



MINISTERIO DE  
AMBIENTE



**PRIMER INFORME DE  
ACTUALIZACIÓN BIENAL DE  
PANAMÁ ANTE LA CMNUCC  
2017**



## Ministerio de Ambiente

**Emilio Sempris**

Ministro

**Yamil Sanchez**

Viceministro Encargado

**Berta Zevallos**

Secretaria General

**Elba Cortés**

Directora Nacional de Cambio Climático

**Ana Dominguez**

**Ana Aguilar**

**Raul Gutierrez**

Departamento de Mitigación



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

## Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**Harold Robinson**

Representante Residente

**Fernando Hiraldo**

Representante Adjunto

**Jessica Young**

Oficial de Desarrollo Sostenible

**Anarela Sánchez**

Asociada de Programas

**René López**

Coordinador del Proyecto sobre la Tercera  
Comunicación Nacional de Cambio Climático y Primer  
Informe Bienal de Actualización para Panamá.

# Índice de Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| LISTA DE ACRONIMOS.....  | 4         |
| <b>1. RESUMEN EJECUTIVO.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2. INTRODUCCION .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3. EL CONTEXTO INTERNACIONAL.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>4. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES .....</b>  | <b>14</b> |
| 4.1. Objetivos y prioridades nacionales.....   | 17        |
| 4.2. Mitigación .....  | 18        |
| 4.3. Sector de Energía.....  | 18        |
| 4.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UT CUTS).....            | 19        |
| <b>5. ARREGLOS INTERINSTITUCIONALES .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>6. INVENTARIO NACIONAL DE GASES EFECTO INVERNADERO (INGEI) .....</b>                              | <b>21</b> |
| <b>7. MEDIDAS DE MITIGACION.....</b>   | <b>23</b> |
| 7.1. Generación Eléctrica.....   | 23        |
| 7.2. Uso de Tierra y Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UT CUTS).....                           | 33        |
| <b>8. SISTEMA DE MEDICION, REPORTE, Y VERIFICACION (MRV) .....</b>                                   | <b>40</b> |
| 8.1. "Medición.....  | 41        |
| 8.2. Reporte.....  | 41        |
| 8.3. Verificación.....   | 41        |
| <b>9. Asistencia Tecnológica y Financiera Recibida. ....</b>   | <b>42</b> |
| 9.1. Asistencia Tecnológica y Financiera recibida. ....  | 43        |
| 9.2. BIBLIOGRAFIA.....   | 47        |
| <b>Anexo.....</b>  | <b>49</b> |
| INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ<br>EN EL AÑO 2013 ..... | 49        |
| RESUMEN EJECUTIVO .....  | 50        |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....   | 51        |
| CAPÍTULO 2. ENERGÍA .....  | 59        |
| CAPITULO 3. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS .....   | 75        |
| CAPITULO 4. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA.....                                 | 78        |
| CAPITULO 5. DESECHOS .....   | 102       |
| CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LAS INCERTIDUMBRES.....  | 118       |

