

## NAMA TRANSPORTE

# Reporte de la Calculadora de Mitigación de la Modernización de la Flota del Autotransporte de Carga



## Contenido

1. Introducción .....	3
2. Objetivo .....	4
3. Datos de entrada .....	4
a. Datos de las unidades: Rendimiento y km al año .....	4
b. Factores de Emisiones CO <sub>2</sub> .....	6
4. Metodología .....	7
4.1 Línea Base .....	7
4.2 Calculo de Mitigación .....	9
a. Mitigación durante la vida útil remanente de la unidad vieja .....	10
b. Mitigación después de la vida útil de la unidad vieja – con la NAMA .....	12
c. Aplicación de anteproyecto NOM-044 .....	12
d. Consideraciones .....	12
4.3 Consideraciones adicionales .....	13
5. Presentación de la calculadora .....	13
6. Resultados de los efectos de mitigación en el esquema de chatarrización y el programa de renovación .....	16
a. Edad ideal para chatarrizar .....	16
b. Sustitución por una unidad nueva o semi-nueva .....	17
c. Chatarrizar entre diferentes tipos de unidades (C2, C3 y T3) .....	18
7. Referencias .....	19

## 1. Introducción

En 2011 el Gobierno Mexicano a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) solicitaron apoyo al Gobierno Alemán para el diseño de NAMAs, lo que dio origen al “Programa Mexicano-Alemán para NAMA (ProNAMA)” a ejecutarse entre 2011 y 2015. Uno de los objetivos del programa es apoyar el desarrollo de una Acción Nacional Apropiada de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés), orientada a la renovación y al uso eficiente del Autotransporte de carga operado por pequeños transportistas.

En este sentido, se han emprendido varias líneas de acción en los últimos años para impulsar una modernización de la flota y un uso más eficiente de los consumos energéticos utilizados en su operación. Estas intervenciones se basan en los siguientes programas existentes:

- Programa de Transporte Limpio
- Esquema de Sustitución Vehicular (Chatarrización).
- Programa de Renovación del Autotransporte Federal.

Si bien, estos programas no están del todo orientados a la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se ha comprobado que indirectamente generan la reducción de contaminantes atmosféricos, impactan positivamente en la salud, y a la reducción del consumo de combustibles, y aumentan la seguridad vial en las carreteras.

Sin embargo, el “hombre-camión” (HC), (propietario o permisionario de 1 a 5 camiones) y los pequeños transportistas (PT), (hasta 30 camiones), quienes poseen más del 60% de flota de carga, no participan en estos programas debido a diversas circunstancias que los afecta.

El diseño de la NAMA prevé que los HC y PT puedan beneficiarse de estas políticas, a través de medidas orientadas a la profesionalización de los operadores, apoyo financiero para la modernización de sus unidades y equipamiento tecnológico para el ahorro de combustible.

Para la parte del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) de la NAMA Autotransporte Federal de Carga, se desarrolló una calculadora que permite evaluar los efectos de la Modernización de Autotransporte Federal. A partir de los datos de entrada del número de los vehículos a chatarrizar (“viejos”) y del número de vehículos por sustituir (“nuevos”) se calcula el potencial de mitigación de CO<sub>2</sub>.

Con los resultados de la calculadora se pueden hacer recomendaciones para tal programa, como la importancia del incremento de los incentivos fiscales para chatarrizar, la actualización de los estándares de eficiencia energética y contaminantes en las unidades “nuevas”, entre otros. Estos

resultados también mostrarán información importante para ser considerada a nivel de políticas públicas específicas para mejorar el sector.

Así mismo, los datos colectados y resultados obtenidos sirven como base para la medición, reporte y verificación del sistema MRV de los programas, y para estimar la reducción de CO<sub>2</sub> por chatarrizar y renovar unidades.

## 2. Objetivo

Los objetivos de la calculadora son:

- Estimar la reducción de gases efecto invernadero (GEI) como resultado de la chatarrización y renovación.
- Diseñar la herramienta de medición (“M”) del sistema MRV para evaluar el esquema de chatarrización y el programa de renovación de México.

## 3. Datos de entrada

En esta sección se describen las variables de entrada que la calculadora ocupa para hacer diversas estimaciones. La descripción de los datos explica las fuentes de información, de los cálculos y ajustes necesarios para realizar las estimaciones correspondientes.

### a. Datos de las unidades: Rendimiento y km al año

Los datos de rendimiento y kilómetros recorridos al año por tipo de vehículo y año modelo se calcularon a partir de la base de datos de la radiografía elaborada por la consultoría SEPSA.<sup>1</sup> La cual fue elaborada en el marco de la NAMA Transporte por encargo de la GIZ, y en acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esta base de datos está integrada a partir de encuestas entregadas en todo el país por lo que son representativos al nivel nacional.

A partir de esta base de datos se estimaron regresiones lineales que a continuación se muestran. Cabe destacar que los vehículos de carga de la categoría T2 no se consideraron debido a su poca representatividad en la flota vehicular.

