línea base.	27
Tabla 17. Escenario de línea base emisiones GEI.	28
Tabla 18. Escenario de línea base emisiones GEI.	28
Tabla 19. Medidas de la NDC consideradas en la simulación del escenario climático.	31
Tabla 20. Proyección de pasajeros transportados en Metro.	32
Tabla 21. Proyección de kilómetros totales recorridos por el Metro.	33
Tabla 22. Modo captado por los nuevos viajes en Metro.	33
Tabla 23. Proyección de pasajeros transportados en cable.	34
Tabla 24. Proyección de pasajeros-kilómetro (pkm) para el sistema de cable.	34
Tabla 25. Proyección de buses alimentadores reemplazados por la entrada del cable.	34
Tabla 26. Proyección de kilómetros recorridos por el cable.	35
Tabla 27. Proyección de nuevos viajes en bicicleta.	35
Tabla 28. Proyección de kilómetros recorridos por los nuevos viajes en bicicleta.	35
Tabla 29. Modo captado por los nuevos viajes en bicicleta.	35
Tabla 30. Proyección de la sustitución de buses con tecnologías más eficientes.	36
Tabla 31. Proyección del número de buses en el escenario de línea base.	36
Tabla 32. Proyección de la flota de buses por tipo de energético en el escenario climático.	37
Tabla 33. Distribución de la flota de buses por tipo de energético en el escenario climático.	37

Tabla 34. Factores de rendimiento para nuevos energéticos en la flota de buses.....	37
Tabla 35. Proyección de taxis y conchos en el escenario de línea base.....	38
Tabla 36. Proyección de la flota de taxis y conchos por tipo de energético en el escenario climático.	38
Tabla 37. Distribución de la flota de taxis y conchos por tipo de energético en el escenario climático	38
Tabla 38. Factores de rendimiento de energía para nuevos energéticos en la flota de taxis y conchos.	38
Tabla 39. Proyección del número de vehículos privados en la línea base.	38
Tabla 40. Proyección de la flota de vehículos privados por tipo de energético en el escenario climático.	39
Tabla 41. Distribución de la flota de vehículos privados por tipo de energético en el escenario climático.	39
Tabla 42. Factores de rendimiento de energía para nuevos energéticos en la flota de vehículos ligeros en el escenario climático.....	38
Tabla 43. Resultados de los inventarios de emisiones de GEI del sector transporte en dos escenarios.	40
Tabla 44. Resultados de los inventarios de emisiones de GEI del segmento de transporte de pasajeros.....	40
Tabla 45. Emisiones de GEI acumuladas segmento de transporte de pasajeros.....	41

Listado de figuras

Figura 1. Esquema de organización de la calculadora MYC según las hojas de cálculo.	13
Figura 2. Aporte por categorías vehiculares al inventario de emisiones de GEI.	22
Figura 3. Actividad total en escenario de línea base.....	29
Figura 4. Emisiones GEI en escenario de línea base.....	29
Figura 5. Resultados de emisiones en los escenarios de línea base y climático para el segmento de transporte de pasajeros.	41
Figura 6. Aporte porcentual a la reducción de emisiones por medida.....	42

Resumen ejecutivo

- Se utilizó la Calculadora MYC como herramienta para estimar el inventario de emisiones de República Dominicana, un escenario de línea base y un escenario de mitigación (escenario climático) considerando las medidas de mitigación de la NDC. Este proceso se desarrolló de manera participativa con diferentes actores locales, y se hizo de manera articulada con las sesiones de trabajo que se desarrollaron a lo largo del proyecto.
- En este ejercicio con la MYC se utilizaron datos locales siempre que fue posible. Para los casos en que no se contaba con información local se presentaron supuestos para llenar los vacíos de información, acordados con los participantes de las sesiones de trabajo.
- Los resultados de los análisis para el año 2018 muestran que el sector de transporte carretero emitió 7,757 Gg CO_{2e}. La categoría de automóviles privados (coche según la clasificación de la Calculadora MYC) es la de mayor aporte en las emisiones (48%), seguida por los vehículos comerciales ligeros con 34%, camiones y buses 13% y motocicletas 5%.
- Con la Calculadora MYC se desarrolló el inventario de abajo hacia arriba y los resultados se compararon con una estimación de arriba hacia abajo. Los resultados obtenidos muestran consistencia entre este ejercicio y el BUR y entre este ejercicio y los datos registrados para República Dominicana en el Balance Energético Nacional. La elaboración del inventario permitió generar unos lineamientos técnicos de homologación de categorías vehiculares entre las utilizadas a nivel local y las requeridas por la Calculadora MYC. Estos lineamientos podrán seguirse utilizando en próximos ejercicios, ya que se dejaron planteados de manera detallada para que se puedan replicar en ejercicios futuros.
- Bajo el escenario de línea base las emisiones se incrementan desde 7,757 Gg CO_{2e} en 2018 hasta 23,982 Gg CO_{2e} en 2050. El transporte de pasajeros genera la mayor parte de las emisiones (54%-61%) durante el periodo de análisis siendo los vehículos livianos particulares y las motocicletas las fuentes de mayor contribución en las emisiones GEI. Por su parte dentro del transporte de carga los vehículos comerciales ligeros son la principal fuente de emisión.
- El desarrollo del escenario de línea base permitió analizar junto con los asistentes a las sesiones de capacitación como se representan diferentes factores (v.g., crecimiento económico, población, tecnologías disponibles, decisiones sobre la matriz energética, etc.) en las variables que explican las emisiones GEI del transporte. A partir de la metodología que se dejó documentada junto con el formato de datos de entrada a la Calculadora MYC se podrán desarrollar múltiples escenarios posibles de línea base, con la finalidad de entender el impacto de esos factores en las emisiones GEI del transporte.
- El escenario de mitigación modelado muestra que para el año 2030 se logra una reducción del 4.8% de las emisiones del transporte carretero de pasajeros. A pesar de los grandes esfuerzos requeridos para lograr las medidas de la NDC se observa que las

emisiones del transporte seguirán siendo crecientes, y por lo tanto se requerirán esfuerzos mucho mayores para lograr trayectorias de emisiones consistentes con la descarbonización hacia el año 2050.

Se observan oportunidades para aumentar la ambición:

- Teniendo en cuenta el enfoque “Evitar-Cambiar-Mejorar” se observa que es posible ampliar el enfoque de las medidas para que también se consideren acciones que busquen “evitar” viajes.
- Las medidas planteadas en la NDC no consideran opciones para reducir emisiones GEI generadas por el transporte de carga.
- Si bien se incluyen acciones de sustitución modal es posible aumentar la cantidad de viajes que se busca sustituir. En particular, en medidas que estén diseñadas para evitar que los modos privados que son los de mayor contribución en las emisiones GEI continúen dicha tendencia en los próximos años. Hacen parte de este tipo de medidas: cobros por congestión, impuestos a los combustibles, mayores incentivos para el uso del transporte público y no motorizado, educación y cambios en los patrones de comportamiento, restricción a la circulación en transporte privado en ciertas zonas u horarios, entre otras medidas.
- Las medidas de sustitución de vehículos de transporte público por nuevas tecnologías deben incluir estándares de calidad y servicio para que estos modos sean más atractivos y competitivos frente al uso de vehículos particulares.
- Para complementar las medidas de sustitución tecnológica de la nueva flota, se recomienda implementar estándares de rendimiento del combustible, que aceleren la introducción de flota de mayor eficiencia energética en todos los segmentos del transporte carretero.

Introducción

Este documento hace parte de los productos finales del proyecto “Apoyo al proceso de estimación de escenarios de emisiones de GEI en el sector transporte y construcción de capacidades en República Dominicana” desarrollado por Hill para el Gobierno de República Dominicana con el apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) a través de sus programas TRACS y Euroclima+.

En este documento se describe el proceso llevado a cabo para usar la Calculadora de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) desarrollada por MobiliseYourCity (MYC) en el contexto de República Dominicana y se presentan los resultados. A través de la Calculadora MYC se desarrolló el inventario de emisiones GEI del sector transporte, un escenario de línea base y un escenario de mitigación (denominado escenario climático en la MYC).

En la Sección 2 del documento se describen los campos de entrada necesarios para la Calculadora MYC y los datos correspondientes, explicando los criterios que se tuvieron en cuenta para transformar y adaptar los datos originales disponibles. En la Sección 2 también se presentan los resultados del inventario de emisiones de GEI para el año 2018 y una comparación entre las aproximaciones de abajo hacia arriba y arriba hacia abajo. En la Sección 3 se explica la metodología para desarrollar el escenario de línea base de emisiones GEI del transporte, y se presentan los resultados del escenario. En la Sección 4 se presentan las medidas de la NDC que se consideraron para modelar el escenario climático, se describen los supuestos de modelación y los procesos de obtención de datos de entrada para la Calculadora MYC. Al final de la Sección 4 se presentan los resultados obtenidos para el escenario de mitigación.

El archivo ejecutable de la Calculadora MYC que da cuenta del proceso descrito en este documento puede ser descargado de este enlace. Junto con este informe se entregan las versiones finales de la Calculadora MYC para República Dominicana y un archivo Excel con los datos de entrada.

1 Estimación del inventario de emisiones

1.1 Principales fuentes de información

La Tabla 1 presenta los principales documentos usados como referencia para elaborar el inventario de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) con la Calculadora MYC.

La Encuesta nacional a sectores de consumo final fue desarrollada por el Ministerio de Minas y Energía (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020). Este documento presenta la metodología y resultados de la estimación del consumo energético del sector transporte, por categorías vehiculares a nivel nacional para el año 2018. El ejercicio tiene como referencia principal el Balance Nacional de Energía Neta (BNEN) y la flota de vehículos registrada en el país.

A partir de una caracterización de la flota, en términos de la configuración motriz de los vehículos y el tipo de energético, se establece la distribución de la flota por tipo de energéticos y se asignan factores de rendimiento a partir de estudios previos a nivel internacional. Como parte del análisis para transporte en el estudio de referencia, se estimó el factor de actividad por categoría vehicular teniendo en cuenta el tamaño de la flota y el consumo energético.

El reporte “Consumo energético anual del parque automotor de transporte terrestre por tipo de combustible y tipo de vehículo” es desarrollado anualmente por INTRANT (INTRANT, 2018). Este presenta el número de vehículos registrados en el año 2018 en República Dominicana clasificados por categoría vehicular. De esta referencia se toman los valores de flota usados para el presente análisis en la Calculadora MYC. Se destaca la desagregación de los vehículos de transporte público individual en las categorías taxi y concho, y los autobuses de transporte público colectivo en las categorías minibús, microbús y bus.

Tabla 1. Principales estudios de referencia usados en el proceso de estimación del inventario de emisiones de GEI.

