

Inventario de gases de efecto invernadero: Distrito central de Puntarenas (Costa Rica)

Inventory of greenhouse gases: Central District of Puntarenas (Costa Rica)

Ariel Porrás-Rozas¹, Irene Medina-Mora², Valeria Castillo-Calderón³,
Ana Espinoza-Ocampo⁴

Porrás-Rozas, A; Medina-Mora, I; Castillo-Calderón, V; Espinoza-Ocampo, A. Inventario de gases de efecto invernadero: Distrito central de Puntarenas (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*. Vol. 33-2. Abril-Junio 2020. Pág 67-78.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4333>

Fecha de recepción: 3 de mayo de 2019
Fecha de aprobación: 8 de setiembre de 2019



1 Ingeniero Ambiental. Ambientica Consulting S.A. Costa Rica. Correo electrónico: arozas@ambientica.com.

 <https://orcid.org/0000-0002-3548-1532>

2 Ingeniera Ambiental. Costa Rica. Correo electrónico: ire.93m@gmail.com.

 <https://orcid.org/0000-0002-2369-9542>

3 Ingeniera Ambiental. Ambientica Consulting S.A. Costa Rica. Correo electrónico: vcastillo.amb@gmail.com.

 <https://orcid.org/0000-0001-8442-3817>

4 Lic. Turismo Ecológico. Coordinadora Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico. Costa Rica. Correo electrónico: aespinoza@utn.ac.cr.

 <https://orcid.org/0000-0001-9221-6527>

Palabras clave

Programa País Carbono Neutralidad 2.0; Puntarenas; Costa Rica; Cambio Climático; Inventario de emisiones; Huella de Carbono; Carbono Neutralidad; Gases de efecto invernadero; Ciudades Sostenibles.

Resumen

En el 2018 el MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica) oficializó el PPCN 2.0, en respuesta a la Estrategia Nacional de Cambio Climático. En el distrito central de Puntarenas, la UTN lidera los esfuerzos para la elaboración de los Inventario de gases de efecto invernadero. Para ello se siguió la metodología descrita en el PPCN 2.0; se calcularon las emisiones del transporte y la energía estacionaria (consumo de combustibles fósiles y electricidad), residuos sólidos y aguas residuales. Para obtener la información requerida, se emitieron solicitudes de información a actores claves del distrito y se aplicó una encuesta al sector residencial y al sector comercial e industrial. Se utilizaron además los factores de emisión y potenciales de calentamiento global del IMN. Finalmente, se obtuvieron emisiones de 83618,27 ton CO₂e para el año 2016 y 79053,66 ton CO₂e para el año 2017, donde el mayor aporte es representado por el consumo de combustibles fósiles en la actividad pesquera y el transporte.

Keywords

Carbon Neutrality Country Program 2.0; Puntarenas; Costa Rica; Climate change; Emissions Inventory; Carbon footprint; Greenhouse gases; sustainable cities.

Abstract

In 2018, MINAE (Ministry of Environment and Energy of Costa Rica) made official the Carbon Neutrality Country Program 2.0, for the National Climate Change Strategy. In Puntarenas Central District, UTN leads the efforts for the elaboration of emissions inventories. To get the required information, information requests were sent to key actors in the district and then a poll was applied to the residential, commercial and industrial sector. Emission factors and global warming potential from the IMN was used. The results are the following: in 2016 were emitted 83618.27 ton CO₂e, in 2017 were emitted 79053.66 ton CO₂e, the greatest contribution is represented by the fossil fuels used in the fishing activity and the transport.

Introducción

Desde el año 2013, la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica (UTN), lidera los esfuerzos para la elaboración de los Inventarios de Carbono del distrito central de la Provincia de Puntarenas en el marco del proyecto "*Puntarenas hacia la Carbono Neutralidad*". En las ciudades, la información que brindan los inventarios de carbono sirve como base para la toma de decisiones ante el fenómeno del cambio climático, especialmente las ciudades más sensibles al aumento del nivel del mar, como es el caso de Puntarenas [1].

En el mes de setiembre del año 2018, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) oficializó la categoría Cantonal del Programa País Carbono Neutralidad 2.0 (PPCNC 2.0), con el fin de apoyar el cumplimiento de los objetivos de mitigación del país en el contexto de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en respuesta a los compromisos internacionales adquiridos en la Contribución Nacionalmente y el Acuerdo de París [2].