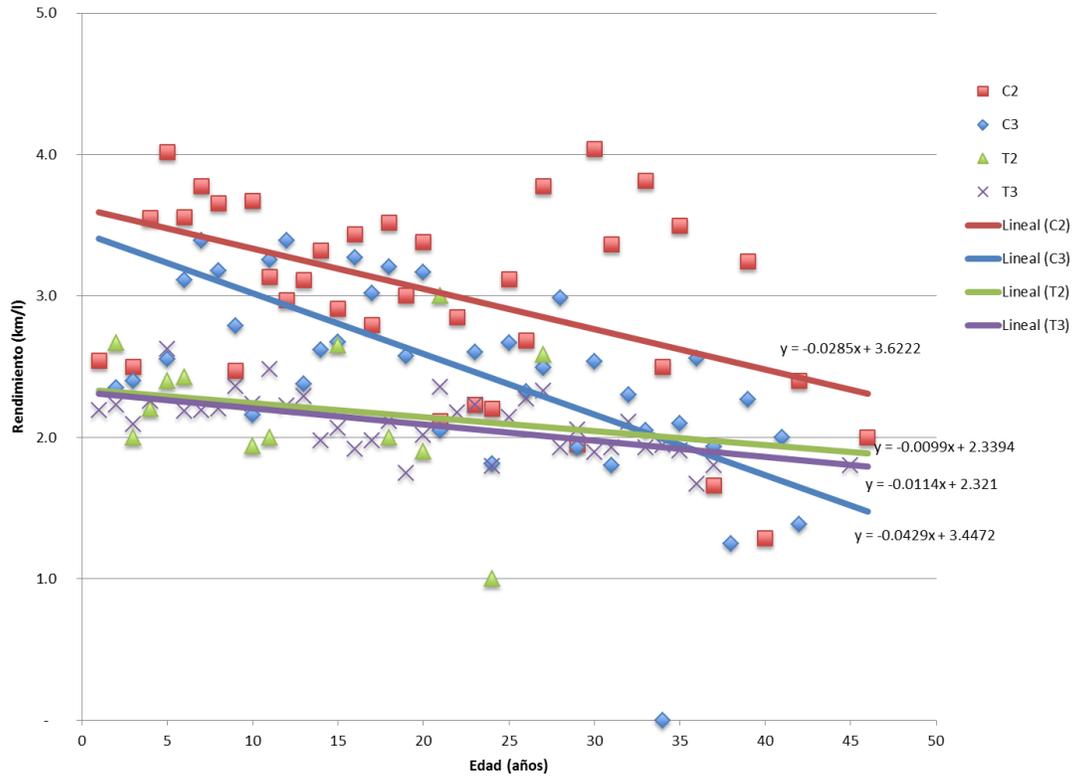
---

<sup>1</sup> “Diagnóstico sobre la Situación Actual del Autotransporte Federal de Carga, con un Enfoque Específico al Hombre-Camión y Pequeños Transportistas”, Santaló Estudios y Proyectos, S.A. de C.V. (SEPSA)

Rendimiento por tipo y año modelo: El rendimiento se calculó con los datos de los kilómetros que la unidad recorre con tanques llenos, la capacidad de los tanques y la cantidad de tanques.

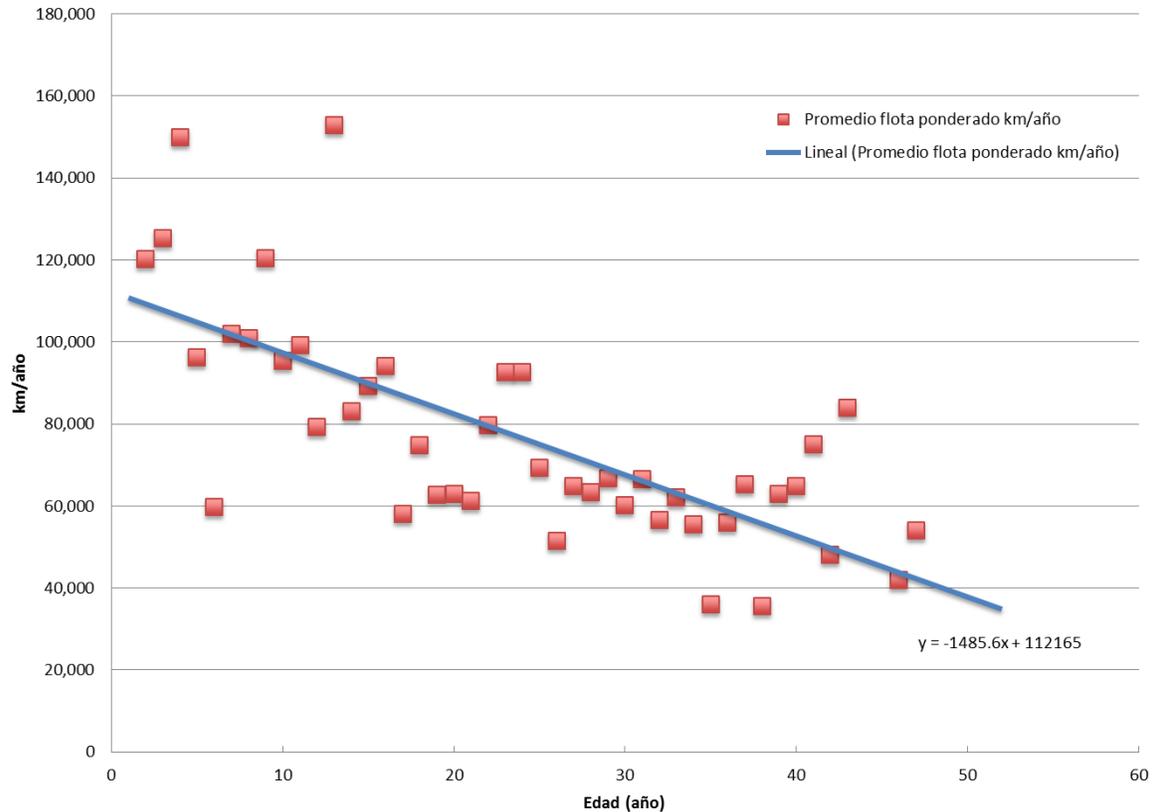
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Kilómetros Recorridos}}{\text{Capacidad de los tanques} * \text{Cantidad de los tanques}}$$

**Grafica 1:** Rendimiento (km/l)



Kilómetros recorridos anuales por año modelo: Esta variable se estimó a partir de los promedios de kilómetros anuales de la flota por año modelo; para después calcular los promedios ponderados considerando el tipo de vehículo y año modelo.

**Gráfica 2:** Promedio flota ponderado km/año



## b. Factores de Emisiones CO<sub>2</sub>

Los factores de emisiones (FE) de CO<sub>2</sub> se calcularon a partir del FE de Diésel: 2.69 kg CO<sub>2</sub>e por litro.<sup>2</sup> Las emisiones son estimadas a partir de las toneladas transportadas, tipo de vehículo (C2,C3 y T3) y año modelo.