# Índice de Cuadros

|  |     |
|--|-----|
| Cuadro 1. Generación térmica y no-térmica desde el año 2005 hasta 2016. ....   | 26  |
| Cuadro 2. Emisiones por generación eléctrica .....   | 26  |
| Cuadro 3. Proyección de Generación eléctrica por Quinquenio del 2015 al 2050 (GWh) - escenario de referencia. ....   | 29  |
| Cuadro 4. Proyección de Generación por Quinquenios del 2015 al 2050 (GWh) - escenario alternativo .....  | 30  |
| Cuadro 5. Información de la Generación Proyectada en los dos Escenarios del PEN 2015-2050, las Emisiones Asociadas en términos de tCO <sub>2</sub> e y el Factor de Emisión asociado.....          | 32  |
| Cuadro 6. Cambios de Uso de Tierra posibles .....  | 34  |
| Cuadro 7. Proyectos avalados por SENACYT para el período 2010-2015, relacionados directamente con Cambio Climático. ....   | 43  |
| Cuadro 8. Proyectos aprobados (A), en desembolso (ED) y desembolsado (D) por CAF para Panamá para el período 2010-2015. ....   | 44  |
| Cuadro 9. Proyectos aprobados por el BID relativos al Medio Ambiente y Desastres Naturales entre 2010 y 2017. ....   | 45  |
| Cuadro 10. Programas de protección ambiental en relación al total de la ayuda brindada por Estados Unidos. ....  | 46  |
| Cuadro 11. Subcategorías no contabilizadas por falta de datos de la actividad.....   | 54  |
| Cuadro 12. Análisis de Categorías claves del inventario GEI. Panamá, 2013. ....  | 57  |
| Cuadro 13. Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en el las Directrices del IPCC de 2006.....  | 59  |
| Cuadro 14. Valores de densidades de referencia en TJ/Gg y valores por defecto de VCN en Ton/m <sup>3</sup> .....   | 61  |
| Cuadro 15. Categorías consideradas y definiciones en el TINGEI para la combustión estacionaria en Panamá. ....   | 63  |
| Cuadro 16. Factores de emisión por defecto para las diferentes categorías en la combustión estacionaria en kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta. ....               | 64  |
| Cuadro 17. Combustible consumido en Otros sectores, año 2013. ....   | 66  |
| Cuadro 18. Consumo de biomasa utilizada para energía en los sectores Comercial/Institucional (Kbep). ....  | 67  |
| Cuadro 19. Categorías del sector transporte consideradas para el inventario nacional de GEI para Panamá, año 2013. ....  | 69  |
| Cuadro 20. Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en las categorías Transporte Terrestre y Aviación Civil, año 2013.....   | 70  |
| Cuadro 21. Datos de actividad en las subcategorías de Aviación Civil y Transporte Terrestre, año 2013.....   | 70  |
| Cuadro 22. Emisiones de GEI en fuentes de combustión móvil, año 2013.....  | 71  |
| Cuadro 23. Datos de actividad de consumo de derivados de petróleo en Panamá, año 2013.....   | 72  |
| Cuadro 24. Factores de emisión utilizados.....   | 82  |
| Cuadro 25. Otros valores utilizados por defecto. ....  | 82  |
| Cuadro 26. Factores de emisión directa de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol según sistema de manejo.....  | 82  |
| Cuadro 27. Homologación de cambios de uso de la tierra, categorías de país versus IPCC .....   | 92  |
| Cuadro 28. Factores de emisión de los diferentes tipos de cobertura.....   | 92  |
| Cuadro 29. Factores utilizados para la estimación de CH <sub>4</sub> en el cultivo del arroz.....  | 93  |
| Cuadro 30. Usos de la tierra de la República de Panamá. Año 2013.....  | 93  |
| Cuadro 31. Generación diaria de desechos sólidos por provincias y comarcas para el territorio de Panamá. ....  | 104 |
| Cuadro 32. Composición típica de los desechos sólidos en Panamá. ....  | 108 |
| Cuadro 33. Valores por defecto para la fracción de DOC en los desechos. ....   | 108 |
| Cuadro 34. Factores de emisión usados para aguas residuales domésticas.....  | 112 |
| Cuadro 35. Cobertura de saneamiento a nivel nacional.....  | 112 |
| Cuadro 36. Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Panamá, año 2002.....   | 112 |
| Cuadro 37. Decisiones para la estimación de las emisiones de Metano a partir de las aguas residuales domésticas de acuerdo al grado de utilización del tipo de tratamiento o vía de descarga. .... | 113 |
| Cuadro 38. Estimación del porcentaje de la población urbana con ingresos altos y bajos en Panamá para el año 2013... ..  | 113 |
| Cuadro 39. Consumo de proteínas diario por habitantes en la República de Panamá, año 2010. ....  | 116 |
| Cuadro 40. Incertidumbres en las categorías que emiten CO <sub>2</sub> , Panamá, 2013. ....  | 123 |
| Cuadro 41. Incertidumbres en las categorías que emiten CH <sub>4</sub> . Panamá, 2013.....   | 125 |
| Cuadro 42. Incertidumbres en las categorías que emiten N <sub>2</sub> O. Panamá, 2013. ....  | 127 |
| Cuadro 43. Incertidumbres generales por categorías y gases. Panamá, 2013.....  | 129 |
| Cuadro 44. ANEXO A Resultados del TINGEI 2013 .....  | 133 |