En el caso específico del distrito de Puntarenas, en el presente estudio se describe la realización del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del distrito, en el cual se reportan las emisiones provenientes del sector energía estacionaria, transporte, residuos, procesos y uso de productos, silvicultura y otros usos de suelo, de acuerdo con lo establecido en el PPCN 2.0. Además, se identifican y priorizan las acciones para la reducción de las emisiones del distrito según los portafolios de medidas de mitigación del programa [3].

Además del distrito Central de Puntarenas, otras 14 ciudades se encuentran contabilizando sus gases de efecto invernadero, entre ellas Osa, Pérez Zeledón, Santa Cruz, Cañas, Nicoya, Oreamuno, Cartago, San Ramón, Goicoechea, Montes de Oca, Parrita, Quepos, San Carlos y Pococí [4].

En el caso particular de Monteverde, los proyectos de reducción elegidos fueron enfocados en el transporte con la “Ruta Eléctrica”, en los residuos orgánicos con el programa “De residuos a compost” y un programa de reforestación con el objetivo de reforestar 37 hectáreas al año [5]. De manera similar, el distrito Central de Puntarenas se encuentra en la búsqueda de proyectos que disminuyan sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Metodología

Metodología de cálculo

Se utilizó la metodología establecida por el PPCN 2.0 y sus documentos anexos [3], [6], [7], [8], se identificaron los límites del inventario y se realizó una revisión y selección de las fuentes de emisión, los sectores y el alcance a reportar.

Se aplicaron las claves de notación correspondientes para cada fuente y se recalculó el año base debido a cambios realizados al límite geográfico y en la metodología de cálculo utilizada. Se diseñó además un método de recolección de información de emisiones por sectores y fuentes para así realizar el cálculo de las emisiones utilizando los factores de emisión publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y el IPCC, posteriormente se evaluó la calidad de los datos utilizados.

Las metodologías de cálculo específicas utilizadas para cada fuente fueron las siguientes:

Sector Transporte y Energía Estacionaria

Cálculo de las emisiones por consumo de combustibles fósiles

Se utilizaron los datos en litros de ventas de diésel 50, gasolina plus y gasolina súper dentro del distrito, suministrados por RECOPE S.A. En el caso del subsector actividad pesquera, INCOPECA brindó los datos de la cantidad de combustible autorizado para las embarcaciones pesqueras en el distrito central de Puntarenas.

En ambos casos, las cifras se multiplicaron por su respectivo factor de emisión (FE) del IMN y el potencial de calentamiento global (PCG) asociado.

Cálculo de las emisiones por consumo de combustible (gasolina y diésel):

Fórmula 1.

$$\text{ton CO}_2 \text{ eq} = \frac{\text{Litros combustible} \times \text{FE combustible}_{\text{CO}_2} \times \text{PCG}_{\text{CO}_2}}{1000} + \frac{\text{Litros combustible} \times \text{FE combustible}_{\text{CH}_4} \times \text{PCG}_{\text{CH}_4}}{1000}$$

$$+ \frac{\text{Litros combustible} \times FE_{\text{combustible}_{N_2O}} \times PCG_{N_2O}}{1000}$$

Cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica

Se solicitó información por tipo de tarifa al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Posteriormente se multiplicó el consumo de electricidad total de cada tarifa por el FE correspondiente a uso de energía eléctrica, multiplicando luego por el PCG del CO₂.

Fórmula 2.

$$\text{ton CO}_2 \text{ eq} = \frac{\text{Kilowatt hora consumidos} \times FE_{CO_2} \times PCG_{CO_2}}{1000}$$

Sector residuos

Cálculo de las emisiones por tratamiento de aguas residuales domésticas

Se identificaron tres fuentes de emisión de GEI por tratamiento de aguas residuales (tanques sépticos, planta de tratamiento y vertido directo en cuerpo receptor) por lo que se tomaron datos de la Encuesta Nacional de Hogares, con el fin de determinar la magnitud de la población corresponde a cada tipo de disposición de aguas residuales.