Se estimaron factores de emisión utilizando los datos de rendimiento (l/100km), los FE de Diesel y las toneladas cargadas, de acuerdo con el peso bruto por tipo de unidad.<sup>3</sup>

$$FE_{\text{Diesel Ajustado}} \left( \frac{gCO_2}{tkm} \right) = \frac{FE_{\text{Diesel}} * l/km * 1000}{Ton Carga}$$

Dónde:

$FE_{\text{Diésel ajustado}}$  Factor de emisión del diésel ajustado según el tipo de vehículo, la edad de la unidad y la carga (gCO<sub>2</sub>e/tkm)

$FE_{\text{Diésel}}$  Factor de emisión de diésel (kgCO<sub>2</sub>e/l)

Consumo diésel Consumo de combustible por distancia recorrida según tipo de vehículo y edad (l/km)

<sup>2</sup> Factor de emisión de CO<sub>2</sub> e, INECC, 2015.

<sup>3</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Carga	Masa total de carga transportada (ton)
1000	Factor de conversión gramos a kilogramos (1000g = 1kg)

## 4. Metodología

### 4.1 Línea Base

La mitigación de la intervención se define como la diferencia entre las emisiones con y sin la misma. Para estimar las emisiones sin la intervención, es decir la línea base, se utilizó la siguiente información:

**Tabla 1.** Información y Referencia para estimar la línea base

Número de vehículos de cada tipo de camión	Todos los vehículos pesados registrados en SCT en los cuatro tipos: C2, C3, T2 y T3.
Recorrido anual	Kilómetros recorridos al año, por clase y edad del vehículo (SEPSA, 2014).
Rendimiento	Litros de diésel por kilómetro, clase y edad del vehículo (SEPSA, 2014).
Emisiones totales	Calculado considerando un factor de emisión de 2.69 kg de CO <sub>2</sub> e <sup>4</sup> por litro de Diésel, elaborado por INECC y Centro Mario Molina.

Considerando lo anterior, la fórmula de cálculo resultante es:

$$\text{Emisiones de la línea base} = \# \text{ de vehículos} * \frac{\text{km}}{\text{año}} * \frac{\text{litros}}{\text{km}} * 2.69 \text{ CO}_2\text{eq} \left(\frac{\text{kg}}{1}\right)$$

La calculadora estima la mitigación de CO<sub>2</sub>e con la implementación del Programa de Modernización de la Flota de Autotransporte Federal de Carga (Chatarrización y Renovación). Para ello se consideran los dos efectos descritos en la Tabla 3.9.

**Tabla 2.** Efectos considerados para la estimación en la mitigación de CO<sub>2</sub>e

Efecto Directo	Efecto Indirecto
La unidad nueva recorre los mismos kilómetros y transporta la misma carga pero emite menos CO <sub>2</sub> .	La unidad transporta más toneladas por kilómetro (tkm), ya que es más eficiente y los clientes la demandan más. La unidad nueva recorre más tkm que el promedio de la flota, y dado que la unidad nueva es más eficiente que el promedio de la flota hay un efecto indirecto.
$\text{Efecto directo} = \text{tkm}_{\text{viejo\_por\_año}} \times (\text{EF}_{\text{viejo}} - \text{EF}_{\text{nuevo}})$	$\text{Efecto Indirecto} = (\text{tkm}_{\text{nuevo\_por\_año}} - \text{tkm}_{\text{viejo\_por\_año}}) \times (\text{EF}_{\text{flota}} - \text{EF}_{\text{nuevo}})$
Donde: tkm = toneladas por kilómetro. EF = promedio de emisiones/tkm (unidades viejas o nuevas/semi-nuevas) por tipo de vehículo.	Donde: EF <sub>nuevo</sub> : promedio de emisiones/tkm de un vehículo nuevo, por tipo de vehículo. EF <sub>flota</sub> : promedio de emisiones/tkm por los tipos de

<sup>4</sup> El factor de emisión (FE) desarrollado por INECC y CMM para México incluye diferentes tipos de GEI (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) causados por el transporte de carga.

vehículos.

*Fuente: Elaboración propia.*

La duración del impacto ambiental (mitigación de CO<sub>2</sub>e) depende de la edad de la unidad chatarrizada. Se calcula considerando una tasa de sobrevivencia utilizada por el IMP, y la herramienta calcula la probabilidad de los años de vida restantes de cada vehículo chatarrizado (ver Tabla 4). Este resultado, expresado en años, define el cálculo para la duración del impacto.

**Tabla 4.** La Tasa de Supervivencia de los vehículos de autotransporte de carga federal en México

Tasa de supervivencia del Transporte de Carga Federal							
Edad	Carga	Probabilidad de los años sobrevivientes	Edad máxima	Edad	Carga	Probabilidad de los años sobrevivientes	Edad máxima
0	100.0%	17.425	17.425	25	55.3%	15.447	40.447
1	82.4%	20.707	21.707	26	53.9%	15.166	41.166
2	81.6%	20.493	22.493	27	52.6%	14.872	41.872
3	80.7%	20.281	23.281	28	51.3%	14.564	42.564
4	79.7%	20.071	24.071	29	49.9%	14.240	43.240
5	78.8%	19.863	24.863	30	48.6%	13.897	43.897
6	77.8%	19.656	25.656	31	47.3%	13.536	44.536
7	76.8%	19.450	26.450	32	46.0%	13.152	45.152
8	75.8%	19.246	27.246	33	44.6%	12.745	45.745
9	74.7%	19.042	28.042	34	43.3%	12.311	46.311
10	73.6%	18.840	28.840	35	42.0%	11.847	46.847
11	72.5%	18.640	29.640	36	41.5%	11.132	47.132
12	71.3%	18.448	30.448	37	41.0%	10.398	47.398
13	70.2%	18.245	31.245	38	40.6%	9.645	47.645
14	68.9%	18.074	32.074	39	40.1%	8.872	47.872
15	67.2%	17.983	32.983	40	39.6%	8.080	48.080
16	65.7%	17.867	33.867	41	39.1%	7.267	48.267
17	65.3%	17.414	34.414	42	38.7%	6.434	48.434
18	64.1%	17.193	35.193	43	38.2%	5.581	48.581
19	62.9%	16.966	35.966	44	37.8%	4.706	48.706
20	61.6%	16.732	36.732	45	37.3%	3.810	48.810
21	60.3%	16.503	37.503	46	36.9%	2.891	48.891
22	59.1%	16.253	38.253	47	36.5%	1.950	48.950
23	57.8%	15.994	38.994	48	36.0%	0.988	48.988
24	56.6%	15.717	39.717	49	35.6%	0.000	49.000 <sup>5</sup>

Fuente: Elaboración propia a base de datos de IMP: Probabilidad de supervivencia. Proporcionado al INECC. México, 2014.