# Índice de Figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) desde el 2010 de Panamá.....   | 14  |
| Figura 2. Tasa de Crecimiento del PIB desde el 2014 en semestre de Panamá.....  | 14  |
| Figura 3. Factores de Emisión con y sin Renovables y Emisiones asociadas a la Generación Eléctrica.....   | 27  |
| Figura 4. Generación Eléctrica 2050 Escenario de Referencia.....  | 28  |
| Figura 5. Oferta eléctrica por fuente y demanda total - escenario de referencia.....  | 29  |
| Figura 6. Oferta eléctrica por fuente y demanda total - escenario alternativo.....  | 30  |
| Figura 7. Generación Eléctrica 2050, Escenario Alternativo.....   | 31  |
| Figura 8. Tasa de Deforestación Estimada.....   | 38  |
| Figura 9. Tasa de Deforestación y de Degradación de Bosques (Bosque Intervenido).....   | 39  |
| Figura 10. Emisiones estimadas asociadas a la deforestación y de Bosques Intervenidos (Degradación) en diferentes periodos.....   | 39  |
| Figura 11. Monto total (en dólares americanos) en proyectos por áreas estratégicas nacionales, avalados por el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) de GEF en Panamá, para el período 2010-2016..... | 46  |
| Figura 12. Estructura de los arreglos institucionales para la elaboración del TINGEI 2013.....  | 55  |
| Figura 13. Estructura del sector Energía analizado según la categoría y subcategorías para Panamá.....  | 61  |
| Figura 14. Generación bruta de energía eléctrica por tipo de central. Panamá, 2013.....   | 65  |
| Figura 15. Combustible consumido en porcentajes por las Industrias Manufactureras y la Construcción. Panamá, 2013.....  | 65  |
| Figura 16. Porcentaje de emisiones de GEI, en CO <sub>2</sub> eq, para el subsector de fuentes estacionarias. Panamá, 2013.....   | 67  |
| Figura 17. Porcentaje de emisiones de GEI, en CO <sub>2</sub> eq, para la categoría Otros sectores. Panamá, 2013.....   | 68  |
| Figura 18. Comparación de las emisiones de CO <sub>2</sub> por los métodos Sectorial y de Referencia. Panamá, 2013.....   | 73  |
| Figura 19. Porcentaje de emisiones de CO <sub>2</sub> eq en el sector Energía. Panamá, 2013.....  | 73  |
| Figura 21. Porcentaje de emisiones de CO <sub>2</sub> eq por tipo de combustible. Panamá, 2013.....   | 74  |
| Figura 20. Emisiones por tipo de GEI. Panamá, 2013.....   | 74  |
| Figura 22. PIB de la construcción y variación porcentual, período 2010-2015, a precios del 2007.....  | 75  |
| Figura 23. Estructura del sector AFOLU según categorías y subcategorías analizadas para Panamá.....   | 78  |
| Figura 24. Población de ganado vacuno y no vacuno (con excepción de las aves). Panamá, 2013.....  | 84  |
| Figura 25. Emisiones de CH <sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica, por subcategorías de ganado. Panamá, 2013.....  | 85  |
| Figura 26. Emisiones de CH <sub>4</sub> provenientes del manejo de estiércol, por subcategorías de ganado. Panamá, 2013.....  | 85  |
| Figura 27. Emisiones de N <sub>2</sub> O provenientes del manejo de estiércol, por subcategorías. Panamá, 2013.....   | 86  |
| Figura 28. Emisiones netas de CO <sub>2</sub> por tipo de uso de la tierra. Panamá, 2013.....   | 94  |
| Figura 29. Porcentaje de emisiones por gases en el subsector fuentes agregadas y no CO <sub>2</sub> en la tierra. Panamá, 2013.....   | 99  |
| Figura 30. Porcentaje de emisiones por gases en el subsector fuentes agregadas y no CO <sub>2</sub> en la tierra. Panamá, 2013.....   | 99  |
| Figura 31. Porcentaje de emisiones por subsectores de AFOLU. Panamá, 2010.....  | 100 |
| Figura 32. Emisiones y remociones por subsectores de AFOLU. Panamá, 2013.....   | 100 |
| Figura 33. Estructura del Sector Desechos.....  | 102 |
| Figura 34. Generación per cápita estimada de desechos sólidos municipales a nivel nacional en Panamá, período 2002-2014.....  | 104 |
| Figura 35. Estimación de los DSM en Panamá, período 1970-2013.....  | 105 |
| Figura 36. Aporte a la generación de CH <sub>4</sub> en los SEDS de las diferentes fracciones de los desechos sólidos en porcentaje. Panamá, 2013.....  | 109 |
| Figura 37. Emisiones de metano proveniente del manejo de aguas residuales domésticas. Panamá, 2013.....   | 114 |
| Figura 38. Representatividad de las emisiones por sistemas de manejo de aguas residuales domésticas. Panamá, 2013.....  | 114 |
| Figura 39. Porcentaje de emisiones por categoría del sector desechos y gas emitido en Gg de CO <sub>2</sub> eq. Panamá, 2013.....   | 116 |