Referencia	Información para el inventario	Frecuencia de publicación
Encuesta nacional a sectores de consumo final de energía de República Dominicana. Tomo V. Consumo final del sector transporte. (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020)	<ul style="list-style-type: none">- Factores de actividad- Factores de rendimiento de energía- Número de vehículos por categorías vehiculares y tipos de energético 2018	Una sola vez
Consumo energético anual del parque automotor de transporte terrestre por tipo de combustible y tipo de vehículo – 2018. (INTRANT, 2018)	<ul style="list-style-type: none">- Número de vehículos por categoría vehicular y tipos de energético 2018	Anual

1.2 Delimitación del sistema de análisis

1.2.1 Año base

Se definió como año base para los análisis el 2018 considerando la información más completa y reciente disponible. La Encuesta nacional a sectores de consumo final de energía representa el año 2018 (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020), y por lo tanto los factores de actividad, de rendimiento y tamaño de la flota corresponden a este año. Así mismo el reporte de flota más actualizado por parte de INTRANT es del año 2018.

1.2.2 Sectores incluidos

El inventario de emisiones comprende las emisiones GEI generadas por el transporte carretero de pasajeros y carga en República Dominicana. Se excluyen las emisiones asociadas a la actividad de las siguientes categorías vehiculares: metro, volteo, ambulancia, fúnebre, montacarga, remolque y máquinas pesadas.

1.2.3 Gases contaminantes considerados

Los gases contemplados por la Calculadora MYC corresponden a las especies dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y su representación en dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). Los factores de emisión por defecto que ofrece la calculadora son los determinados por el IPCC para los inventarios nacionales de emisiones (Tabla 2). Para expresar los factores de emisión en unidades de dióxido de carbono equivalente CO_{2e}, la Calculadora MYC utiliza los potenciales de calentamiento global que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2. Factores de emisión de GEI por tipo de energético usado por la Calculadora MYC.

Energético	CO ₂ (kg /TJ)	CH ₄ (kg /TJ)	N ₂ O (kg /TJ)	CO _{2e} (kg/TJ)
Gasolina	69,300	25	8	71,072
Diésel	74,100	3.9	3.9	75,360
GN	56,100	92	3	59,294
GLP	63,100	62	0	64,710

Fuente: Datos de soporte Calculadora MYC.

Tabla 3. Potenciales de calentamiento global usados por la Calculadora MYC.

Especie contaminante	Potencial de calentamiento global
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fuente: Datos de soporte Calculadora MYC.

1.3 Metodología e información de entrada

En esta sección se presenta la información requerida por la Calculadora para estimar las emisiones del transporte. Se muestra la información siguiendo la estructura de la Calculadora MYC, es decir siguiendo el orden de los campos que deben ser completados para estimar el inventario de emisiones de GEI.

En la Figura 1 presenta un esquema de las hojas de cálculo de la Calculadora MYC. Esta sección se enfoca en los datos de entrada en las pestañas “1A. Input Base and BAU” y “1B. Top-down validation”.

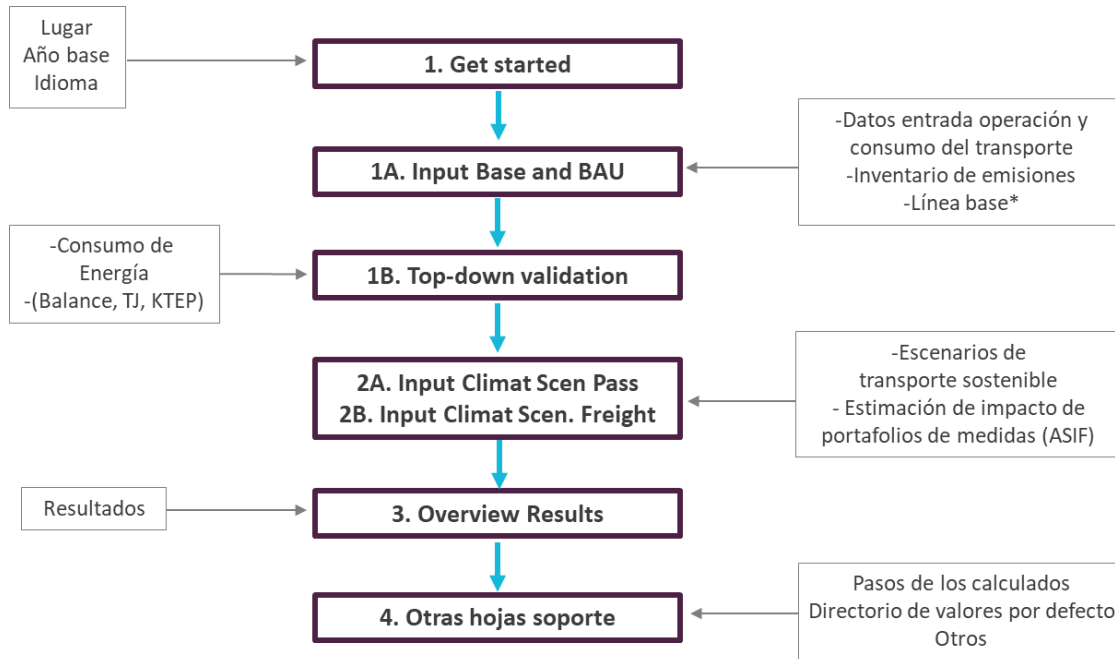


Figura 1. Esquema de organización de la calculadora MYC según las hojas de cálculo.

Fuente: Elaboración propia.

1.3.1 Población y año base

La población total reportada para el año 2018 es de 10,266,149 habitantes (Oficina Nacional de Estadística, 2020) y su tasa de crecimiento anual hasta el año 2030 es de 0.9% (Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Presidencia de la República Dominicana., 2011). Estos datos son usados por la Calculadora MYC para expresar los resultados de emisiones en unidades de g CO_{2e}/ habitante.

1.3.2 Producto interno bruto y tasa de crecimiento

El producto interno bruto (PIB) reportado por el observatorio de información del Banco Mundial¹ es de 78.84 millones de dólares en el año 2018, y la tasa de crecimiento anual proyectada para los próximos años es del 5% anual al 2024 (Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo, 2020).

Esta tasa del PIB del 5% se usa para el periodo (2020-2030). Para el periodo 2030-2050 se utilizó una tasa de 4.8% anual siguiendo los escenarios para América Latina y el Caribe propuestos para escenarios globales de demanda de energía (IRENA, 2020).

Estos datos son usados por la Calculadora MYC para expresar los resultados de emisiones en unidades de g CO_{2e}/\$US.

1.3.3 Número de vehículos por categoría vehicular

La Calculadora MYC dispone de categorías vehiculares predefinidas sobre las cuales se organizan los cálculos, que difieren de las categorías utilizadas para clasificar la flota en República Dominicana.

En la Tabla 4 se presentan la homologación propuesta para el análisis. Esta se estableció teniendo en cuenta las definiciones de la tipología de la flota y su segmento de uso (carga o pasajeros). Esta propuesta de homologación se trabajó durante los talleres con los asistentes² y en reuniones bilaterales con expertos locales³.

La clasificación por tipo de servicio (carga o pasajeros) es relevante porque la Calculadora presenta los resultados agrupados para estas categorías. Por su parte, tener en cuenta la tipología de la flota, es importante, porque en función de esas categorías se asignan atributos como el rendimiento de los vehículos.

¹ <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=DO>

² Sesiones de trabajo 5 y 6.

³ Sheila Guerrero (INTRANT) y Moisés Alvares (Consultor).

Tabla 4. Criterios de homologación de categorías vehiculares.

Categorías vehiculares MYC	Categorías vehiculares en República Dominicana
Auto privado	Automóvil + Jeep
Taxi individual	Taxi + Conchos
Motocicleta	Motocicletas
VCL ⁴	Cargas Livianas Teniendo en cuenta definición local (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020)
Minibús	Minibús + Microbús
Bus	OMSA + Autobús Público + Autobús Privado y Turismo + GSD
Camión	Carga pesada Según estudio local (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020)
Mototaxi	Motoconcho

Fuente: Elaboración propia.

Sobre el proceso de homologación es importante mencionar que para el segmento de carga, en las categorías MYC “VCL” y “camión”, se usaron los mismos valores reportados en un estudio previo del MEM (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020) en las categorías “cargas livianas” y “cargas pesadas” respectivamente. Los datos reportados por INTRANT (INTRANT, 2018) están agrupados y no permiten identificar la cantidad de vehículos según tipología de flota de carga.

De la misma manera, el estudio de referencia del MEM presenta todos los vehículos de transporte público colectivo agrupados en una sola categoría denominada “autobús”; debido a que la información reportada por (INTRANT, 2018) presenta las categorías “minibús”, “microbús”, y “bus”, fue posible desagregar en mayor detalle las categorías vehiculares en este segmento del transporte.

En la Tabla 5 se presenta el número total de vehículos por categoría, resultado de la homologación propuesta en este estudio. Estos son los datos usados como entrada en la Calculadora MYC para estimar el inventario de emisiones de GEI para el año 2018.

⁴ Vehículo destinado al transporte de carga cuyo peso bruto no excede las 3.5 toneladas.

Tabla 5. Número de vehículos usados en el inventario de emisiones GEI en las categorías MYC.

Categoría vehicular MYC	Número de vehículos
Auto Privado	1,331,883
Taxi Individual	27,455
Motocicleta	2,389,631
Mototaxi	8,880
Minibús	56,821
Bus	48,463
VCL	396,916
Camión	34,193
Total⁵	4,294,242

Fuente: Elaboración propia a partir de los criterios de homologación y los datos de (INTRANT, 2018).

1.3.4 Factor de actividad vehicular

El estudio desarrollado por el MEM (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020) reporta los valores de actividad en unidades de kilómetros recorridos por vehículo al año para las categorías vehiculares locales y diferenciadas por tipo de energético. Se realizaron dos tipos de ponderación para obtener el factor de actividad para las categorías vehiculares definidas por MYC, según como se presenta a continuación:

- Ponderación de los factores de actividad por tipo de energético: la Ecuación 1 presenta un ejemplo para la categoría local “automóvil”. Este procedimiento se desarrolló para todas las categorías vehiculares ya que la Calculadora MYC requiere de un único valor de factor de actividad por categoría vehicular, y no un valor por tipo de energético.