## 4.2 Cálculo de Mitigación

El usuario ingresa los siguientes datos:

- Número de unidades a chatarrizar, tipo de unidades y edades.

<sup>5</sup> 49 años es la edad máxima de un camión en el marco de la calculadora. No existen datos confiables (edad, tipo, eficiencia, supervivencia, etc.) sobre camiones más viejos en México.

- Número de unidades por sustituir, tipo de unidades y edades.

A partir de esta información se realiza una agrupación por categorías y años modelo, para después calcular la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por la chatarrización y sustitución. La mitigación se estima para los siguientes escenarios:

- a) Durante la vida útil remanente de la unidad vieja.
- b) Después de la vida útil de la unidad.
- c) Por efecto del Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006.
- d) Consideración de sólo chatarrizar o solo renovar.

A continuación se describen con más detalle cada uno de estos periodos.

### a. Mitigación durante la vida útil remanente de la unidad vieja

Para estimar la reducción de emisiones durante el periodo de vida útil remanente de la unidad antigua, se consideran dos efectos de mitigación: un efecto directo y un efecto indirecto.

El efecto directo es la mitigación debido a que la unidad nueva transporta la carga de la unidad vieja. Siendo más eficiente y emitiendo menos CO<sub>2</sub> que la unidad vieja ( $EF_{old} > EF_{new}$ ), las toneladas cargadas ahora por la nueva unidad resultan en menos emisiones de CO<sub>2</sub>. Considerando lo anterior, la mitigación por efecto directo es la diferencia entre las emisiones de la unidad vieja y la nueva por transportar la misma carga.

Además de la reducción de emisiones por el efecto directo, es importante considerar una mitigación adicional, el efecto indirecto. El efecto indirecto ocurre considerando que la nueva unidad es más eficiente que el promedio de la flota y podrá cargar una parte adicional proveniente de la parte cargada por otras unidades de la misma categoría menos eficientes. Como resultado de este efecto, la unidad nueva va a transportar más toneladas que la unidad vieja ( $tkm_{new\_per\ year} > tkm_{old\_per\ year}$ ).

La mitigación se calcula como un producto de la diferencia entre las toneladas transportadas por la unidad nueva y vieja por la diferencia entre las emisiones promedio de la flota menos las emisiones de la nueva unidad.

Para estimar estos dos efectos se utilizaron las siguientes dos ecuaciones:

Efecto directo:	$tkm_{old\_per\ year} \times (EF_{old} - EF_{new})$
Efecto indirecto:	$(tkm_{new\_per\ year} - tkm_{old\_per\ year}) \times (EF_{fleet} - EF_{new})$

La siguiente tabla explica las variables de las dos ecuaciones:

**Tabla 4:** Variables para el cálculo de mitigación

Variable	Definición	Cálculo
<b>tkm</b> <i>old_per year</i>	Toneladas transportadas de la unidad vieja por kilómetros recorridos	toneladas transportadas*kilómetros al año $t * (-1485,6x + 112165)$ Donde x: edad de la unidad vieja.
<b>tkm</b> <i>new_per year</i>	Toneladas transportadas de la unidad nueva por kilómetros recorridos	toneladas transportadas*kilómetros al año $t * (-1485,6x + 112165)$ Donde x: edad de la unidad nueva.
<b>EF</b> <i>old</i>	Emisiones de la unidad vieja	emisiones de CO <sub>2</sub> por toneladas kilometro transportadas de la vieja unidad  $\frac{FE_{Diesel} * R_{old} * 1000}{Peso\ cargado * 100} = \left( \frac{\left( \frac{kgCO_2}{l} \right) * \left( \frac{l}{100km} \right) * 1000}{(t) * 100} \right) = FE \left( \frac{gCO_2}{tkm} \right)$
<b>EF</b> <i>new</i>	Emisiones de la unidad nueva	emisiones de CO <sub>2</sub> por toneladas kilometro transportadas de la vieja unidad  $\frac{FE_{Diesel} * R_{new} * 1000}{Peso\ cargado * 100} = \left( \frac{\left( \frac{kgCO_2}{l} \right) * \left( \frac{l}{100km} \right) * 1000}{(t) * 100} \right) = FE \left( \frac{gCO_2}{tkm} \right)$  Este valor puede variar dependiendo de las actividades implementadas por la NAMA. Estas pueden ser la NOM-044-SEMARNAT-2006 que aumentaría la eficiencia de las unidades nuevas y la aplicación de paquetes de tecnologías, entre otras.
<b>EF</b> <i>fleet</i>	Emisiones de una unidad de 15 años (edad promedio de la flota en México)	emisiones de CO <sub>2</sub> por toneladas kilometro transportadas de una unidad de 15 años:  $\frac{FE_{Diesel} * R_{15\ años} * 1000}{Peso\ cargado * 100} = \left( \frac{\left( \frac{kgCO_2}{l} \right) * \left( \frac{l}{100km} \right) * 1000}{(t) * 100} \right) = FE \left( \frac{gCO_2}{tkm} \right)$

## b. Mitigación después de la vida útil de la unidad vieja – con la NAMA

Con el supuesto que se destruye una unidad vieja y se renueva por una nueva o semi-nueva (hasta seis años), se considera una mitigación remanente después de la vida útil de la unidad vieja. Una vez que termina la vida útil de la unidad vieja (considerando para C2 y T3 una vida útil de 20 años y para C3 de 30 años), la reducción anual de emisiones de CO<sub>2</sub> se determina a través del efecto indirecto:

$$\text{Efecto indirecto: } (\text{tkm}_{\text{new\_per year}} - \text{tkm}_{\text{old\_per year}}) \times (\text{EF}_{\text{fleet}} - \text{EF}_{\text{new}})$$

En donde las variables se estiman de la misma forma que en el cálculo anterior y donde el valor  $\text{EF}_{\text{new}}$  puede cambiar dependiendo las actividades que puedan implementarse en la NAMA, como la NOM-044-SEMARNAT-2006 u otra regulación.