# LISTA DE ACRONIMOS

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>AAUD</b>                         | Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario  |
| <b>ACP</b>                          | Autoridad del Canal de Panamá  |
| <b>AD</b>                           | Datos de Actividad   |
| <b>AIDIS</b>                        | Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental  |
| <b>ALC</b>                          | América Latina y el Caribe   |
| <b>ANAM</b>                         | Autoridad Nacional del Ambiente  |
| <b>AFOLU</b>                        | Agricultura, forestry and other land uses (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)                        |
| <b>APRONAD</b>                      | Asociación para la Promoción de Nuevas Alternativas de Desarrollo  |
| <b>ASEP</b>                         | Autoridad Nacional de Servicios Públicos   |
| <b>BID</b>                          | Banco Interamericano de Desarrollo   |
| <b>BEP</b>                          | Barriles equivalentes de petróleo  |
| <b>CH<sub>4</sub></b>               | Metano   |
| <b>CATHALAC</b>                     | Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe   |
| <b>CKD</b>                          | Cement Kiln Dust   |
| <b>CMNUCC</b>                       | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático  |
| <b>CN</b>                           | Comunicaciones nacionales  |
| <b>CONACCP</b>                      | Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá  |
| <b>CO<sub>2</sub></b>               | Dióxido de Carbono   |
| <b>CO<sub>2</sub>eq</b>             | Dióxido de carbono equivalente   |
| <b>DBO</b>                          | Demanda bioquímica de Oxígeno  |
| <b>DIMAUD</b>                       | Dirección municipal de aseo urbano y domiciliario  |
| <b>DOM</b>                          | Materia orgánica muerta (sus siglas en ingles)   |
| <b>DQO</b>                          | Demanda química de oxígeno   |
| <b>DSD</b>                          | Desechos sólidos domésticos  |
| <b>DSM</b>                          | Desechos sólidos municipales   |
| <b>DSI</b>                          | Desechos sólidos industriales  |
| <b>EF</b>                           | Factor de emisión  |
| <b>EGEI</b>                         | Emisiones de gases efecto invernadero  |
| <b>FAO</b>                          | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés)                           |
| <b>FAOSTAT</b>                      | Base de Datos Estadísticos de la FAO   |
| <b>FCM</b>                          | Factor de corrección del metano  |
| <b>FOD</b>                          | Descomposición de primer orden (siglas en inglés)  |
| <b>GBP</b>                          | Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI. |
| <b>GEI</b>                          | Gases Efecto Invernadero   |
| <b>Gg</b>                           | Gigagramos   |
| <b>(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> | Bicarbonato  |
| <b>H<sub>2</sub>O</b>               | Agua   |
| <b>IBA</b>                          | Informes bienales de actualización   |
| <b>IDAAN</b>                        | Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales   |
| <b>INEC</b>                         | Instituto Nacional de Estadísticas y Censo   |
| <b>INGEI</b>                        | Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero  |
| <b>IPCC</b>                         | Intergubernamental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)            |
| <b>IPPU</b>                         | Procesos industriales y uso de productos (siglas en ingles )   |
| <b>JICA</b>                         | Agencia de Cooperación Internacional del Japón   |
| <b>KBEP</b>                         | Miles de barriles equivalente de petróleo  |
| <b>MIAMBIENTE</b>                   | Ministerio de Ambiente   |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>MICI</b>            | Ministerio de Comercio e Industria   |
| <b>MIDA</b>            | Ministerio de Desarrollo Agropecuario  |
| <b>MINSA</b>           | Ministerio de Salud  |
| <b>MOM</b>             | Materia orgánica muerta  |
| <b>MOS</b>             | Materia orgánica del suelo   |
| <b>MSNM</b>            | Metros sobre el nivel del mar  |
| <b>MUPA</b>            | Municipio de Panamá  |
| <b>N</b>               | Nitrógeno  |
| <b>N<sub>2</sub>O</b>  | Óxido Nitroso  |
| <b>ONU</b>             | Organización de las Naciones Unidas  |
| <b>ONU REDD Panamá</b> | Programa Conjunto de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones provenientes de deforestación y degradación de los bosques |
| <b>OPS</b>             | Organización Panamericana de la Salud  |
| <b>PIB</b>             | Producto Interno Bruto   |
| <b>PIGOT</b>           | Plan Indicativo General de Ordenamiento Territorial  |
| <b>PNUD</b>            | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo   |
| <b>PMR</b>             | Productos de madera recolectada  |
| <b>PP</b>              | Puntos porcentuales  |
| <b>REDD+</b>           | Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques  |
| <b>RS</b>              | Residuos Sólidos   |
| <b>SCN</b>             | Segunda Comunicación Nacional  |
| <b>SEDS</b>            | Sitios de eliminación de desechos sólidos  |
| <b>SGED</b>            | Sitios gestionados para la eliminación de desechos   |
| <b>SIG</b>             | Sistema de información geográfico  |
| <b>SINGEI</b>          | Segundo Inventario de Gases Efecto Invernadero   |
| <b>SNCEO</b>           | Sitios no categorizados para la eliminación de desechos  |
| <b>SNE</b>             | Secretaría Nacional de Energía   |
| <b>SNGED</b>           | Sitios no gestionados para la eliminación de desechos  |
| <b>TINGEI</b>          | Tercer Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero   |
| <b>TJ</b>              | Terajulios   |
| <b>UTCUTS</b>          | Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura  |

Foto: Ivan Uribe



# 1. RESUMEN EJECUTIVO

Panamá presenta su Primer Informe Bienal (PiB) ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en un esfuerzo conjunto con la confección de la Tercera Comunicación Nacional (TCN), en donde ambos documentos presentan medidas de mitigación actualizadas al año 2016. La gran diferencia entre dichos documentos recae principalmente en el año de referencia para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto invernadero (INGEI), ya que dentro de la TCN los años seleccionados fueron 2005 y 2010 y para este primer Informe Bienal fue el 2013.