Ecuación 1. Ponderación del factor de actividad por tipo de energético.

$$FA_{\text{automóvil}} = ((FA_{\text{AutomovilG}} \times \text{No. automóvil}_G) + (FA_{\text{AutomovilD}} \times \text{No. automóvil}_D) + (FA_{\text{AutomovilGLP}} \times \text{No. automóvil}_{\text{GLP}})) / \text{No. total automóviles}$$

En donde:

FA: factor de actividad
 No. automóvil: número de automóviles
 G: gasolina
 D: diésel
 GLP: gas licuado de petróleo

⁵ No incluye las categorías: metro, volteo, ambulancia, fúnebre, montacarga, remolque, máquinas pesadas.

- Ponderación de los factores de actividad por categoría definida por MYC: La Ecuación 2 presenta el procedimiento para la categoría MYC “Auto Privado”. Este procedimiento se desarrolló únicamente para la categoría MYC “Auto Privado”.

Ecuación 2. Ponderación del factor de actividad por categoría vehicular.

$$FA_{\text{AutoPrivado}} = \frac{(FA_{\text{Automóvil}} \times \text{No. automóvil}) + (FA_{\text{Jeep}} \times \text{No. jeep})}{\text{No. automóvil} + \text{No. jeep}}$$

Dado que el estudio de MEM (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020) no comprende la categoría vehicular MYC “minibús”; para esta categoría se usaron los mismos valores reportados para la categoría “autobús”. Así mismo a la categoría vehicular “mototaxi” se le asignó el factor de actividad de “taxi”, reconociendo que su actividad es mayor que la de una motocicleta convencional; este criterio fue sugerido y acordado durante las sesiones de trabajo con la contraparte local.

En la Tabla 6 se presentan los factores de actividad consolidados y usados en la Calculadora MYC.

Tabla 6. Factores de actividad por categoría vehicular usados en el cálculo del inventario de GEI.

Categoría Vehicular MYC	km/año-vehículo
Auto privado	11,033
Taxi	11,065
Motocicleta	2,865
Mototaxi	11,065
VCL	19,108
Minibus	20,833
Bus	20,833
Camión	18,019

Fuente: Elaboración propia según ponderación a partir de los valores de (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020).

1.3.5 Distribución de vehículos por tipo de energético

Se realizó una ponderación de valores para la categoría vehicular MYC “Auto Privado” siguiendo la Ecuación 3. En la Tabla 7 se presenta la distribución por energético para todas las categorías vehiculares.

Ecuación 3. Ponderación de la distribución por tipo de energético.

Ejemplo presentado para la categoría MYC Automóvil Privado

$$\text{Porcentaje gasolina}_{\text{AutoPrivado}} = \frac{\text{No. automóvil}_{\text{Gasolina}} + \text{No. jeep}_{\text{Gasolina}}}{\text{No. automóvil} + \text{No. jeep}}$$

$$\text{Porcentaje diésel}_{\text{AutoPrivado}} = \frac{\text{No. automóvil}_{\text{Diésel}} + \text{No. jeep}_{\text{Diésel}}}{\text{No. automóvil} + \text{No. jeep}}$$

Tabla 7. Distribución de la flota según categorías MYC por tipo de energético.

Categoría Vehicular MYC	Distribución por energético	
Auto privado	Gasolina	60%
	Diésel	10%
	GN	1%
	GLP	29%
Taxi	GLP	100%
Moto y Mototaxi	Gasolina	100%
VCL	Gasolina	25%
	Diésel	58%
	GLP	17%
	GN	0%
Minibus	Gasolina	80%
	Diésel	7%
	GLP	11%
	GN	2%
Bus	Diésel	100%
Camión	Diésel	100%

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020).

Para la categoría vehicular MYC “minibús” se usó la distribución por energéticos reportada por (INTRANT, 2018).

Actualmente la fuente primaria oficial de la flota de vehículos en República Dominicana es el registro de la Dirección General de Impuestos (DGII). En este registro no se recopila ni se reporta el tipo de energético de cada vehículo. Esta variable es relevante para análisis de emisiones GEI por lo que se recomienda registrar dicha información.

1.3.6 Factores de rendimiento de energía

El estudio de MEM (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020) reporta factores de rendimiento de energía para las diferentes categorías vehiculares locales diferenciadas por tipo de energético.

Se realizó una ponderación de valores para la categoría vehicular MYC “auto privado” siguiendo el criterio presentado en la Ecuación 4.

Ecuación 4. Ponderación del factor de rendimiento de energía.

Ejemplo presentado para la categoría MYC Automóvil Privado.

$$FR_{\text{automóvil gasolina}} = \frac{[(FR_{\text{automóvil gasolina}} \times \text{No. automóvil gasolina}) + (FR_{\text{jeep gasolina}} \times \text{No. jeep gasolina})]}{[\text{No. automóvil gasolina} + \text{No. jeep gasolina}]}$$

La ponderación con base en el tamaño de la flota es una simplificación. En la medida de lo posible la ponderación para este tipo de modelos debería hacerse con base en la actividad total de la flota (VKTs) y no solo según el tamaño de la flota.

En la Tabla 8 se presentan los factores de rendimiento usados para los análisis en la Calculadora MYC. Debido a que el estudio de MEM (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020) no comprende la categoría MYC “minibús”, para esta categoría se tomaron los valores de rendimiento reportados para la categoría “autobús”.

Tabla 8. Factores de rendimiento de energía para las categorías MYC.

Categoría Vehicular MYC	Energético	Rendimiento (l/100 km)
Auto privado	Gasolina	9.7
	Diesel	8.3
	GNV	7 kg/100 km
	GLP	12.5
Taxi	GLP	12.5

Categoría Vehicular MYC	Energético	Rendimiento (l/100 km)
Moto y Mototaxi	Gasolina	2.5
VCL	Gasolina	16
	Diesel	13
	GLP	16
	GNV	7.4 kg/100 km
Minibus	Gasolina	14
	Diesel	23
	GLP	14
	GNV	10 kg/100 km
Bus	Diesel	23
Camión	Diesel	24

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana, 2020).

1.3.7 Factores de ocupación vehicular

El plan de movilidad de Santiago de los Caballeros reporta valores de ocupación para determinados modos de transporte como se presenta en la Tabla 9. Con estos valores, y el número de vehículos en cada categoría (ver Tabla 5), se realizó una ponderación para los valores relacionados con vehículos de transporte público colectivo, los resultados se presentan en la Tabla 10. Se supuso un factor de ocupación de 1.3 para la categoría de motocicletas.

Tabla 9. Valores de ocupación vehicular en Santiago de los Caballeros (pasajeros / vehículo).

Vehículo Privado	Concho	Microbús	Minibús	Autobús
1.2	3.1	7.5	17	29.7

Fuente: Elaboración propia a partir de (Sosa et al., 2019).

Tabla 10. Valores de ocupación vehicular ponderados para transporte público colectivo.

Categoría vehicular	Pasajeros / vehículo
Ponderado minibus, microbus, bus	27.9
Ponderado minibus y microbus	13

Fuente: Elaboración propia a partir de (Sosa et al., 2019).

Estos datos corresponden a Santiago de los Caballeros y no necesariamente son representativos para el transporte urbano de todo el país. Se utilizaron considerándolos como la mejor opción, dado que no se encontró una fuente de información para todo el país.

1.3.8 Distancia promedio de viaje por categoría vehicular

Esta información (en las unidades y resolución requeridas) no se encontró reportada a nivel de áreas urbanas en República Dominicana, a pesar de contar con varios planes de movilidad de referencia. Para el ejercicio de simulación de la Calculadora MYC, como aproximación se tomaron valores promedio reportados para ciudades grandes y medianas de Colombia⁶, estos valores se presentan en la Tabla 11.

Esta información no se utiliza de manera directa para la estimación de emisiones GEI en la Calculadora MYC sino para la estimación de indicadores. Por esta razón, no se consideró crítico utilizar valores de otro país como aproximación. Para próximos ejercicios esta información puede obtenerse a partir de las Encuestas de Movilidad que se desarrollen para diferentes áreas urbanas de República Dominicana, siempre que se registren y se dejen disponibles los datos desagregados que resultan de dichos estudios.

Tabla 11. Distancia promedio de viajes reportado para ciudades de la región.

Categoría vehicular	Distancia (km)
Auto privado	5.4
Taxi individual	4.1
Motocicleta	6
Mototaxi	6
Minibús	6.3
Bus	7.9

Fuente: Elaboración propia.

1.3.9 Factor de emisión de GEI de la energía eléctrica

El factor de emisión de energía eléctrica reportado para República Dominicana es 613.1 gCO_{2e}/kWh (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2020). Este valor es una entrada para los análisis cuando se considera el enfoque de estimación de emisiones del “pozo a la rueda”. Este valor no se utilizó para la estimación del inventario que se presenta en este documento, ya que se está siguiendo la aproximación del “tanque a la rueda”, que es comparable con la metodología del inventario nacional de emisiones.

⁶ Área Metropolitana del Valle de Aburrá (~4,000,000 habitantes). Montería (~500,000 habitantes)

1.4 Resultados del inventario de emisiones GEI

1.4.1 Aproximación de abajo hacia arriba

A partir de los conjuntos de información descritos en los numerales anteriores, en la Calculadora de Emisiones MYC se estimó el inventario de emisiones de GEI asociada a la operación del transporte de pasajeros y de carga en República Dominicana para el año 2018.

Las emisiones de GEI del sector transporte son de 7,757 Gg CO_{2e}. En la Tabla 12 se presentan los resultados desagregados por categorías, según la clasificación del IPCC para inventarios de emisiones del sector transporte. La categoría de automóviles ligeros (coche según la clasificación de la Calculadora MYC) aporta el 48% de las emisiones, seguido por los vehículos comerciales ligeros de servicio de carga con 34%, camiones y buses 13% y motocicletas 5%. En la Figura 2 se presenta la desagregación del aporte según las categorías MYC

Tabla 12. Resultados desagregados del inventario de emisiones de GEI sector transporte carretero República Dominicana.

Código CRF (IPCC)	Categorías IPCC	Emisiones (Gg CO _{2e})
1.A.3.b.i.	Ruta – coche	3,694
1.A.3.b.ii.	Ruta – vehículo comercial ligero	2,611
1.A.3.b.iii.	Ruta – camión y buses	1,040
1.A.3.b.iv.	Ruta – motocicleta	411
Total		7,757

Fuente: Estimación propia con Calculadora MYC.

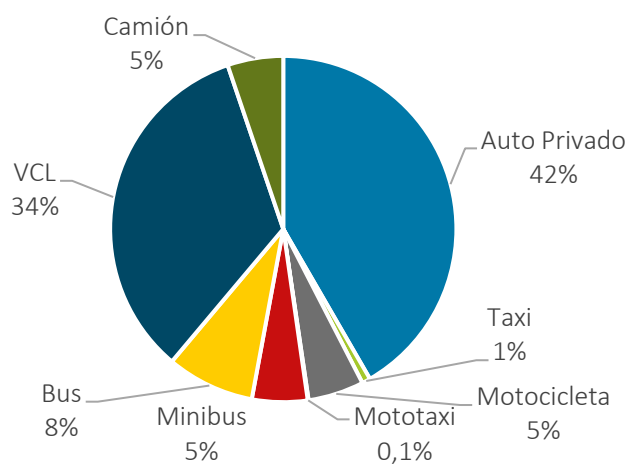


Figura 2. Aporte por categorías vehiculares al inventario de emisiones de GEI.