Se estimó la cantidad de habitantes por vivienda, este valor se multiplicó por los datos reportados de viviendas que cuentan con tanque séptico, y las que no cuentan con tratamiento de aguas residuales. Luego, se determinaron los GEI asociados, mediante la fórmula que se muestra a continuación:

Cálculo de las emisiones por tratamiento de aguas residuales domésticas (tanque séptico, descarga a ríos):

Fórmula 3.

$$\text{ton CO}_2 \text{ eq} = \frac{\text{Cantidad de personas al año}_{\text{tipo disposición}} \times FE_{\text{tipo de disposición}_{CH_4}} \times PCG_{CH_4}}{1000}$$

Cálculo de las emisiones por tratamiento de aguas residuales domésticas en planta de tratamiento:

Se utilizaron los datos del reporte operacional de la planta de tratamiento El Roble para la cuantificación de los kg de DQO/año producidos.

Adicionalmente, se multiplicaron los valores de caudal (L/s) y concentración de DQO (mg/L) reportados para la obtención de los mg/s de DQO producidos en el día en el que se hizo el reporte. Se multiplicaron los kg DQO /día por la cantidad de días cubiertos por cada reporte, finalmente se sumaron los valores obtenidos para obtener los kg DQO/año.

Fórmula 4.

$$\text{kg DQO/año} = Q_1 \times Cn_{DQO1} \times 60s \times 60min \times 24h \times N_{\text{días1}} +$$

$$\begin{aligned}
 & Q_2 \times Cn_{DQO2} \times 60s \times 60min \times 24h \times N_{días2} \\
 & \quad + \\
 & Q_3 \times Cn_{DQO3} \times 60s \times 60min \times 24h \times N_{días3} \\
 & \quad + \\
 & Q_4 \times Cn_{DQO4} \times 60s \times 60min \times 24h \times N_{días4}
 \end{aligned}$$

Donde,

Q: Caudal (L/s) de cada reporte

Cn_{DQO}: Concentración de DQO (mg/L) de cada reporte

N_{días}: Número de días que cubre cada reporte operacional

Nota: La suma de los N_{días}, debe ser de 365 días, que corresponde a los días de un año completo.

En el caso de la PTAR El Roble, fue necesario calcular el FE correspondiente, ya que este factor depende del tipo de planta de tratamiento que se tiene, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 5.

$$FE = B_0 \times MCF$$

Donde,

B₀: Capacidad máxima de producción de CH₄ (kg CH₄/kg DQO)

MCF: Factor corrector para el metano (fracción)

Para la determinación de las toneladas de CO₂ equivalente, se multiplicó la sumatoria de los datos de kg DQO obtenidos para cada mes por el FE y el PCG respectivo para cada caso, como se muestra a continuación:

Fórmula 6.

$$\text{ton CO}_2 \text{ eq} = \frac{\text{Cantidad de personas al año} \times FE_{PTAR_{CH_4}} \times PCG_{CH_4}}{1000}$$

Cálculo de las emisiones por disposición de residuos sólidos en relleno sanitario:

Se utilizaron datos de toneladas de residuos sólidos (RS) dispuestos en relleno sanitario por mes, durante el 2016 y 2017. La Municipalidad de Puntarenas posee información sobre la cantidad total recolectada en varios distritos, por lo que, se realizaron los cálculos pertinentes para obtener la generación de residuos sólidos solo del distrito central de Puntarenas. A continuación, se detalla la fórmula utilizada:

Fórmula 7.

$$kgRS_{DCP} = \frac{TonRS * 1000}{Población \text{ total}} \times Población \text{ proyectada}_{DCP}$$

Donde,

DCP: Distrito central de Puntarenas

La sumatoria de los kilogramos de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, se multiplicó por el FE y el PCG correspondientes para la estimación de los GEI emitidos por la disposición de residuos sólidos ordinarios en relleno sanitario.

Fórmula 8.

$$\text{ton } CO_2 \text{ eq} = \frac{\text{kg RS/año} \times \text{FE relenos sanitarios}_{CH_4} \times \text{PCG}_{CH_4}}{1000}$$

Cálculo de las emisiones por compostaje de residuos sólidos:

Se realizó una encuesta dirigida al sector residencial, comercial e industrial del distrito de Puntarenas. Utilizando el número de hogares habitados en el distrito central de Puntarenas y el número de empresas existentes en el área de interés, se estimó la cantidad de hogares y comercios que compostan residuos empleando una regla de 3, como se muestra a continuación:

Fórmula 9.

Estimación de cantidad de hog/emp que composta =

$$\frac{\text{Cantidad de encuestados que composta}}{\text{Total de encuestados}} \times \text{Total de hog/emp en el distrito}$$

Los datos obtenidos corresponden al año 2018 ya que en este año se aplicó la encuesta, sin embargo, se tomaron en cuenta en los inventarios de los años 2016 y 2017.