Este PiB tiene el objetivo principal de poner al país al día con sus Reportes ante la CMNUCC, además de informar sobre los pasos dados hasta el momento en materia de mitigación de GEI y que fueron presentados en la Contribución Nacional Determinada (NDC) del país, con miras de alcanzar las metas del Acuerdo de París (AP).

El AP marcó un hito muy grande e importante en la historia con un resultado sin precedentes de las negociaciones climáticas, en donde 189 países por primera vez aceptaron tener compromisos relacionados a la mitigación y adaptación. El contexto del Acuerdo nos indica que en el momento que el mismo llegue a su año 2020, ya ratificado por las Partes, nuestras acciones de mitigación y adaptación se tendrán que dar en nuevas direcciones o mejor dicho, estarán basados en los compromisos adquiridos por todos bajo su NDC y con el deber de aumentar nuestras ambiciones y contribuciones.

Basado en este supuesto, Panamá presenta este PiB con miras a entender los avances de su NDC, entendiendo que Panamá sometió solamente acciones de mitigación de dos sectores por ser los más avanzados, ya que contaban con una estrategia nacional o planificación construida, como es el caso del sector de generación eléctrica conectado a la red de distribución y la del sector de Uso de Tierra y CUTS (UT CUTS), que para este caso sería basado en la Estrategia de Implementación de REDD+.

Ambos sectores representan más del 80 % de las emisiones de GEI del país de acuerdo al Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INGEIs) de los años 2005, 2010, como fue presentado en el documento de la Tercera Comunicación Nacional y el del 2013 que se presenta en este Reporte.

Panamá es un país próspero en donde la economía ha crecido de forma constante y robusta en los últimos 15 años. Panamá es uno de los países de más rápido crecimiento en las Américas. Su economía está muy influen-

# EXECUTIVE SUMMARY

Panama presents its First Biennial Update Report (BUR) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), in a joint effort with the preparation of the Third National Communication (TNC), where both documents show updated mitigation measures up to the year 2016. The main difference between these documents lies primarily in the reference year for the making of the National Inventories of Greenhouse Gases (INGEI), since within the TNC the selected years were 2005 and 2010, and this first Biennial Update Report was for the year 2013.

This BUR has the main objective of bringing the country up to date with its Reports before the UNFCCC, in addition to reporting on the steps taken so far in terms of GHG mitigation that were presented in the National Determined Contribution (NDC) of the country, aiming to achieve the goals of the Paris Agreement (PA).

The PA marked a very important and significant milestone in history with an unprecedented result of the climate negotiations, where 189 different countries for the very first time accepted to have commitments related to mitigation and adaptation. The context of the Agreement tells us that at the moment that it reaches its year 2020, and it's ratified by the Parties, our mitigation and adaptation actions will have to take a new direction or they'll be based on the commitments acquired by all under their NDC and with the duty to raise our ambitions and contributions.

Based on this assumption, Panama presents this BUR aiming to the understanding of its progress towards its NDC, understanding that Panama submitted only mitigation actions for two sectors because they are the most advanced, since they already had a national strategy or built planification, as it's the case for the electricity generation sector connected to the distribution network and the sector of Land Use and Land Use Change and Forestry (LULUCF), which in this case would be based on the REDD + Implementation Strategy.

Both sectors represent more than 80% of the GHG emissions of the country according to the National Inventory of Greenhouse Gases (INGEIs) of the years 2005, 2010, as presented in the document of the Third National Communication and that of 2013 that is shown in this Report.

Panama is a prosperous country where the economy has grown steadily and robustly in the last 15 years. Panama is one of the fastest growing countries in the Americas. The economy is heavily influenced by the Panama Canal that connects the Atlantic Ocean and the Pacific Ocean and its

ciada por el Canal de Panamá que conecta el Océano Atlántico y el Océano Pacífico y las regulaciones de negocios. Como resultado del sector de servicios con seguros, finanzas, industrias legales y el buque insignia de registro representa el 80 por ciento del PIB.

Todo este rápido y constante crecimiento económico ha traído un reto hacia las autoridades en poder mantener un equilibrio del denominado concepto de desarrollo sostenible en donde sus tres ejes el económico, el social y el ambiental son fundamentales para el desarrollo del país y de aquí la importancia de conocer en donde se encuentra el país en materia de mitigación al cambio climático de acuerdo a las circunstancias nacionales y compromisos adquiridos como lo es el NDC.