1.4.2 Verificación según aproximación de arriba hacia abajo

En la Calculadora MYC es posible hacer un ejercicio de verificación con el consumo neto de energía. La Calculadora compara el consumo que se obtiene por tipo de energético según los datos del análisis de abajo hacia arriba, con los datos de consumo neto de energía reportados en el balance energético nacional.

En la Tabla 13 se presentan los resultados del consumo estimado y la comparación con los datos de consumo reportados en Balance de Energía Neto (BNEN) del año 2018. Para gasolina, diésel y GLP se obtuvieron diferencias inferiores al 15%, y la mayor diferencia se obtuvo para GNV. La diferencia para la demanda neta de energía entre ambas aproximaciones es del 7%.

Tabla 13. Comparación de los consumos de energía entre la estimación de la Calculadora y el Balance de Energía.

Energético	KTEP (BEN, 2018)	KTEP (Estimado)	Diferencia
Gasolina	1,006	1,145	14%
Diesel	891	948	6%
GNV	17	15	17%
GLP	493	469	5%
Total	2,407	2,574	6.9%

Fuente: Elaboración propia según resultados del inventario en la Calculadora MYC.

La magnitud de la diferencia entre el resultado de emisiones GEI que se obtiene con cada una de las aproximaciones depende de diferentes factores. Cuando se construye un inventario de transporte de nivel nacional, y se hace de abajo hacia arriba, se requiere información de caracterización de la flota y de los patrones de movilidad que sean representativos del nivel nacional. Por lo general la información de actividad no está disponible a ese nivel de agregación para todas las categorías. Por ejemplo, es común contar con los factores de actividad de la flota de las principales áreas urbanas de un país. Pero no necesariamente ese nivel de actividad es igual en otras áreas urbanas. También puede suceder que se cuente con características de la flota vehicular que sean representativas para ciertos segmentos del transporte, pero no para la totalidad de la flota nacional. La calidad de la información con la que se cuente para representar cada una de las características del transporte a nivel nacional tiene un impacto en el resultado del inventario y esto afecta la diferencia entre ambas aproximaciones. En un escenario ideal con información completa ambas aproximaciones deberían dar el mismo resultado.

Una práctica común es utilizar la información de consumo neto de energía (información de arriba hacia abajo) para calibrar algunos de los parámetros con los cuales se construye el inventario de abajo hacia arriba.

1.5 Comparación del resultado del inventario con el informe bienal de actualización

En la Tabla 14 se comparan los resultados del inventario estimado con la Calculadora MYC para el año 2018, el resultado del inventario reportado en el informe bienal de actualización (BUR) del año 2015 y el resultado del análisis de emisiones para la propuesta de actualización de la NDC del año 2018.

Los resultados de la Calculadora MYC y el de propuesta de actualización NDC que son para el año 2018 difieren en 14.6%. Algunos factores que pueden estar generando esas diferencias son:

- Diferencias en tamaño de la flota de 1.3% entre la flota de este ejercicio y el de la propuesta de actualización NDC.
- En el estudio de actualización de la NDC no se presenta el consumo de energía con el cual se estimó el inventario. La diferencia entre el estudio NDC con los resultados de la Calculadora MYC y el balance energético nacional del año 2018 es del 7%.

Tabla 14. Resultado del inventario de emisiones de GEI del sector transporte carretero de carga.

Ejercicio, año (Fuente)	Inventario de emisiones GEI (Gg CO2e)
Calculadora MYC – 2018 (este estudio)	7,757
Propuesta de actualización NDC – 2018 (Intrant et al., 2020)	8,891
Informe bienal de actualización (BUR) – 2015 (República Dominicana, 2020)	7,651

Fuente: Elaboración propia.

2 Escenario de línea base de emisiones GEI

En esta sección se explica la metodología, supuestos y resultados de la línea base de emisiones GEI usando la Calculadora MYC.

La calculadora permite estimar escenarios futuros de emisiones GEI con base en proyecciones de la flota o con proyecciones de la actividad vehicular total. Como el inventario se estimó en función de la flota, se siguió el mismo enfoque para la estimación de línea base de emisiones. La información de entrada para el escenario de línea base se introduce en la pestaña “1A Input base and BAU” de la Calculadora MYC.

2.1 Definición del escenario de línea base

El escenario de línea base representa un caso de referencia sobre cómo se espera que evolucionen las emisiones GEI del transporte en ausencia de políticas para reducir emisiones

GEI (WRI, 2014). Diferentes factores explican el crecimiento del transporte, siendo los más comunes para proyectar las emisiones el crecimiento de la población, el crecimiento económico neto del país y el ingreso per cápita. En la construcción de escenarios probables de línea base también es posible considerar otros factores como los patrones de comportamiento y las preferencias de los usuarios por ciertos modos de transporte, y políticas que, aunque no tengan como objetivo las emisiones GEI pueden tener un impacto sobre ellas, como por ejemplo las metas en cobertura de los sistemas de transporte público.

A continuación, se explican los factores que determinan el crecimiento de las emisiones (drivers) que utiliza la Calculadora MYC para la estimación de la línea base y los supuestos que se proponen para el caso de República Dominicana.

El escenario que se construyó es un escenario probable entre muchos otros que podrían darse. El objetivo del escenario de línea base es fijar una referencia, contra la cual evaluar diferentes posibilidades de mitigación.

Para próximos ejercicios se recomienda desarrollar múltiples escenarios probables. Ese tipo de ejercicios son útiles para entender cómo diferentes factores afectan la trayectoria de emisiones GEI del transporte.

2.2 Crecimiento de la demanda

El crecimiento de la demanda de transporte depende en gran medida del crecimiento de la población y del crecimiento de la economía. Para países en vía de desarrollo se esperan tasas de crecimiento del transporte superiores a las de países desarrollados (Pagenkopf et al., 2019). En países en vía de desarrollo se proyecta como consecuencia de un aumento en el ingreso per cápita, que se incrementen las tasas de viajes per cápita y las tasas de motorización y consecuentemente se proyecta un aumento en los vehículos-kilómetro de las diferentes categorías de transporte de pasajeros.

En el estudio de propuesta de actualización NDC de 2018 (Intrant et al., 2020) se presenta que la flota vehicular ha crecido a una tasa anual del 6.0% entre 2010 y 2018, mientras que la energía demandada por el transporte ha aumentado a una tasa del 4.7% entre 2010 y 2015, y las emisiones GEI del transporte se han incrementado a una tasa de 4.9% en el periodo 2010-2018. Los datos de Banco Mundial muestran que durante el periodo 2010-2018 la tasa de crecimiento del PIB fue del 6.0% anual, por lo que se observa un crecimiento acoplado entre PIB y la flota, y una tasa inferior para la demanda de energía y emisiones respecto al PIB.

Teniendo en cuenta las trayectorias de PIB, energía y emisiones para el periodo 2010-2018 en República Dominicana, se propone utilizar el crecimiento de PIB para proyectar la actividad vehicular en el escenario de línea base de transporte de pasajeros durante el periodo 2018-2025. Para representar los periodos 2025-2030 y 2030-2050 se utilizan tasas proyectadas para el transporte de América Latina y el Caribe según modelos globales. En el Global Renewable Outlook (Panorama mundial de energías renovables) se presenta un escenario de referencia para el transporte de la región con una tasa promedio de 3.6% anual al 2050, esa es la tasa que se utiliza para proyectar la actividad del transporte de pasajeros de República Dominicana entre 2020 y 2050.

El aumento de la demanda de transporte de carga típicamente responde al crecimiento de la economía. En el escenario de línea base para carga de República Dominicana se supuso que no se presentarán cambios en la distribución modal y por lo tanto la participación de VCL y camiones permanece constante. Esto se representa en la Calculadora MYC utilizando una misma tasa de crecimiento para ambas categorías, que corresponde a la del PIB para los diferentes periodos.

En la Tabla 15 se presentan las tasas de crecimiento por segmento y sector seleccionadas para proyectar la actividad del transporte en el escenario de línea base.

Tabla 15. Supuestos de crecimiento por categoría para el escenario de línea base.

Categoría	Tipo de servicio predominante	Tasa de crecimiento anual propuesta para modelar la actividad (%)		
		2018-2020	2020-2025	2025-2050
Auto privado	Pasajeros	3.8	5.0	3.6
Taxi	Pasajeros	3.8	5.0	3.6
Moto, mototaxi	Pasajeros	3.8	5.0	3.6
Minibus, bus	Pasajeros	3.8	5.0	3.6
VCL	Carga	3.8	5.0	4.8
Camión	Carga	3.8	5.0	4.8

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Mejora del rendimiento de la flota

Las tecnologías vehiculares tienden a mejorar cada año, y por eso aún en ausencia de estándares de rendimiento o normativa más exigentes, es común que se presenten mejoras en el rendimiento de la flota nueva que va ingresando, y que generan a su vez mejoras en el rendimiento promedio del parque vehicular.

Los factores de rendimiento de los vehículos livianos han mejorado más rápido respecto a los pesados. Entre 2005 y el 2017 se reportó una mejora del 1.2% anual promedio en el rendimiento de flota liviana en países emergentes (IEA, 2019) y se esperan mejoras hasta del 1% anual al 2030 según la tecnología (Pagenkopf et al., 2019)⁷. Para representar el grupo de camiones se supuso una mejora anual del 0.5% al 2030 teniendo en cuenta estudios previos para países de la región (ICCT, 2016a; Sharpe & Muncrief, 2015).

Para el periodo 2030-2050 se cuenta con menos proyecciones disponibles sobre la evolución de las tecnologías existentes en el año base (i.e., flota de combustión interna). Las tecnologías de combustión interna tienen menos margen de mejora respecto a las nuevas tecnologías, razón

⁷ En este caso en el estudio que se usó como referencia se hace un análisis por tipología de la flota. Es importante poder evaluar hasta donde las mejoras en el rendimiento de los vehículos livianos no se están limitando por la tendencia a comprar vehículos de mayor tamaño.

por la cual para el periodo 2030-2050 se suponen tasas de mejora inferiores respecto a las del periodo 2018-2030.