## c. Aplicación de anteproyecto NOM-044

Con el fin de proporcionar un estimado de la mitigación que ocurriría si los estándares de emisiones para camiones de carga fueran más exigentes, se realizó un escenario en el cual a partir del 2018 aumenta la eficiencia de las unidades adquiridas. El escenario se genera con base en lo establecido en el Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006 para aumentar la exigencia de los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible. Con ello, se realizan estimaciones de mitigación de CO<sub>2</sub> del 4% como beneficio adicional por mejorar la eficiencia de las unidades nuevas.

## d. Consideraciones

Además de los efectos descritos anteriormente, se consideran dos casos excepcionales en la metodología del cálculo de mitigación por chatarrización y renovación. A continuación se describen las fórmulas de cálculo correspondientes a dichas excepciones.

Mitigación sólo por la acción de Chatarrización

$$\text{Chatarrización} = \frac{\text{tkm}}{\text{año}_{\text{viejo}}} \frac{(\text{FE}_{\text{viejo}} - \text{FE}_{\text{promedio}})}{1,000}$$

Mitigación sólo por la acciones de Renovación

$$Renovación = \frac{\left(\frac{tkm}{año_{nuevo}} - \frac{tkm}{año_{Promedio}}\right)(FE_{Promedio} - FE_{Nuevo})}{1,000}$$

Dónde:

$\frac{tkm}{año_{Promedio}}$  = toneladas transportadas por  $\frac{km}{año_{Promedio}}$

FE = Factor de Emisión

1,000 = Factor de conversión de unidades: 1000 kg = 1 tonelada

La calculadora considera la mitigación de cada acción por separado y se recomienda que sea en una relación uno a uno (1:1) dado que los efectos de mitigación resultan más significativos en combinación que por separado.

### 4.3 Consideraciones adicionales

Con base en los datos de entrada se podrían hacer algunas consideraciones adicionales a partir de información específica de las unidades, por ejemplo: los kilómetros recorridos de la unidad destruida, año de cambio de motor, diferencia entre flota primaria y secundaria, entre otros. Aunque los parámetros que contiene actualmente no los incluye.

Adicionalmente a los resultados de mitigación de CO<sub>2</sub> sería conveniente estimar la reducción de contaminantes criterio. Así como estimar el impacto ambiental y a la salud de estos contaminantes en el esquema de chatarrización y programa de renovación.

De acuerdo con las actividades independientes de la NAMA se tiene contemplado realizar una investigación de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> y algunos contaminantes criterio (PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO), para encontrar los valores más adecuados a las características específicas del transporte de carga; ya que actualmente no existen factores de emisiones adaptados y apropiados a las condiciones de México.

## 5. Presentación de la calculadora

A continuación se muestran tres ejemplos con las diferentes opciones que engloba la calculadora. Cabe destacar que la diferencia entre los efectos es bastante significativa, es por eso que se siempre se recomienda hacer el cálculo chatarrizando y renovando al mismo tiempo. Esto se puede visualizar en los siguientes ejemplos, los cuales utilizan los datos de entrada de la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Valores de entrada para ejemplos de mitigación considerando distintos efectos

Variable	Valor de entrada
Año de Chatarrización	2015
Tipo Vehículo	T3
Edad	25
Cantidad	1
Edad del nuevo	0