Ante esta realidad, Panamá crea mediante la Ley 8 de 25 Marzo de 2015 el Ministerio de Ambiente y dentro de esta, se encuentra el Título XI que trata sobre el Cambio Climático y a su vez el Capítulo II de este Título trata con la Mitigación del Cambio Climático Global. Esta Ley marca un paso muy importante en materia de empezar a planificar estrategias que van en dirección de mitigar las emisiones de carbono y así de esta manera contribuir a la lucha contra el cambio climático global, reconocida como la principal amenaza ambiental que se tiene globalmente.

Por primera vez Panamá bajo un marco legal, hace un compromiso de construir y de ir en una transición hacia un desarrollo bajo en carbono, además de presentar estrategias quinquenales de desarrollo bajo en carbono, como bien lo manifiesta en los Artículos 126-f y 126-G de dicha Ley.

Bajo esta primicia Panamá presenta su NDC el 15 de Abril de 2016 y ratifica el Acuerdo de París, acción que se dio de forma oficial mediante la aprobación de la Ley 40 del 12 de Septiembre de 2016.

La importancia de estos hitos son claves, ya que dan el mandato legal para que se empiecen a analizar los sectores desde una perspectiva diferente tal como fue presentado en la Tercera Comunicación Nacional (TCN), en donde se hace un análisis real del impacto de las diferentes políticas que de una forma directa o indirecta, intencionada o no intencionada, positivamente o negativamente, han influenciado las acciones de mitigación del país desde las perspectivas del desarrollo sostenible.

Construir una Estrategia Baja en Carbono no es una tarea fácil y requiere de muchos compromisos con los principales actores, así como conocer hacia donde el país se quiere dirigir en materia de desarrollo. Desde el año 2010 bajo el Acuerdo de Cancún y su Decisión 1/CP16 de la CMNUCC, se dieron recomendaciones para reducir las emisiones globales para que el aumento de la temperatura media mundial se mantuviera por debajo de los 2o Celsius, pero al mismo tiempo salvaguardando el derecho al desarrollo hoy día ratificado también por el AP.

business regulations. As a result of this, the industries in the services sector, like those of insurance, finance, legal and the flagship register, accounts for 80 percent of the GDP.

All this rapid and constant economic growth has brought a challenge to the authorities to maintain the balance for the so-called concept of sustainable development where the three axis of the economy, the society and the environment are fundamental for the development of the country and hence the importance to know the progress of the country in terms of mitigation to climate change according to national circumstances and commitments acquired in its NDC.

Faced with this reality, Panama creates through Law 8 of March 25, 2015 the Ministry of Environment and within this, the Title XI which deals with Climate Change and the second Chapter of this Title that deals with the Mitigation of Global Climate Change. This Law marks a very important step in terms of starting to plan strategies that are aimed at mitigating carbon emissions and thus contribute to the fight against global climate change, recognized as the main environmental threat globally.

For the first time, Panama, under a legal framework, makes a commitment to build and move towards a low-carbon development, in addition to presenting five-year low-carbon development strategies, as it is clearly stated in Articles 126-f and 126- G of said Law.

Under this scoop Panama gladly presents its NDC on April 15, 2016 and ratifies the Paris Agreement, an action that was formally taken through the approval of Law 40 of September 12, 2016.

The importance of these milestones are key, since they give the legal mandate as to begin the analyses of the sectors from a different perspective as it was presented in the Third National Communication (TCN), where an analysis of the impact of the different policies that directly or indirectly, intentionally or unintentionally, positively or negatively, that have influenced the country's mitigation actions from the perspectives of sustainable development.

It's not an easy task to build a Low Carbon Strategy and it requires many commitments with the main actors, as well as knowing where the country wants to go in terms of development. Since 2010 under the Cancun Agreement and its Decision 1 / CP16 of the UNFCCC, recommendations were made to reduce global emissions so that the increase in global average temperature remained below 2 degrees Celsius, but at the same time safeguarding the right to development also ratified by the PA.

Panama embarks on the challenge and makes an exhaustive analysis updating the data of the integrated electricity generation sector to the distribution network and the UT CUTS sector.

Panamá asume el reto y hace un análisis exhaustivo y actualiza de los datos del sector de generación eléctrica integrado a la red de distribución y del sector UT CUTS.

El PiB presenta los primeros resultados de este análisis de acuerdo a su compromiso del NDC de 2016, en el entendido que todavía el país se encuentra en una transición a poder consignar una estrategia baja en carbono a largo plazo.