En la Tabla 16 se presentan las tasas de mejora del rendimiento por tipo de flota seleccionadas para representar las mejoras tecnológicas esperadas en la flota en los próximos años. Los valores deben ser registrados en la Calculadora con signo negativo para que la Calculadora calcule la mejora en el rendimiento (y no una desmejora).

Tabla 16. Supuestos de mejora del rendimiento del combustible para el escenario de línea base.

Categoría	Energético	Tasa de mejora anual (%) propuesta para modelar el rendimiento	
		2018-2030	2030-2050
Auto privado, taxi, VCL	Gasolina, Diésel	-1.0	-0.5
	GLP, GNV	-0.9	-0.4
Moto, Mototaxi	Gasolina	-0.5	-0.3
Minibus	Gasolina, Diésel	-1.0	-0.5
	GLP, GNV	-0.9	-0.4
Bus	Diésel	-0.4	-0.3
Camión	Diésel	-0.5	-0.3

Fuente: Elaboración propia a partir de (ICCT, 2016a; IEA, 2019; Pagenkopf et al., 2019; Sharpe & Muncrief, 2015).

2.4 Participación de la flota por tipo de energético

Para cada una de las categorías vehiculares la Calculadora MYC pide información quinquenal sobre la participación esperada de los energéticos.

La participación de los energéticos en el transporte depende, entre otros factores, de los escenarios futuros del sector energético nacional en términos de disponibilidad de los energéticos y de nuevas alternativas en la matriz energética que se definan para los diferentes sectores.

Para la línea base de República Dominicana se supuso un escenario inercial, es decir con participación constante de los energéticos por categoría vehicular según la caracterización de la flota en el año base.

2.5 Resultados del escenario de línea base de emisiones GEI

En el escenario de línea base las emisiones GEI crecen desde 7,757 Gg CO_{2e} en 2018 hasta 23,982 Gg CO_{2e} en 2050. En tres décadas las emisiones GEI del transporte se triplican (ver Tabla 17).

Tabla 17. Escenario de línea base emisiones GEI.

Segmento	Emisiones GEI (Gg CO2e /año)					
	2018	2020	2025	2030	2040	2050
Pasajeros	4,741	5,021	6,140	7,021	9,576	13,061
Carga	3,015	3,188	3,884	4,689	7,156	10,921
Total	7,757	8,209	10,025	11,710	16,732	23,982

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida de Calculadora MYC.

Bajo los supuestos de modelación seleccionados el transporte de pasajeros genera la mayor parte de las emisiones (61% - 54%) durante el periodo de análisis, y el de carga genera la proporción restante (39% y el 46%). El aporte del transporte de carga se va incrementando en las décadas siguientes (Tabla 18).

Tabla 18. Escenario de línea base emisiones GEI.

Segmento	Participación en las emisiones		
	2018	2030	2050
Pasajeros	61%	60%	54%
Carga	39%	40%	46%

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida de Calculadora MYC.

El crecimiento de las emisiones se da a una tasa similar respecto a la actividad neta del transporte, pero las emisiones están creciendo más despacio. Mientras que los vehículos-kilómetro aumentan al 4.1% anual, las emisiones GEI crecen al 3.6% anual equivalente. Este resultado en parte tiene que ver con que, aunque no se supusieron cambios en la repartición modal, se da una mejora en el rendimiento de la flota del escenario de línea base.

En transporte de pasajeros los modos predominantes durante el periodo de análisis son los privados; más del 60% de los vehículos-kilómetro corresponden a los autos privados y el 28% a las motocicletas (Figura 3).

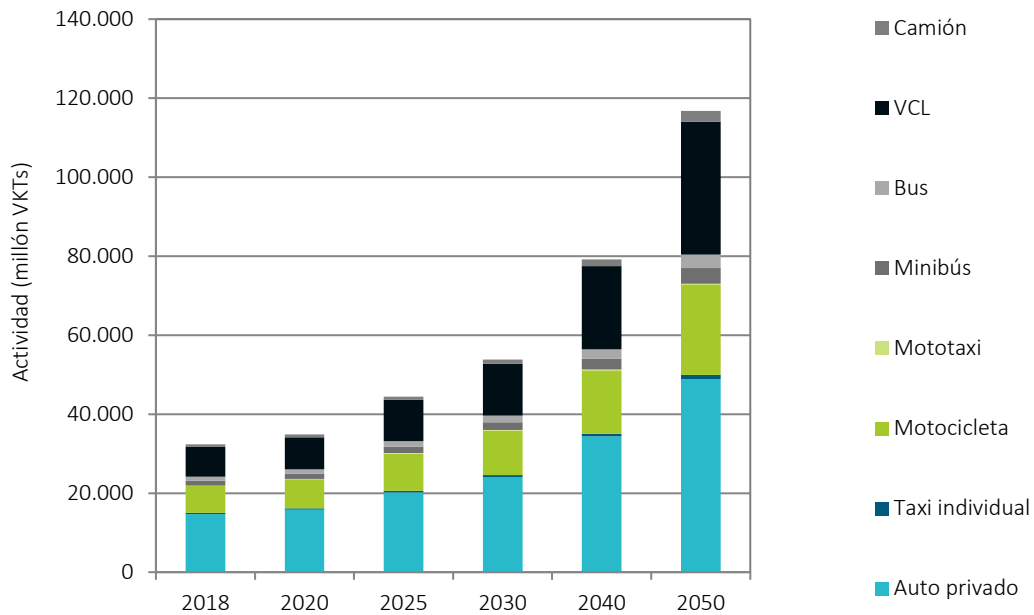


Figura 3. Actividad total en escenario de línea base.

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida de Calculadora MYC.

En transporte de carga llama la atención la alta participación de la categoría “VCL” tanto en la actividad, como en las emisiones GEI (Figura 3 y Figura 4). Las categorías de carga (VCL + camión) representan entre el 25% y el 31% de la actividad total del transporte carretero durante el periodo de análisis. Dentro de la carga, la categoría VCL es el 92%.

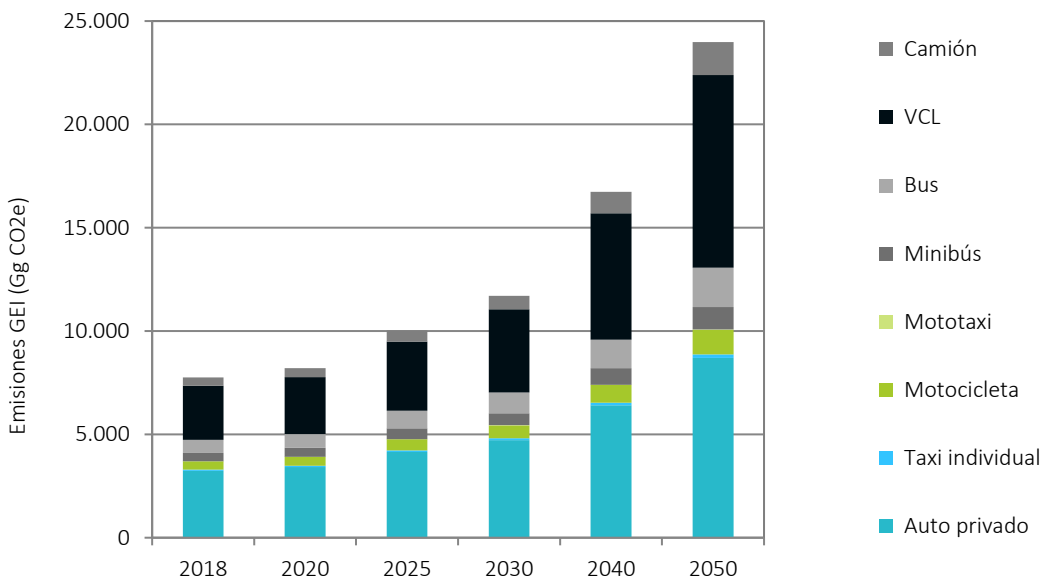


Figura 4. Emisiones GEI en escenario de línea base.

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida de Calculadora MYC.

Entre el 2018 y 2030 las emisiones per cápita por el transporte carretero aumentan desde 0.76 tCO_{2e} por habitante-año hasta 1.75; esto es un incremento de 2.3 veces en dos décadas.

Los resultados del escenario de línea base muestran que existen opciones de mejora tanto en carga como en pasajeros, primero con una distribución modal que favorezca modos más sostenible y segundo, con tecnologías de menor intensidad de carbono. Estos escenarios se exploran en la siguiente sección del documento.

3 Escenario de mitigación de emisiones GEI

El escenario de mitigación que se simuló, denominado escenario climático en la Calculadora MYC, está conformado por las medidas comprendidas en la NDC para el sector transporte. Se incluyeron en el análisis aquellas medidas que contaban con una definición y que tuvieran metas de ejecución (ver Tabla 19).

Debido a que la descripción de las medidas no está completa, fue necesario hacer algunos supuestos para estimar el impacto en emisiones GEI, esos supuestos también se explican en esta sección.

Tabla 19. Medidas de la NDC consideradas en la simulación del escenario climático.

NDC	Medida	Descripción
1	Líneas nuevas y adicionales del metro en Santo Domingo	Ampliación y nuevos recorridos para 42 kilómetros de líneas para el sistema de Metro en Santo Domingo alimentados con energía eléctrica. 700,000 pasajeros por día como promedio de dos viajes diarios.
2	Nueva línea del teleférico	11 kilómetros para nuevas líneas de sistema de teleférico en Santo Domingo alimentados con energía eléctrica. 72,000 pasajeros por día como promedio de dos viajes diarios.
3	Creación y adecuación del sistema BRT en las grandes ciudades (Santo Domingo y Santiago de los Caballeros)	Adquisición de 500 Bus híbrido-rígidos y 350 buses híbridos articulados para la integración en un sistema de BRT en ciudades con más de 2 millones de habitantes
4	Renovación del parque de autobuses de diésel por unidades eléctricas 100%.	Renovación de 300 buses del parque de entidades públicas y privadas por buses eléctricos
5	Definición y aplicación de una política de renovación de taxis y conchos.	Sustitución de un 25% de la flota actual de taxis y conchos a través del 15% de autos eléctricos y un 10% de autos híbridos al 2030.
6	Diseño e implementación de la red de Bus Alimentadores a gas natural.	130 buses a gas natural.

NDC	Medida	Descripción
7	Adecuación de un servicio de transporte escolar seguro y eficiente con buses eléctricos.	Diseño de un estrategia y montaje de un piloto de 80 buses 100% eléctricos.
8	Introducción de marcos habilitantes para la modernización del parque de vehículos privados	Sustitución de 100,000 unidades de autos privados donde 75% de vehículos eléctricos y el 25% híbridos y una segunda fase 120,000 unidades adicionales, asumiendo la misma métrica.
9	Adecuación de red para ciclovías con la implementación de las bicicletas en las grandes ciudades.	Promover el uso masivo de bicicleta en distancia menor a 8 Km de cada trayecto. Implementar un programa de 8,500 usuarios diarios de bicicleta en una primera fase y una segunda fase 15,000 usuarios

Fuente: Compilación propia a partir de (Gobierno de la República Dominicana, 2020).