Sector Agricultura, Silvicultura y Usos de Suelo

De acuerdo con el INEC, existen 5 fincas en el distrito central de Puntarenas. Estas fincas se dedican al cultivo de caña de azúcar como actividad primaria y teca como actividad secundaria, no hay información sobre actividades ganaderas.

Metodología de recopilación de información

Se emitieron un total de 7 solicitudes de información, a los siguientes actores clave: Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Instituto costarricense de pesca y acuicultura (INCOPECA), Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados (AyA), Instituto costarricense de estadística y censo (INEC), Ministerio de Salud y Municipalidad de Puntarenas.

Además, se realizó una encuesta dirigida a hogares, comercios e industrias existentes en el distrito central de Puntarenas.

Metodología de priorización de medidas de mitigación

Tiempo atrás se tenía identificado la restauración del manglar del distrito como un posible proyecto de mitigación de emisiones, sin embargo, no se analizó la viabilidad de dicho proyecto. En noviembre del 2018, la UTN llevó a cabo III Encuentro de Gobiernos Locales Costeros al cual asistieron estudiantes de la UTN, el gestor ambiental de la Municipalidad de Puntarenas, representantes de INCOPECA, el decano de la Sede del Pacífico de la UTN, el Ministerio de Salud, además vecinos de la comunidad. En dicho encuentro se presentaron las medidas de mitigación propuestas por el Dirección de Cambio Climático del MINAE para el sector residuos y los sectores movilidad eléctrica y sostenible (Ver cuadro 1).

Posterior a la presentación de cada una de las propuestas, los asistentes al encuentro colaboraron en la priorización de estas, ya que, al ser actores locales son fuente ideal de información para priorizar iniciativas de reducción que son factibles y realistas para implementar en el distrito. Las propuestas fueron analizadas utilizando los criterios de evaluación técnicos, económicos y ambientales establecidos en el portafolio de medidas de mitigación del PPCN 2.0, se estableció una escala del 1 al 3 para puntuar la viabilidad de la medida en cada uno de los criterios.

Cuadro 1. Medidas de mitigación por sector [3]

Residuos Sólidos	Movilidad Sostenible	Movilidad Eléctrica
<ul style="list-style-type: none"> - Compostaje de Residuos orgánicos. - Modernización de vehículos de recolección. - Optimización de rutas de recolección de residuos. <p>Incineración.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rellenos Sanitarios con aprovechamiento de gas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de ciclovías - Bicicletas públicas. - Instalación de parqueos de bicicletas. - Ciudad caminable (aceras) - Circuitos, rutas o cadenas accesibles. - Paradas que promueven el uso del transporte público. - Rutas, calles o bulevares peatonales. - Gestión de parqueos. - Desaceleración de centros urbanos. - Plan de movilidad cantonal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de motocicletas - Sustitución de flota liviana. - Sustitución de SUVs o pickups. - Sustitución de camiones de basura. - Sustitución de flota especial. - Buses eléctricos en rutas turísticas. - Tranvía. - Recarga de vehículos eléctricos como servicio. - Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones. - Servicio de carros eléctricos compartidos. - Servicio de bicicletas eléctricas compartidas.

Factores de emisión y potencial de calentamiento global

Se utilizaron los factores de emisión de GEI calculados por el IMN en 2018 (Ver cuadro 3). En el subsector transporte, se hizo uso de los factores de emisión reportados para la gasolina y diésel como combustible. Para los factores de emisión asociados al CH₄ y al N₂O, se utilizaron los valores asociados a las fuentes: Residencial y agrícola, y Transporte terrestre, ya que son los que mejor representan las actividades que se llevan a cabo en el distrito central de Puntarenas. En cuanto al subsector energía eléctrica se empleó el FE correspondiente al año para el cual se hizo el cálculo de las toneladas de CO₂ equivalentes asociadas al consumo eléctrico.

En el sector de desechos, se emplearon los FE identificados para la disposición de residuos sólidos en relleno sanitario. Para el subsector correspondiente a aguas residuales domésticas se emplearon los valores reportados para el tratamiento de aguas residuales en tanque séptico y descarga directa a ríos. Los valores utilizados para cada fuente identificada, y sus respectivas unidades se muestran a continuación. De igual manera los potenciales de calentamiento global empleados fueron tomados del Instituto Meteorológico Nacional.