El Plan Nacional de Energía (PNE) 2015-2050 preparado por la Secretaría Nacional de Energía es el documento base que marca la hoja de ruta del sector de generación eléctrica. El mismo hace las proyecciones posibles tomando en cuenta un escenario tendencial, en donde es claro que si seguimos la ruta o el momentum que se tiene, las emisiones del sector seguirán aumentando de forma desproporcionada y, también cuenta con otro escenario alternativo, basado en el Panamá que todos queremos en donde el principal componente que se aprecia, es el de contar con una matriz energética muy limpia basada principalmente en el uso de energías limpias alternativas como lo son las de las fuentes eólica, solares y uso de la biomasa, además de implementar medidas de eficiencia energética.

De igual forma el PiB hace un análisis actualizado del cálculo de las emisiones de este sector, utilizando un nivel de Tier 2 en su análisis de Reporte de forma singular, lo que permitió entender en donde se encuentra realmente el país en este sector. Dado de que el NDC trata sobre reducción del Factor de Emisión del sector energía, se procedió a calcular el mismo obteniéndose un valor de 0.686 tCO<sub>2</sub>e/Mwh, lo que de acuerdo al análisis hecho en este Reporte implica una disminución con respecto al 2015, que era de 0.700 tCO<sub>2</sub>e/Mwh.

En cuanto al sector de UT CUTS liderado por la aprobación de la Ley 69 de 30 de Octubre de 2017, que crea nuevos incentivos para el sector forestal y a su vez marca la ruta a seguir para finalizar la Estrategia de Implementación de REDD+, se pueden enumerar varios avances que se han dado para este sector. El primero es que Panamá decide reconstruir toda su base de datos del sector forestal e implementa el denominado proyecto de "El Mapatón", utilizando la metodología de Collect Earth y Openforis desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), y decide aplicarla para las cinco actividades que identifican a REDD+, como solicitud de los principales actores de este sector. En estos momentos Panamá se encuentra construyendo su Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y Nivel de Emisiones Forestales (NREF/NEF) a nivel nacional, para someterlo a Verificación ante el proceso establecido mediante la Decisión 13/CP19 del Marco de Varsovia sobre REDD+ de la CMNUCC.

The BUR presents the first results of this analysis according to its 2016 NDC commitment, understanding that the country is still in a transition in order to be able to commit a long-term low carbon strategy.

The National Energy Plan (PNE) 2015-2050 prepared by the National Secretary of Energy is the base document that marks the roadmap of the electricity generation sector. This in order to make possible projections taking into account a trend scenario, where it is clear that if we follow the route or the momentum that we have, the emissions of the sector will continue to increase disproportionately, and as an alternative scenario, based on the Panama that we all desire where the main component that is considered, is to have a clean energy matrix based mainly on the use of alternative clean energies such as those of wind, solar and biomass use, in addition to the implementation of energy efficiency measures.

In addition, the BUR makes an updated analysis of the calculation of the emissions for this sector, using a Tier 2 level in its report analysis in a unique way, and this facilitated the understanding regarding the progress that country has in this sector. Given that the NDC deals with reductions within the Emission Factor of the energy sector, we proceeded to calculate this Emission Factor, and we obtained a value of 0.686 tCO<sub>2</sub>e / Mwh, which in comparison with the year 2015 implies a decrease from the 0.700 tCO<sub>2</sub>e / Mwh, according to the analysis made in this Report.

Regarding the UT CUTS sector led by the approval of Law 69 of October 30, 2017, which creates new incentives for the forestry sector and marks a route to be followed in order to finalize the REDD + Implementation Strategy, in addition there're several advances that have been made for this sector. The first one is the fact that Panama has decided to reconstruct its entire forest sector database and implements the so-called "El Mapatón" project, using the Collect Earth and Openforis methodology developed by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), and has also decided to apply it for the five activities identified in REDD+, as a requested from the key players in this sector. Panama is currently building its Reference Level for Forest Emissions and Forest Emissions Levels (NREF / NEF) at the national level, in order for it to be submitted unto a Verification process established by the Decision 13 / CP19 of the Warsaw Framework on REDD + of the UNFCCC.

As part of the Preliminary report of this document, Panama has a deforestation rate ranging between 10,000 to 12,000 ha / year for the period between 2000 to 2015 and this includes an approximate degradation rate of 2,438 ha / year for the same period. It's very important to understand this data, since it directly affects the emissions associated with this sector, which stands for about 5.5 million tCO<sub>2</sub>e due to deforestation and a little less than 1 million tCO<sub>2</sub>e associated with degradation. As mentioned above,