Los datos de entrada para simular el escenario climático en la Calculadora MYC se organizan en tres secciones según los tipos de medidas ASI8:

- Evitar la realización de viajes.
- Cambiar el modo de viaje.
- Mejorar la eficiencia de los sistemas.

En esta fase se tuvo como una de las referencias el estudio “Curvas de costo marginal de abatimiento en los subsectores generación eléctrica, eficiencia energética, y transporte carretero” (Mordán Vásquez, 2020b).

3.1 Medidas de mitigación orientadas a cambiar el modo de viaje

Para el conjunto de medidas que tienen un impacto de cambio de modo de viaje, la Calculadora MYC requiere:

- i) la cantidad de kilómetros adicionales recorridos por el nuevo modo de transporte
- ii) el factor de ocupación vehicular
- iii) el modo de transporte que usaban los pasajeros antes de realizar el cambio de modo (modo captado)

3.1.1 Líneas nuevas del metro en Santo Domingo

La medida plantea una meta de 700,000 pasajeros diarios en 2030. Utilizando un factor de 288 días de servicio por año (Mordán Vásquez, 2020a) se estimó un valor de 201,600,000 pasajeros por año. Se supuso una implementación gradual como se presenta en la Tabla 20.

⁸ Paradigma ASI. Avoid: evitar viajes, Shift: cambiar el modo, Improve: mejora en la eficiencia.

Tabla 20. Proyección de pasajeros transportados en Metro

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Pasajeros	33,600,000	67,200,000	100,800,000	134,400,000	168,000,000	201,600,000

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar la demanda del nuevo modo en términos de kilómetros totales recorridos, se utilizó un factor de ocupación estimado según los análisis que se presentan en el siguiente recuadro.

Estimación del factor de ocupación vehicular del Metro:

$72,006,925$ (pasajeros/año) \div 288 días = 250,024 pasajeros/día

Horario de operación Metro 06: 00am – 22: 30 pm

Operación diaria 16.5 horas (990 minutos)

Despacho de trenes cada 1.5 minutos: $\frac{990}{1.5} = 660$ despachos de tren/día

Factor de ocupación = $250,024$ pasajeros/día \div 660 despachos de tren/día = 379 pasajeros/tren

Durante las sesiones de trabajo los participantes que trabajan en entidades y dependencias relacionadas con el Metro validaron que los valores de ocupación son del orden del valor propuesto en este estudio.

La demanda del sistema Metro en unidades de pasajero-kilómetro (pkm) se estima multiplicando el número de viajes (Tabla 20) por la distancia promedio de viaje, la cual es 21 kilómetros (Mordán Vásquez, 2020b). La división entre la demanda del sistema en pkm sobre la ocupación vehicular promedio del metro corresponde a los kilómetros totales estimados que recorrerá el sistema Metro (Tabla 21).

Tabla 21. Proyección de kilómetros totales recorridos por el Metro.

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
km	1,861,741	3,723,483	5,585,224	7,446,966	9,308,707	11,170,449

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que no se encontraron estudios nacionales que muestren cómo el metro sustituye otros modos, se utilizó como una aproximación la información del caso del Metro de la Ciudad de México (CDM Executive Board, 2012) (ver Tabla 22).

Tabla 22. Modo captado por los nuevos viajes en Metro.

Modo Original	Porcentaje (%)
Vehículo privado	2.1
Taxi	2.9
Motocicleta	0
Bus	81
No-Motorizado	11
BRT	2.9

Fuente: Elaboración propia a partir de CDM Executive Board, 2012.

3.1.2 Nueva línea de teleférico

La Calculadora MYC no incluye el modo de cable aéreo dentro de su estructura, por lo que este modo se representó en la categoría vehicular MYC de “Tren urbano”.

El cálculo de esta medida parte del supuesto de que las emisiones reducidas con la implementación del cable se generan por la sustitución de los minibuses. Así mismo, teniendo en cuenta que la longitud del cable es de 11 km se tomó como distancia promedio de viaje la mitad de esta magnitud (5.5 km) lo cual correspondería a un viaje completo entre las estaciones más distantes. Dado que la medida plantea una meta de 72,000 pasajeros diarios, se usó un factor de 288 días de servicio por año para determinar la meta a 2030 de 20,736,000 pasajeros. Para esta medida se supuso una implementación gradual (ver Tabla 23).

En la Tabla 24 se presenta la demanda del cable en unidades pasajero-kilómetro (pkm), esto se consigue multiplicando los pasajeros transportados (Tabla 23) por la distancia de viaje supuesta (5.5 km).

Tabla 23. Proyección de pasajeros transportados en cable.

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Pasajeros	3,456,000	6,912,000	10,368,000	13,824,000	17,280,000	20,736,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Proyección de pasajeros-kilómetro (pkm) para el sistema de cable.

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Pkm	19,008,000	38,016,000	57,024,000	76,032,000	95,040,000	114,048,000

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar el número de minibuses reemplazados por el cable, se compara la demanda total de pasajeros en del sistema de cable, sobre la demanda promedio de un minibus (ver Ecuación 5).

Ecuación 5. Estimación de buses alimentadores a partir de la demanda de pasajeros.

$$\text{Número de minibuses reemplazados} = \frac{\text{pkm sistema cable}}{\text{pkm promedio minibús}}$$

La demanda promedio de un minibús se estimó multiplicando el factor de actividad (20,883 km/vehículo/año; ver Tabla 6) por el factor de ocupación ponderado (13 pasajeros / vehículo); de esta manera la demanda anual promedio de un minibús es de 271,479 pasajeros-kilómetro. En la Tabla 25 se presenta el número de minibuses reemplazados por el cable.

Tabla 25. Proyección de buses alimentadores reemplazados por la entrada del cable.

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Minibuses reemplazados	70	140	210	280	350	420

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la Tabla 25 se multiplicaron por el factor de actividad de un minibús (20,883 km/vehículo/año, ver Tabla 6) y con esto se estimaron los kilómetros totales evitados por la implementación del cable. Estos valores son los que se introducen en la Calculadora MYC, equivalente a los nuevos kilómetros en el cable (Tabla 26).

Tabla 26. Proyección de kilómetros recorridos por el cable

Año	2025	2026	2027	2028	2029	2030
km	1,462,154	2,924,308	4,386,462	5,848,615	7,310,769	8,772,923

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Adecuación de red para ciclovías con la implementación de las bicicletas en las grandes ciudades

A partir de la meta propuesta para esta medida de 15,000 usuarios diarios en el año 2025, se usó un factor de 288 días de servicio por año para estimar la meta equivalente en resolución anual. Se supuso una implementación gradual como se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27. Proyección de nuevos viajes en bicicleta.

Año	2022	2023	2024	2025
Viajes	1,080,000	2,160,000	3,240,000	4,320,000

Fuente: Elaboración propia.

La medida contempla que los viajes objetivo del cambio de modo son aquellos cuya distancia promedio es de 8 kilómetros. Este valor se utilizó para estimar los kilómetros recorridos por los nuevos viajes en bicicleta; multiplicando los datos de la Tabla 27 por 8 kilómetros (Tabla 28).

El modo captado se presenta en la Tabla 29. Se usaron como una aproximación datos de la NAMA colombiana en Transporte Activo y Gestión de la Demanda (TAnDEM).

Tabla 28. Proyección de kilómetros recorridos por los nuevos viajes en bicicleta.

Año	2022	2023	2024	2025
Km	8,640,000	17,280,000	25,920,000	34,560,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Modo captado por los nuevos viajes en bicicleta.

Modo captado	Porcentaje de los viajes
Vehículo Privado	17%
Motocicleta	8%
Taxi	8%
Transporte Público Colectivo	66%

Fuente: Elaboración a partir de Espinosa et al., 2018.

3.2 Medidas de mitigación orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte

Para las medidas de mejoramiento de la eficiencia energética de los vehículos la Calculadora MYC requiere:

- i) el cambio en la distribución por tipo de energético de la flota
- ii) los factores de rendimiento de las tecnologías nuevas que ingresen como parte del escenario climático

3.2.1 Sustitución de buses con tecnologías más eficientes

Dentro de las medidas de la NDC utilizadas para la simulación del escenario climático, cuatro de ellas corresponden a la sustitución de buses regulares por tecnologías más eficientes. En la Tabla 30 se presenta el número de vehículos que se sustituirían teniendo en cuenta la meta de cumplimiento al año 2030 y una implementación gradual.

Debido a que en la línea base no se tienen buses articulados, la Calculadora MYC no permite afectar este segmento de la flota. Para reflejar el impacto de la inclusión de buses articulados híbridos se utilizó un factor de conversión de 1 a 3, es decir se supuso que un bus articulado sustituye 3 buses convencionales.

La Tabla 31 presenta el número de buses en la línea base, es decir en ausencia de medidas de mitigación. En la Tabla 32 se presenta el número de vehículos que se tendrían en el escenario

climático, diferenciados por tecnología. En la Tabla 33 se presenta la distribución por tipo de energético. Los factores de rendimiento de los buses se presentan en la Tabla 34.

Tabla 30. Proyección de la sustitución de buses con tecnologías más eficientes.

Nuevos buses	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
3. Rígidos híbridos	63	125	188	250	313	375	438	500
4. Rígidos eléctricos	38	75	113	150	188	225	263	300
6. Rígidos gas natural	16	33	49	65	81	98	114	130
7. Rígidos eléctricos	10	20	30	40	50	60	70	80
3. Articulados híbridos	44	88	131	175	219	263	306	350
3. Articulados híbridos convertidos	131	263	394	525	656	788	919	1,050

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Proyección del número de buses en el escenario de línea base.

Año	Número buses
2018	48,463
2019	50,305
2020	52,216
2021	54,827
2022	57,568
2023	60,447
2024	63,469
2025	66,643
2026	69,042
2027	71,527
2028	74,102
2029	76,770
2030	79,534

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Proyección de la flota de buses por tipo de energético en el escenario climático.

Nuevos buses	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Rígidos híbridos	63	125	188	250	313	375	438	500
Rígidos gas natural	16	33	49	65	81	98	114	130
Rígidos eléctricos	48	95	143	190	238	285	333	380
Rígidos híbridos convertidos	131	263	394	525	656	788	919	1.050
Rígidos diésel	60,189	62,954	65,870	68,012	70,240	72,557	74,967	77,474

Nuevos buses	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total	60,447	63,469	66,643	69,042	71,527	74,102	76,770	79,534

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Distribución de la flota de buses por tipo de energético en el escenario climático.