**Figura 5-1. Ejemplo cálculo de mitigación por chatarrización y renovación**

Mitigación: **235.65** t CO<sub>2</sub>e

Ambos: **235.65** t CO<sub>2</sub>e

---

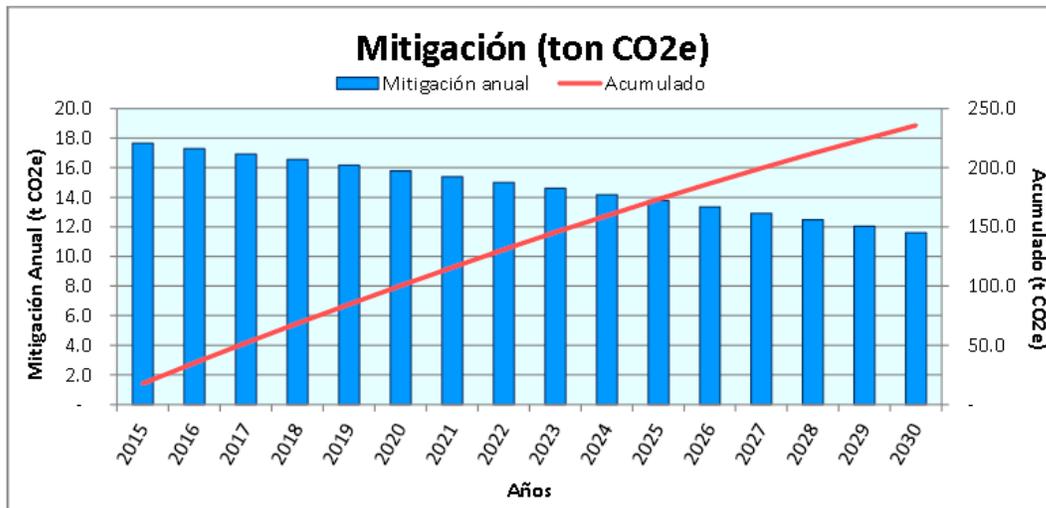
Total **235.65** t CO<sub>2</sub>e

Período de mitigación: **16** Años

Ahorro anual en Pesos MX por chatarrizar y/o renovar: \$ **75,555.50** MXN

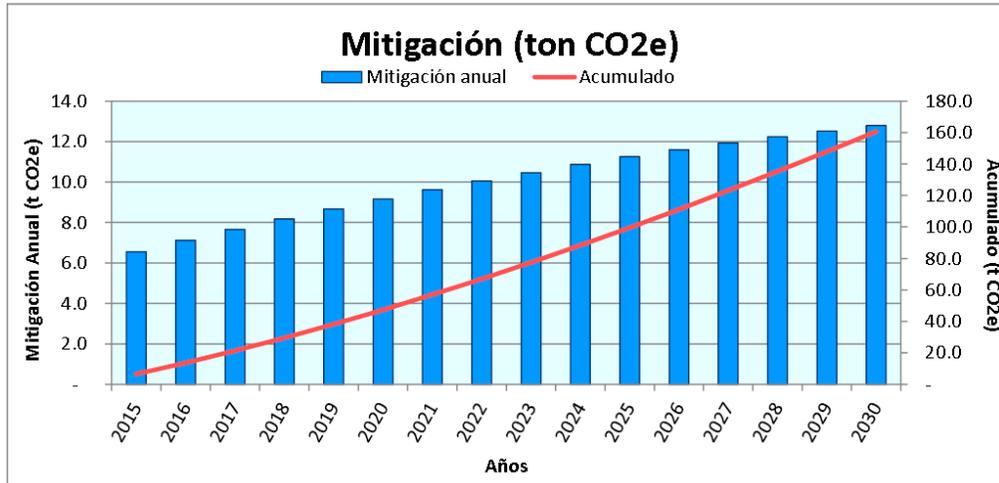
Ahorro anual de combustible por chatarrizar y/o renovar: **5,475.04** Litros de diesel

Precio de diesel por litro: \$ **13.80** MXN



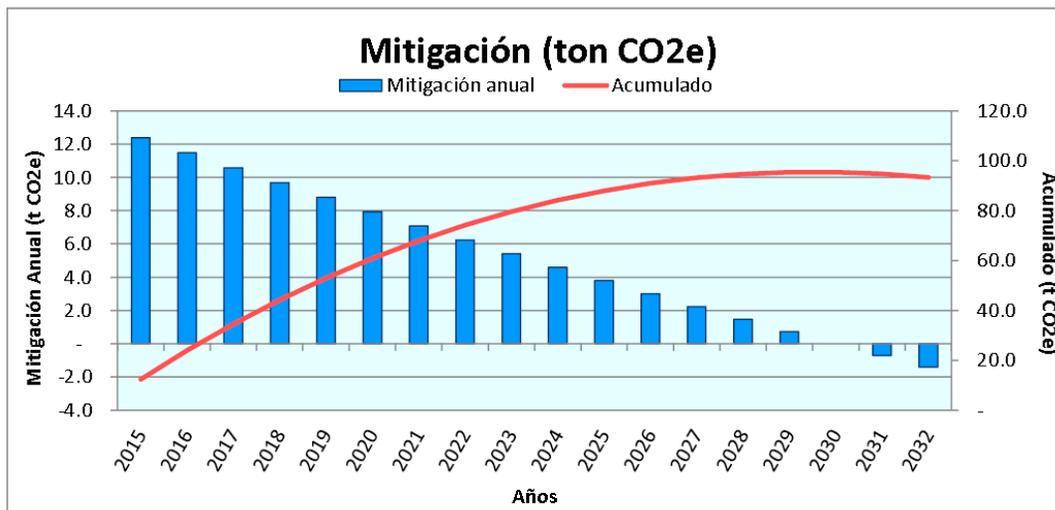
**Figura 1. Ejemplo cálculo de mitigación solo chatarrización**

		Mitigación:	
Sólo chatarrización	<b>160.63</b>	t CO2e	
<hr/>			
Total	<b>160.63</b>	t CO2e	
		Periodo de mitigación:	<b>16</b> Años
Ahorro anual en Pesos MX por chatarrizar y/o renovar:	\$	<b>51,504.33</b>	MXN
Ahorro anual de combustible por chatarrizar y/o renovar:		<b>3,732.20</b>	Litros de diesel
Precio de diesel por litro:	\$	<b>13.80</b>	MXN



**Figura 5-2. Ejemplo cálculo de mitigación solo renovación**

		Mitigación:	
Sólo renovación:	<b>93.30</b>	t CO2e	
<hr/>			
Total	<b>93.30</b>	t CO2e	
		Periodo de mitigación:	<b>18</b> Años
Ahorro anual en Pesos MX por chatarrizar y/o renovar:	\$	<b>26,590.74</b>	MXN
Ahorro anual de combustible por chatarrizar y/o renovar:		<b>1,926.87</b>	Litros de diesel
Precio de diesel por litro:	\$	<b>13.80</b>	MXN



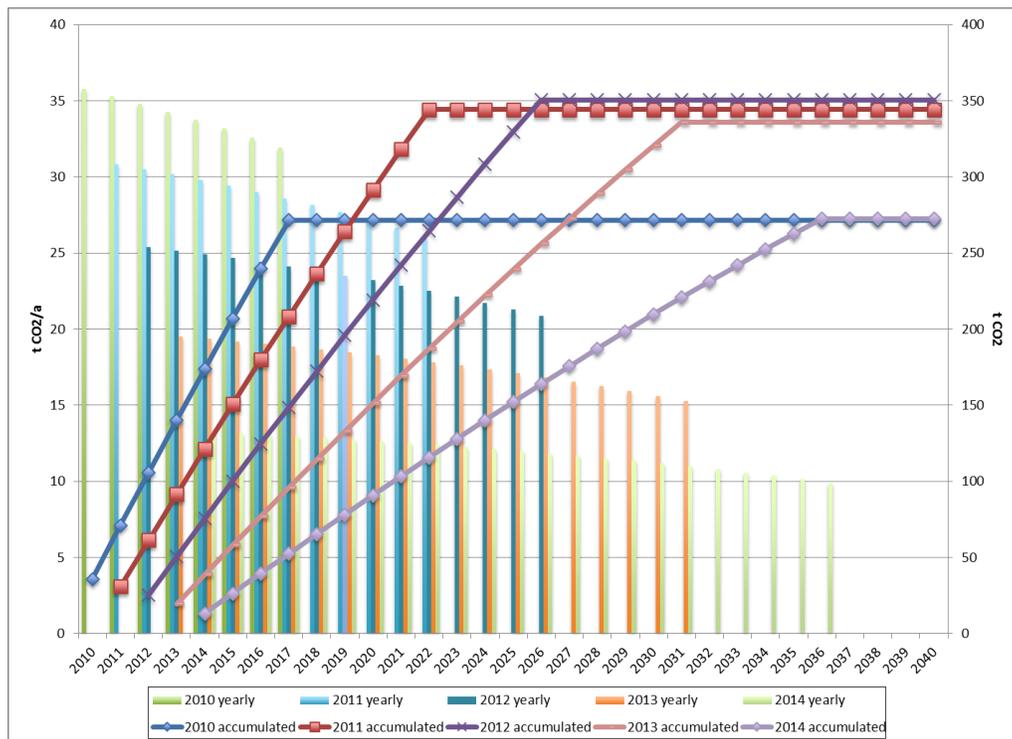
En este último caso se puede apreciar que la mitigación para los últimos tres años resulta negativa a causa de la edad promedio de la flota de 17 años.