Cuadro 2. Potenciales de calentamiento global.

PCG			Fuente
CO2	CH4	N2O	
1,00	21,00	310,00	[9]

Cuadro 3. Factores de emisión utilizados [9].

Fuentes	UNIDAD	Factor			Fuente	
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
Sector energía estacionaria y transporte						
Gasolina (Transporte y energía estacionaria)	kg/L	2,231	0,0003460	0,0000221	[9]	
Diésel (Residencial y Agrícola)	kg/L	2,613	0,0003820	0,0000244		
Gasolina (Transporte terrestre con catalizador)	kg/L	2,231	0,000907	0,000283		
Diésel (Transporte terrestre con catalizador)	kg/L	2,613	0,000419	0,000154		
Búnker (Residencial y Agrícola)	kg/L	3,10	0,0004330	0,0000277		
LPG (Residencial y Agrícola)	kg/L	1,61	0,0001390	0,0000027		
Uso de electricidad (2016)	kg/kWh	0,0557				
Uso de electricidad (2017)	kg/kWh	0,0754				
Sector desechos						
Residuos sólidos ordinarios (Relleno Sanitario)	kg/kg RS		0,0581		[10]	
Compost	kg/kg RS		0,004	0,0003		
Biodigestores	kg/kg RS		0,002			
Agua residual doméstica (Tanque séptico)	kg/persona/año		4,38			
Agua residual doméstica (PTAR El Roble)	kg/persona/año		0,18		[9]	
Agua residual doméstica (Descarga a ríos)	kg/persona/año		0,88			
Agua residual industrial	kg/kg DQO					
Sector Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra						
Fermentación entérica						
Terneros	kg/cabeza año		16,81			
Hembras en crecimiento	kg/cabeza año		41,91			
Machos en crecimiento	kg/cabeza año		70,16			
Hembra adulta	kg/cabeza año		85,67			
Macho adulto	kg/cabeza año		111,7			
Búfalos	kg/cabeza año		55			
Ovejas	kg/cabeza año		5			
Cabras	kg/cabeza año		5			
Caballos	kg/cabeza año		18			
Cerdos	kg/cabeza año		1			
Manejo de estiércol						
Ganado	kg/cabeza año		1			
Caballos	kg/cabeza año		1,64			
Cabras	kg/cabeza año		0,17			
Cerdos	kg/cabeza año		1			
Aves de Corral	kg/cabeza año		0,02			

Continúa...

Continuación

Fuentes	UNIDAD	Factor			Fuente
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Usos de suelo					
Aplicación de Cal dolomita	kg /ton	476,66			[11]
Aplicación de Urea	kg /ton	733,33			
N ₂ O suelos gestionados (Fertilizantes)	kg/ kgN			0,01	
Cultivo de arroz	kg/ha/día		4,94		

Siglas y abreviaturas:
 RS: Residuos sólidos
 ARD: Agua residual doméstica
 ARI: Agua residual industrial

Resultados y discusión

En el presente inventario se excluyeron fuentes de GEI que según el PPCNC 2.0, son de reporte obligatorio, y que ocurren dentro o fuera de los límites del inventario, esto se debe a la dificultad actual de las instituciones del Estado para brindar información.

Se diseñaron dos encuestas; para obtener una confiabilidad del 90% en los resultados de estas, en el sector residencial se aplicó en 66 hogares y en el sector comercial e industrial a 62 comercios/industrias.

El distrito central de Puntarenas cuenta con una huella de carbono total de 83618,27 ton CO₂e para el año 2016 y 79053,66 ton CO₂e para el año 2017, esto para las emisiones clasificadas como de alcance 1 y 2.

Como se observa en la figura 1, en el 2016 el mayor porcentaje de emisión de CO₂e correspondió al consumo de diésel en la actividad pesquera, ya que de acuerdo a los datos de INCOPECA las embarcaciones trabajan en su gran mayoría a base de diésel. El segundo puesto en cuanto al aporte de emisiones de CO₂e, también corresponde al consumo diésel, pero en el sector transporte. Asimismo, las emisiones que le siguen en magnitud a las mencionadas anteriormente corresponden al consumo de gasolina en la actividad pesquera y en el sector transporte.