Tipo de energético	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Diésel	99.57%	99.19%	98.84%	98.51%	98.20%	97.92%	97.65%	97.41%
Eléctrico	0.08%	0.15%	0.21%	0.28%	0.33%	0.38%	0.43%	0.48%
Híbrido	0.32%	0.61%	0.87%	1.12%	1.35%	1.57%	1.77%	1.95%
Gas	0.03%	0.05%	0.07%	0.09%	0.11%	0.13%	0.15%	0.16%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Factores de rendimiento para nuevos energéticos en la flota de buses.

Energético	Valor	Unidades	Fuente
Energía Eléctrica	82	kWh/100 km	(ICCT, 2016b)
Híbrido 2025	17.9	l/100 km	(ADB, 2018)
Híbrido 2030	17.4	l/100 km	(ADB, 2018)
Gas Natural	10	Kg/100 km	(Espinosa & Marquez, 2021)

3.2.2 Sustitución de taxis y conchos por tecnologías más eficientes

La meta de la medida de sustitución de conchos por tecnologías más eficientes se plantea como la sustitución del 25% de la flota actual a 2030 (se usa flota al año 2018 = 27,455 unidades), siendo el 15% de tecnología híbrida (4,755 unidades), y el 10% de tecnología eléctrica (2,746 unidades).

En la Tabla 35 se presenta el número de taxis en la línea base. En la Tabla 36 se presenta el número de vehículos que se sustituirían con la medida. En la Tabla 37 se muestra la distribución porcentual por tipo de energético de taxis y conchos. Los factores de rendimiento asociados a las nuevas tecnologías en el segmento de taxis y conchos se presentan en la Tabla 38.

Tabla 35. Proyección de taxis y conchos en el escenario de línea base.

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taxis	27,455	28,498	29,923	31,419	32,990	34,640	36,372	38,190	39,565	40,990	42,465	43,994	45,578

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Proyección de la flota de taxis y conchos por tipo de energético en el escenario climático.

Nuevos taxis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Eléctricos	515	1,030	1,544	2,059	2,574	3,089	3,603	4,118
Híbridos	343	686	1,030	1,373	1,716	2,059	2,402	2,746
GLP	33,782	34,656	35,617	36,133	36,700	37,317	37,988	38,714
Total	34,640	36,372	38,190	39,565	40,990	42,465	43,994	45,578

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Distribución de la flota de taxis y conchos por tipo de energético en el escenario climático

Nuevos taxis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Eléctricos	1%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
Híbridos	1%	2%	3%	3%	4%	5%	5%	6%
GLP	98%	95%	93%	91%	90%	88%	86%	85%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Factores de rendimiento de energía para nuevos energéticos en la flota de taxis y conchos.

Tipo de energético	Valor	Unidades	Fuente
Taxi eléctrico	12	kW / 100 km	(UPME, 2019)
Taxi híbrido 2025	7.2	l / 100 km	(ADB, 2018)
Taxi híbrido 2030	6.9	l / 100 km	(ADB, 2018)

3.2.3 Sustitución de vehículos privados por tecnologías más eficientes

La meta de la medida de sustitución de vehículos privados por tecnologías más eficientes se plantea en 120,000 unidades en el año 2030; siendo el 75% eléctricos (90,000) y el 25% híbridos (30,000). La Tabla 39 presenta la línea base del segmento de vehículos privados.

Tabla 39. Proyección del número de vehículos privados en la línea base.

Año	Número de vehículos privados
2018	1,331,883
2019	1,382,495
2020	1,451,619
2021	1,524,200
2022	1,600,410
2023	1,680,431

Año	Número de vehículos privados
2024	1,764,452
2025	1,852,675
2026	1,919,371
2027	1,988,469
2028	2,060,053
2029	2,134,215
2030	2,211,047

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las metas de la medida y suponiendo una implementación gradual, en la Tabla 40 se presenta el número de vehículos que se sustituirían. En la Tabla 41 se presenta la distribución porcentual por tipo de energético. Los factores de rendimiento asociados a las nuevas tecnologías en el segmento de vehículos privados se presentan en la Tabla 42.

Tabla 40. Proyección de la flota de vehículos privados por tipo de energético en el escenario climático.

Año	Eléctricos	Híbridos	Gasolina	Diésel	GLP	GN	Total
2018	-	-	785,811	146,507	386,246	13,319	1,331,883
2019	-	-	815,672	152,074	400,923	13,825	1,382,495
2020	-	-	856,455	159,678	420,970	14,516	1,451,619
2021	-	-	899,278	167,662	442,018	15,242	1,524,200
2022	-	-	944,242	176,045	464,119	16,004	1,600,410
2023	11,250	3,750	976,454	184,847	487,325	16,804	1,680,431
2024	22,500	7,500	1,011,027	194,090	511,691	17,645	1,764,452
2025	33,750	11,250	1,048,078	203,794	537,276	18,527	1,852,675
2026	45,000	15,000	1,072,429	211,131	556,618	19,194	1,919,371
2027	56,250	18,750	1,098,196	218,732	576,656	19,885	1,988,469
2028	67,500	22,500	1,125,432	226,606	597,416	20,601	2,060,053
2029	78,750	26,250	1,154,187	234,764	618,922	21,342	2,134,215
2030	90,000	30,000	1,184,518	243,215	641,204	22,110	2,211,047

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Distribución de la flota de vehículos privados por tipo de energético en el escenario climático

Tipo de Energético	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Eléctricos	1%	1%	2%	2%	3%	3%	4%	4%
Híbridos	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Gasolina	58%	57%	57%	56%	55%	55%	54%	54%
	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%

Tipo de Energético	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
GLP	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
GN	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Factores de rendimiento de energía para nuevos energéticos en la flota de vehículos ligeros en el escenario climático.

Tipo de energético	Valor	Unidades	Fuente
Vehículo eléctrico	12	kWh/100 km	(UPME, 2019)
Vehículo híbrido 2025	7.2	l/100 km	(ADB, 2018)
Vehículo híbrido 2030	6.9	l/100 km	(ADB, 2018)

3.3 Resultados del escenario de mitigación de emisiones GEI

La implementación del escenario climático se considera entre los años 2023 y 2030, debido a que las medidas empiezan su implementación en el año 2023 y dado que las metas se pactan a 2030. En la Tabla 43 se presentan las emisiones generadas anualmente en los escenarios de línea base y escenario climático para todo el sector de transporte carretero.

Tabla 43. Resultados de los inventarios de emisiones de GEI del sector transporte en dos escenarios

Año	2025	2030
Transporte carretero - Escenario de Línea Base (Gg CO _{2e})	10,025	11,710
Transporte carretero - Escenario Climático (Gg CO _{2e})	9,910	11,376
Diferencia de las emisiones entre escenarios	1.2%	2.9%

Fuente: Elaboración propia - Salidas de la Calculadora MYC.

En la Tabla 44 se presenta las emisiones generadas anualmente en los escenarios de línea base y climático solamente para el segmento de transporte de pasajeros. No se presenta en esta tabla el segmento de carga porque las medidas de mitigación de la NDC se limitan al segmento de pasajeros.

Tabla 44. Resultados de los inventarios de emisiones de GEI del segmento de transporte de pasajeros.

Año	2025	2030
Transporte pasajeros - Escenario de Línea Base (Gg CO _{2e})	6,140	7,021
Transporte pasajeros - Escenario Climático (Gg CO _{2e})	6,024	6,686
Diferencia de las emisiones entre escenarios	1.9%	4.8%

Fuente: Elaboración propia - Salidas de la Calculadora MYC.

La reducción neta de emisiones acumuladas en el periodo 2023-2030 es de 1,259 Gg CO₂e lo cual corresponde a un porcentaje de reducción del 3.2% en el segmento de transporte de pasajeros (ver Tabla 45).

Tabla 45. Emisiones de GEI acumuladas segmento de transporte de pasajeros

Emisiones acumuladas 2023-2030 (Gg CO ₂ e)	
Escenario de línea base	50,845
Escenario climático	49,255
Diferencia de las emisiones entre escenarios	3.2%

Fuente: Cálculos propios a partir de salidas de la Calculadora MYC.

Los resultados anteriores se presentan de manera gráfica en la Figura 5. La diferencia del 4.8% corresponde a las emisiones anuales en el año 2030 para los respectivos escenarios. La diferencia del 3.2% (1,259 Gg CO₂e) son las emisiones evitadas acumuladas en todo el periodo de análisis.

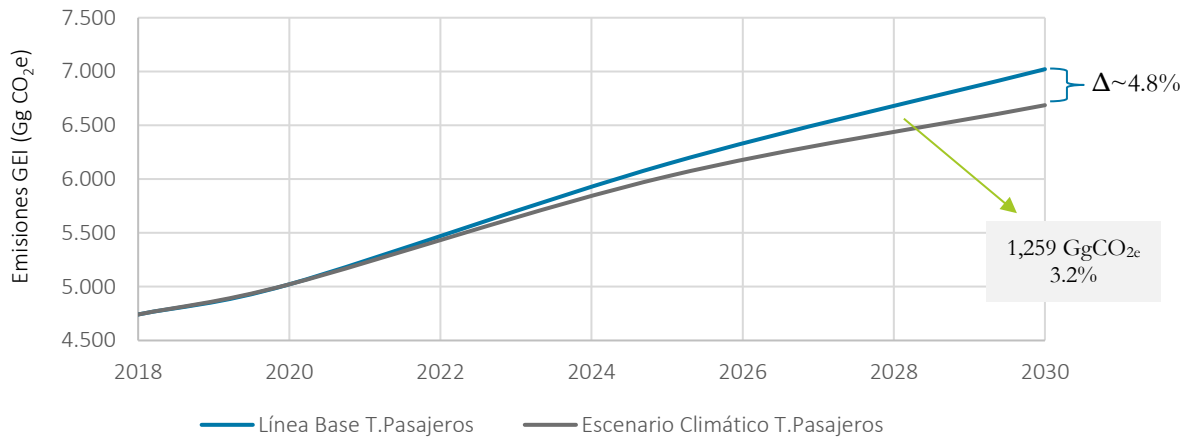


Figura 5. Resultados de emisiones en los escenarios de línea base y climático para el segmento de transporte de pasajeros.

Fuente: Elaboración propia a partir de salidas de la Calculadora MYC.

En la Figura 6 se presenta el aporte que tienen cada tipo de medida de mitigación en las emisiones netas evitadas con las medidas de la NDC.