## 6. Resultados de los efectos de mitigación en el esquema de chatarrización y el programa de renovación

Esta sección destaca algunos efectos interesantes de los resultados de la calculadora. Al ingresar los datos de la edad y la categoría de un camión “viejo” (unidad a chatarrizar), y agregando los mismos de la unidad “nueva” (unidad de sustitución) se estiman los efectos de mitigación de CO<sub>2</sub>. Con ello, pueden encontrarse la edad ideal para chatarrizar, la ventaja de sustituir con unidades nuevas o semi-nuevas la flota vehicular y de chatarrizar diferentes vehículos de acuerdo con su categoría. En los siguientes puntos se describirán con más detalle estos resultados encontrados.

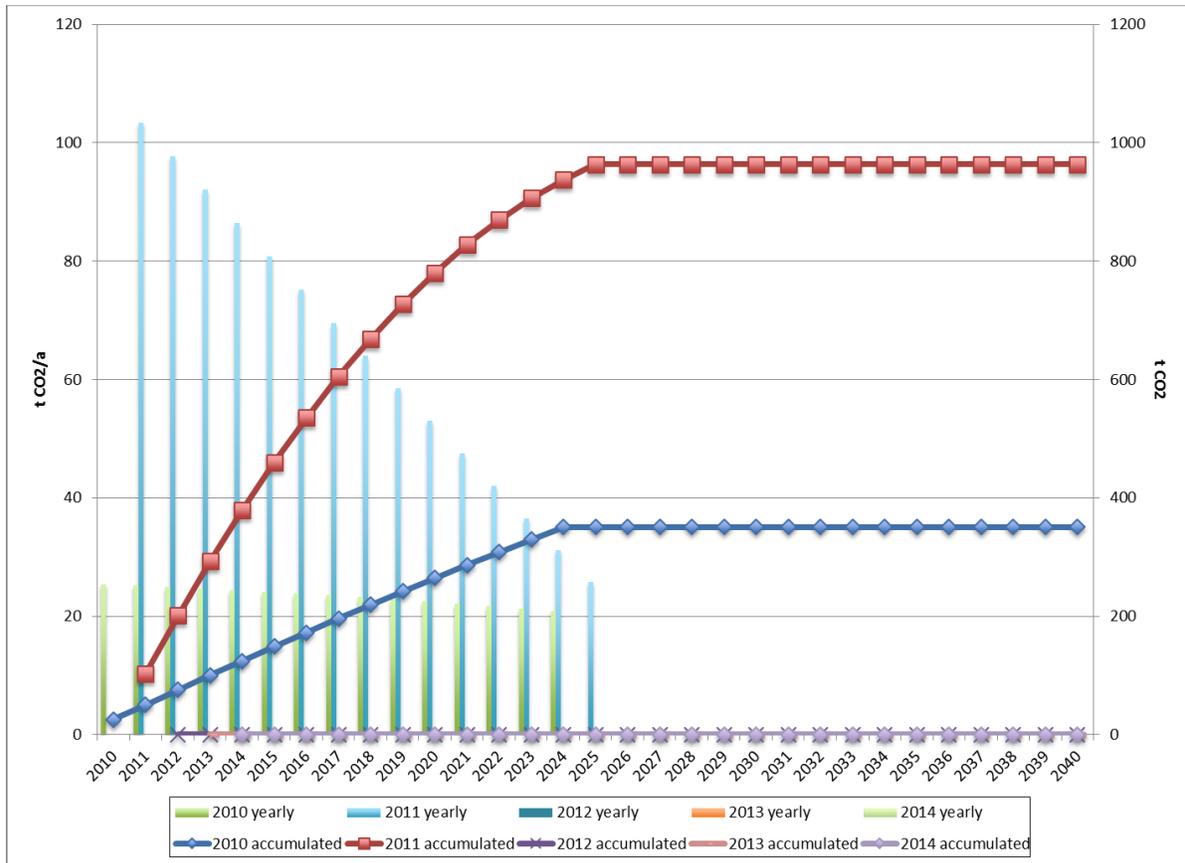
### a. Edad ideal para chatarrizar

En la gráfica de abajo se pueden apreciar las diferencias de los efectos de mitigación de acuerdo con la edad de la unidad “vieja”. En el ejemplo abajo se estiman las reducciones de emisiones por chatarrizar un C3 de 30, 25, 20, 15 y 10 años y sustituyéndolo por uno nuevo. Las líneas de 2010 y 2014 muestran un potencial de mitigación inferior a las otras tres, debido a que la línea 2010 representa el efecto de mitigación de chatarrizar un C3 de 30 años por lo que el efecto es mínimo por la vida restante que le queda a la unidad. La línea 2014 muestra que al chatarrizar un camión de 10 años no se obtiene una mitigación significativa debido a que la diferencia en la eficiencia entre el camión viejo de 10 años y el camión nuevo de cero años es mínima.