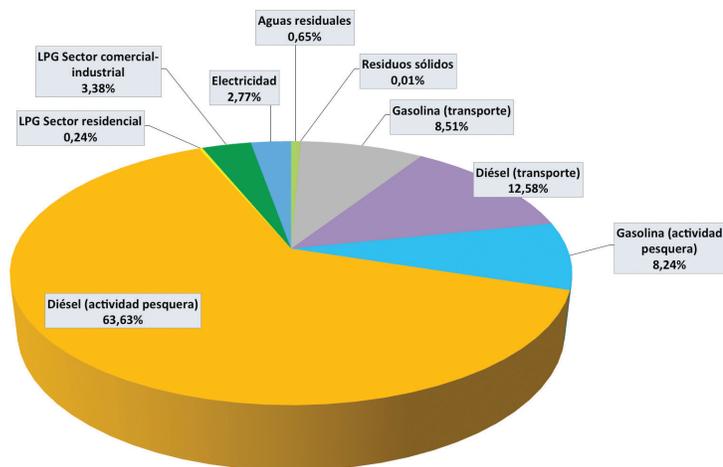


Figura 1. Distribución porcentual de las toneladas de CO₂ equivalente, 2016.

En cuanto a las emisiones en el 2017, si bien hubo una reducción del 2,86% respecto al 2016 (4564,61 CO₂e), posee una distribución similar de GEI. En la figura 2 se puede observar que, el consumo de diésel y gasolina en la actividad pesquera y en el sector transporte continúan siendo las mayores fuentes de emisiones de CO₂ para el año 2017.

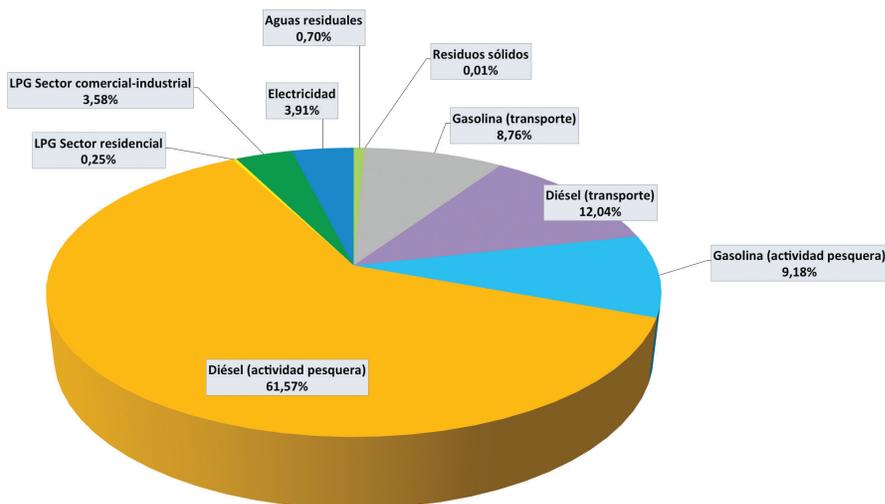


Figura 2. Distribución porcentual de las toneladas de CO₂ equivalente 2017.

El consumo de diésel y gasolina del sector transporte y la actividad pesquera, en conjunto representan el 92,96% y 91,55% de las emisiones para el 2016 y 2017 respectivamente, es decir, para ambos años corresponden a la mayor fuente de emisión de GEI.

En conjunto, las emisiones por residuos sólidos, aguas residuales y consumo LPG y electricidad representan el restante 7,04% del total de las emisiones de GEI para el año 2016 y el 8,45% para el año 2017. Sin embargo, por falta de datos, no se consideraron las aguas residuales tratadas en las PTAR privadas que funcionan dentro de los límites del distrito, por lo que se espera que, en inventarios posteriores, aumente el porcentaje de emisiones correspondiente a las aguas residuales al tomar en cuenta esta fuente de emisión.

En las figuras 3 y 4 se observa que, en ambos años, el CO₂ representa más del 98% del total de las emisiones de GEI.

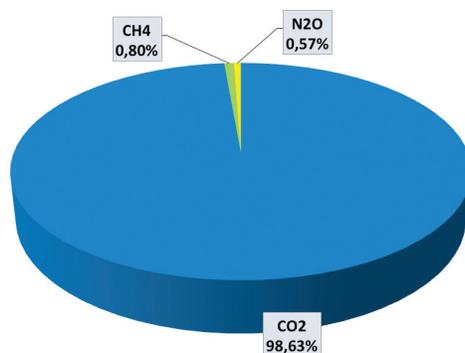


Figura 3. Distribución porcentual de los gases de GEI 2016.