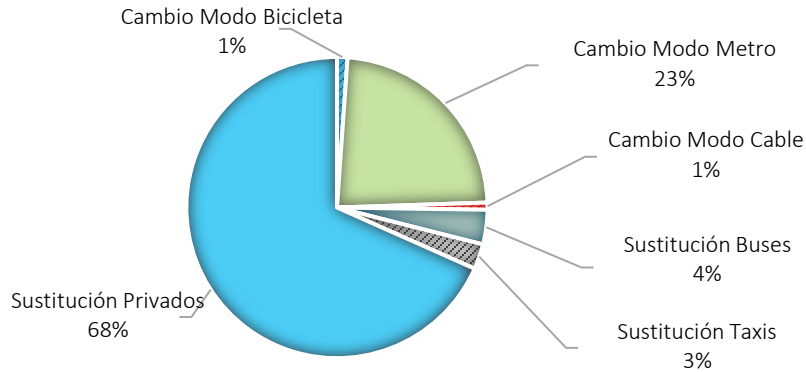


Figura 6. Aporte porcentual a la reducción de emisiones por medida.

Mensajes finales

- Se utilizó la Calculadora MYC como herramienta para estimar el inventario de emisiones de República Dominicana, un escenario de línea base y un escenario de mitigación (escenario climático) considerando las medidas de mitigación de la NDC. Este proceso se desarrolló de manera participativa con diferentes actores locales, y se hizo de manera articulada con las sesiones de trabajo que se desarrollaron a lo largo del proyecto.
- En este ejercicio con la MYC se utilizaron datos locales siempre que fue posible. Para los casos en que no se contaba con información local se presentaron supuestos para llenar los vacíos de información, acordados con los participantes de las sesiones de trabajo.
- Los resultados de los análisis para el año 2018 muestran que el sector de transporte carretero emitió 7,757 Gg CO_{2e}. La categoría de automóviles privados (coche según la clasificación de la Calculadora MYC) es la de mayor aporte en las emisiones (48%), seguida por los vehículos comerciales ligeros con 34%, camiones y buses 13% y motocicletas 5%.
- Con la Calculadora MYC se desarrolló el inventario de abajo hacia arriba y los resultados se compararon con una estimación de arriba hacia abajo. Los resultados obtenidos muestran consistencia entre este ejercicio y el BUR y entre este ejercicio y los datos registrados para República Dominicana en el Balance Energético Nacional. La elaboración del inventario permitió generar unos lineamientos técnicos de homologación de categorías vehiculares entre las utilizadas a nivel local y las requeridas por la Calculadora MYC. Estos lineamientos podrán seguirse utilizando en próximos ejercicios, ya que se dejaron planteados de manera detallada para que se puedan replicar en ejercicios futuros.

- Bajo el escenario de línea base las emisiones se incrementan desde 7,757 Gg CO_{2e} en 2018 hasta 23,982 Gg CO_{2e} en 2050. El transporte de pasajeros genera la mayor parte de las emisiones (54%-61%) durante el periodo de análisis siendo los vehículos livianos particulares y las motocicletas las fuentes de mayor contribución en las emisiones GEI. Por su parte dentro del transporte de carga los vehículos comerciales ligeros son la principal fuente de emisión.
- El desarrollo del escenario de línea base permitió analizar junto con los asistentes a las sesiones de capacitación como se representan diferentes factores (v.g., crecimiento económico, población, tecnologías disponibles, decisiones sobre la matriz energética, etc.) en las variables que explican las emisiones GEI del transporte. A partir de la metodología que se dejó documentada junto con el formato de datos de entrada a la Calculadora MYC se podrán desarrollar múltiples escenarios posibles de línea base, con la finalidad de entender el impacto de esos factores en las emisiones GEI del transporte.
- El escenario de mitigación modelado muestra que para el año 2030 se logra una reducción del 4.8% de las emisiones del transporte carretero de pasajeros. A pesar de los grandes esfuerzos requeridos para lograr las medidas de la NDC se observa que las emisiones del transporte seguirán siendo crecientes, y por lo tanto se requerirán esfuerzos mucho mayores para lograr trayectorias de emisiones consistentes con la descarbonización hacia el año 2050.

Se observan oportunidades para aumentar la ambición:

- Teniendo en cuenta el enfoque “Evitar-Cambiar-Mejorar” se observa que es posible ampliar el enfoque de las medidas para que también se consideren acciones que busquen “evitar” viajes.
- Las medidas planteadas en la NDC no consideran opciones para reducir emisiones GEI generadas por el transporte de carga.
- Si bien se incluyen acciones de sustitución modal es posible aumentar la cantidad de viajes que se busca sustituir. En particular, en medidas que estén diseñadas para evitar que los modos privados que son los de mayor contribución en las emisiones GEI continúen dicha tendencia en los próximos años. Hacen parte de este tipo de medidas: cobros por congestión, impuestos a los combustibles, mayores incentivos para el uso del transporte público y no motorizado, educación y cambios en los patrones de comportamiento, restricción a la circulación en transporte privado en ciertas zonas u horarios, entre otras medidas.
- Las medidas de sustitución de vehículos de transporte público por nuevas tecnologías deben incluir estándares de calidad y servicio para que estos modos sean más atractivos y competitivos frente al uso de vehículos particulares.
- Para complementar las medidas de sustitución tecnológica de la nueva flota, se recomienda implementar estándares de rendimiento del combustible, que aceleren la introducción de flota de mayor eficiencia energética en todos los segmentos del transporte carretero.

- En próximas etapas se recomienda incluir en los análisis los modos de transporte diferentes al carretero (aviación, ferroviario y navegación).

Anexos

Anexo 1. Calculadora MYC República Dominicana

Ver Archivos Excel:

- CalculadoraMYC-RepublicaDominicana - Sin Carga_27072022
- CalculadoraMYC-RepublicaDominicana - Total_27072022

Anexo 2. Datos de entrada de la Calculadora MYC República Dominicana

Ver Archivo Excel:

- Formulario Datos_27072022

Referencias

- ADB. (2018). *Sustainable Transport Solutions. Low-Carbon Buses in the People's Republic of China 12*.
- CDM Executive Board. (2012). *Clean Development Mechanism. Project Design Document (PDD), Metro Line 12, Mexico City. 28/08/2012*. (December), 1–36.
- Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Presidencia de la República Dominicana. (2011). *El Plan de República Dominicana para el Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático*.
- Espinosa, M., & Marquez, F. (2021). *Diseño de sistemas de monitoreo, reporte y verificación para proyectos de buses eléctricos*.
- Espinosa, M., Pacheco, J., & Franco, J. F. (2018). Mitigation potential of active transport projects: Trip attraction and CO2 avoidance indicators in colombian cities. *DYNA (Colombia)*, 85(205), 302–309.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.68340>
- Gobierno de la República Dominicana. (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada 2020*. 167. Retrieved from [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Dominican Republic First/Dominican Republic First NDC \(Updated Submission\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Dominican Republic First/Dominican Republic First NDC (Updated Submission).pdf)
- ICCT. (2016a). *Estimating the fuel efficiency technology potential of heavy-duty trucks in major markets around the world*. London, United Kingdom.
- ICCT. (2016b). *Experiencias en transporte con nuevas tecnologías*. Retrieved from <https://theicct.org/sites/default/files/Experiencias nuevas techs - Mex-ICCT-25-09-16-v3.pdf>
- IEA. (2019). *Fuel Economy in Major Car Markets - Technology and Policy Drivers 2005-2017*.
- INTRANT. (2018). *Consumo energético anual del parque automotor transporte terrestre Por tipo de combustible y Tipo de vehículo Año 2018*. 2018.
- Intrant, AFD, & BID. (2020). *IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MITIGACIÓN CON ENFOQUE SECTORIAL DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL TRANSPORTE CARRETERO A PARTIR DEL PLAN DE ACCIÓN DE LA CND DE REPÚBLICA DOMINICANA*.
- IRENA. (2020). *ENERGY TRANSFORMATION LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN*.
- Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo. (2020). *Panorama Macroecono*

mico 2020-2024 República Dominicana.

- Ministerio de Energía y Minas de República Dominicana. (2020). *Encuesta Nacional a sectores de consumo final. Tomo V.* (2018).
- Mordán Vásquez, I. (2020a). *Consideraciones generales para costos y emisiones de las opciones validades.* (14), 1–19.
- Mordán Vásquez, I. (2020b). *Curvas de Costo Marginal de Abatimiento en los Subsectores Generación Eléctrica, Eficiencia Energética y Transporte Carretero.* 1–47.
- Oficina Nacional de Estadística. (2020). Dominicana en cifras 2019. In *Dominicana en cifras 2019.*
- Pagenkopf, J., van den Adel, B., Deniz, Ö., & Schmid, S. (2019). Transport Transition Concepts. In S. Teske (Ed.), *Achieving the Paris Climate Agreement Goals: Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-energy GHG Pathways for +1.5°C and +2°C* (pp. 131–159). https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2_6
- República Dominicana. (2020). *Primer Informe Bienal de Actualización de la República Dominicana ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.*
- Sharpe, B., & Muncrief, R. (2015). Literature Review: Real-World Fuel Consumption of Heavy-Duty Vehicles in the United States, China, and the European Union. *The International Council on Clean Transportation (ICCT) White Paper*, (January), 1–27.
- Sosa, E. A., Uribe, M. B., Deambrosi, S., Peguero, R., & Saleta, M. (2019). Actualización del diagnóstico y propuesta de gestión de la movilidad urbana de Santiago de los Caballeros. *Banco Interamericano de Desarrollo. BID*, 1 65. Retrieved from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gestión_de_la_movilidad_urbana_de_la_zona_metropolitana_de_Santiago_de_los_Caballeros_República_Dominicana_es_es.pdf
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2020). *Standardized baseline Grid Emission Factor for the Dominican Republic.* 1, 5. Retrieved from https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20200204121329847-ASB0047-2020_PSB0048.pdf/ASB0047-2020_PSB0048.pdf?t=N058cWNxNWR2fDCau2y8xyBtV8afGqAuXvU1
- UPME. (2019). *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: buses, motos, taxis, BRT.* (010).
- WRI. (2014). *Policy and Action Standard: An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions.*

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sedes registradas

Bonn and Eschborn, Germany
T +49 228 44 60-0 (Bonn)
T +49 61 96 79-0 (Eschborn)

Friedrich-Ebert-Allee 32+36
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de
I www.changing-transport.org

Autor/a/Responsable/Editor etc.:

Mónica Espinosa, Jose Pacheco, Moisés Alvarez, Verena Flues, Andrea Palma

Crédito de la foto

Moisés Alvarez

Impreso y distribuido por :

Proyecto GIZ, Advancing Transport Climate Strategies in Rapidly Motorising Countries
Bonn, Santo Domingo, Agosto 2022