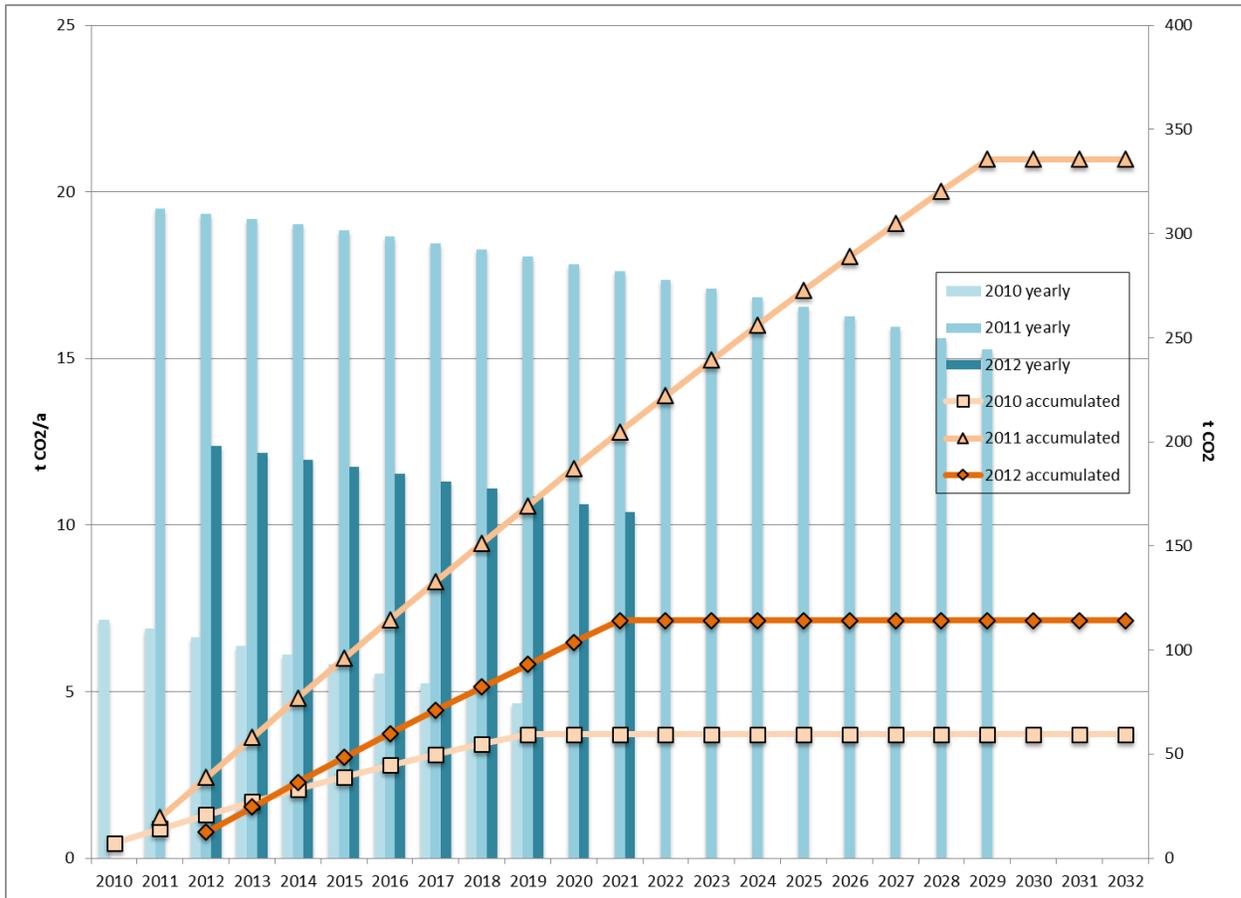
## b. Sustitución por una unidad nueva o semi-nueva

Al sustituir una unidad vieja por una unidad nueva de cero o de cinco años no se obtienen los mismos resultados de mitigación. Debido a que, los efectos de mitigación son más significativos si la unidad nueva tiene menos años de edad. Tal efecto se puede observar en el siguiente ejemplo, en donde existe una diferencia del 25%.



### c. Chatarrazar entre diferentes tipos de unidades (C2, C3 y T3)

El siguiente gráfico muestra los efectos de mitigación de diferentes tipos de vehículos. Las unidades se construyen con el mismo número de años, 15, y se sustituyen por unidades nuevas. Los resultados muestran que chatarrizar un C3 resulta más ventajoso que chatarrizar un C2 o un T3, debido a que se obtiene un valor mayor de mitigación de toneladas de CO<sub>2</sub> para los C3. Los C2 tienen un rendimiento menor a los C3 y la eficiencia de un C2 no disminuye tanto como para un C3. Para el caso de los camiones T3, estos tienen rendimientos mayores pero la eficiencia se mantiene en un término constante comparada con la eficiencia decreciente para los C2 y C3 en el mismo periodo.



## 7. Referencias

1. GIZ, 2014: Capacitación en conducción técnico-económica a Empresas Hombre-Camión y Pequeños Transportistas en México.
2. Pequeños Transportistas en México.
3. ICCT, 2014: Cost-Benefit Analysis of Mexico's Heavy-duty Emission Standards (NOM 044).
4. ICCT, 2014<sup>a</sup>: Actualización de la NOM-044. Información para la toma de decisiones. USA, 2014.
5. IMP, 2014. IMP: Probabilidad de supervivencia. Proporcionado al INECC. México, 2014.
6. INECC, 2015: Factores de emisión para México.
7. INEGI, 2015: Banco de Información Económica.
8. INEGI, 2015: Catálogo Nacional de Indicadores
9. Mitigation Partnership 2015: <http://mitigationpartnership.net/measuring-reporting-andverification-mrv-0>.
10. Öko-Institut, 2010 "CO 2 -Einsparpotenziale für Verbraucher". RPM 2014: Informe Preliminar.
11. Santaló Estudios y Proyectos, S.A. de C.V. (SEPSA), 2013:
12. "Diagnóstico sobre la Situación Actual del Autotransporte Federal de Carga, con un Enfoque Específico al Hombre-Camión y Pequeños Transportistas".
13. SEMARNAT, 2008: Inventario Nacional de Emisiones – Fuentes Móviles.
14. SEMARNAT, 2006: Anteproyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT.
15. SCT, 2013: Estadística Básica del Autotransporte Federal
16. SCT, 2008: NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
17. TSTES, 2014: Inventario de los centros de Chatarrización en México