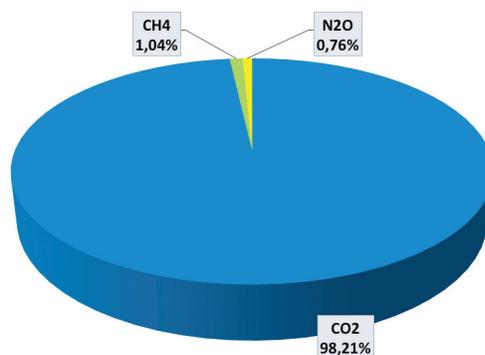


Figura 4. Distribución porcentual de los gases de GEI 2017.

En cuanto a las medidas de reducción de la huella de carbono del distrito, se eligieron las 4 que obtuvieron un mayor puntaje por parte de los participantes del III Encuentro de Gobiernos Locales Costeros, por su viabilidad técnica, económica, y ambiental, las cuales fueron: paradas que promuevan uso de transporte público, optimización de las rutas de recolección de residuos, compostaje de residuos orgánicos, donde el subproducto es tierra orgánica y sustitución de la flotilla liviana municipal por vehículos eléctricos. Estos resultados serán utilizados por la Comisión Intersectorial del Cambio Climático, para ser implementadas en el año 2019 y así avanzar con paso firme hacia la carbono neutralidad.

Conclusiones

- Las emisiones para el distrito central de Puntarenas en 2016 corresponden a 83618,27 toneladas CO₂e.
- Las emisiones para el distrito central de Puntarenas en 2016 corresponden a 79053,66 toneladas CO₂e.
- La actividad pesquera representa la mayor fuente de emisión de GEI en ambos años.
- Más del 90% de las emisiones de GEI del distrito central de Puntarenas, corresponden al consumo de combustibles fósiles en la actividad pesquera y sector transporte.
- Más del 98% de los GEI emitidos corresponden a CO₂.
- Como medidas de reducción de la huella de carbono, mediante criterios técnicos, económicos y ambientales se eligieron las iniciativas: Paradas que promuevan uso de transporte público, optimización de las rutas de recolección de residuos, Compostaje de residuos orgánicos, donde el subproducto es tierra orgánica y la Sustitución de la flotilla liviana municipal por vehículos eléctricos.
- Existen actores clave que no aportan información necesaria para la cuantificación de fuentes de GEI que fueron identificadas dentro del alcance del inventario.

Referencias

- [1] Dirección de Cambio Climático, «Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático,» San José, 2018.
- [2] Naciones Unidas, «Acuerdo de París,» París, 2015.
- [3] Dirección de Cambio Climático, «Portafolio de Acciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Cantonal de Costa Rica. Tema: Movilidad Sostenible. Tema: Movilidad Eléctrica. Tema: Gestión de los residuos.,» San José., 2018.

- [4] S. Rodríguez, «Ojo al clima,» 2 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://ojoalclima.com/estos-son-los-14-cantones-que-haran-inventario-de-sus-emisiones/>. [Último acceso: Diciembre 2019].
- [5] Consejo de Distrito Monte Verde, «Inventario de Gases de Efecto Invernadero y Plan de Acción para la Reducción de Emisiones de GEI,» Monte Verde, 2018.
- [6] Dirección de Cambio Climático, «Programa País Carbono Neutralidad 2.0 Categoría Cantonal,» San José, 2018.
- [7] Dirección de Cambio Climático, «Portafolio de acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a escala cantonal de Costa Rica.,» San José, 2018.
- [8] Dirección de Cambio Climático, «Metodología para la medición, reporte y verificación de las emisiones, reducciones, remociones y compensaciones de GEI a nivel cantonal para Costa Rica,» San José.
- [9] Instituto Meteorológico Nacional, «Factores de emisión gases efecto invernadero,» San José, 2018.
- [10] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, «IPCC,» 2006. [En línea]. Available: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf. [Último acceso: 10 2019].
- [11] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, «IPCC,» 2006. [En línea]. Available: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf. [Último acceso: 10 2019].
- [12] C. A. Ríos y J. F. Rincón, «CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO DE COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR,» Cali, 2014.
- [13] IPCC, «Pautas IPCC 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero,» 2006.
- [14] RECOPE, «Manual de productos,» 2018.