De forma preliminar y como parte del Reporte de este informe, Panamá tiene una tasa de deforestación que oscila entre 10,000 a 12,000 ha/año para el período de 2000 a 2015 y una tasa de degradación aproximada de 2,438 ha/año para el mismo período. Estos datos son de suma importancia entenderlos, ya que los mismos inciden directamente en las emisiones asociadas a este sector, la cual representan unos 5.5 millones de tCO<sub>2</sub>e debido a la deforestación y un poco menos de 1 millón de tCO<sub>2</sub>e asociadas a la degradación. Tal como se mencionó anteriormente, Panamá ha incluido las cinco actividades de REDD+ y construye su NREF/NEF en base a estas cinco actividades, y su reporte emisiones de este sector se dará de forma NETA, lo que posiblemente implique que sean menos las emisiones que se tengan en el país relacionadas al sector forestal. Este ha sido un esfuerzo gigante que el país analiza para planificar sus próximos pasos bajo este sector y por consiguiente los relacionados a la estrategia baja en carbono que se espera presentar en el próximo Informe Bienal de Panamá.

De esta manera se puede concluir que el país avanza en construir una estrategia baja en carbono, tal como lo establece el párrafo 4.19 del AP, además de que espera que el Libro de Reglas del AP bajo la CMNUCC, esté listo para definir su próximo NDC. El país ha querido informar más que reportar los avances que está dando en materia de mitigación, pero también resaltar que puede aumentar sus metas, sí y solo sí, el aporte financiero prometido bajo el Fondo Verde por los países desarrollados logre las metas establecidas desde el Acuerdo de Cancún.

Panamá ha incluido las cinco actividades REDD+ y actualmente está construyendo su NREF / NEF basadas en estas cinco actividades, y su informe de emisiones de este sector se dará en valores netos, lo que posiblemente implique que las emisiones del país podrían ser menores en lo que respecta al sector forestal. Este ha sido un gran esfuerzo que el país está considerando para planificar sus próximos pasos en este sector y los relacionados a la estrategia de bajas emisiones de carbono, esperada para el próximo Informe Bienal de Panamá.

Por último, se puede concluir que el país está haciendo progreso hacia la construcción de una estrategia de bajas emisiones de carbono, tal como se establece en el párrafo 4.19 del AP, y espera el Libro de Reglas del AP bajo la UNFCCC para definir su próximo NDC. Además de reportar el progreso que está haciendo en términos de mitigación, el país hace énfasis en el potencial de aumentar sus metas, pero solo si logra obtener una contribución financiera prometida bajo el Fondo Verde para los países desarrollados para lograr las metas establecidas desde el Acuerdo de Cancún.

## 2. INTRODUCCION

Panamá presenta su Primer Informe Bienal (PiB) ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en un esfuerzo conjunto con la confección de la Tercera Comunicación Nacional (TCN), en donde ambos documentos presentan medidas de mitigación actualizadas al año 2016. La gran diferencia entre dichos documentos recae principalmente en el año de referencia para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto invernadero (INGEI), que dentro de la TCN los años seleccionados fueron 2005 y 2010 y para este primer Informe Bienal fue el 2013.

Otras diferencia importante de este PiB de Panamá radica en la manipulación e interpretación de los datos utilizados para el sector de Uso de Tierra y Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UTCUTS) para el INGEI de 2013, la cual enfoca sus resultados en la dirección en la cual Panamá construye su Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones provenientes de la Deforestación y Degradación de Bosques, incluyendo la Conservación del almacenamiento de Carbono, el manejo sostenible forestal y el aumento del almacenamiento del Stock de Carbono, mejor conocido como REDD+ y que indiscutiblemente ofrece un gran reto al país dado lo complejo del propio sector en si, además de la preparación de la línea base, conocida como los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales y/o Niveles de Referencia Forestal a nivel Nacional (NREF/NRF).

Adicionalmente dentro de este Primer Informe Bienal, Panamá introduce de forma oficial el factor de emisión del sector de generación eléctrica del país, haciendo un análisis un poco distinto al presentado en la TCN, con el objetivo de apoyar los esfuerzos locales en definir mejor la Estrategia Baja en Carbono que el país requiere implementar. La TCN hizo un análisis muy interesante que será utilizado como base para este informe, sin embargo en este informe se resaltarán otros elementos o indicadores que el capítulo de mitigación refleja para tener una mejor comprensión sobre donde se encuentra Panamá y hacia donde se quiere dirigir el país para cumplir con sus compromisos y obligaciones, tanto nacionales como internacionales.

La razón de presentar este PiB de esta manera radica principalmente en que ahora se cuenta con Decisiones mucho más claras y de mayor trascendencia para el país, como lo es contar con un Acuerdo de Paris ratificado por las Partes, además de tener un documento de propuesta de Contribución Nacional Determinada (NDC por sus siglas en inglés) preparado por el ejecutivo, aprobado por la Asamblea Nacional de Diputados y presentado ante la CMNUCC el 15 de Abril de 2016; y con la ratificación del propio Acuerdo de Paris mediante la Ley 40 de 12 de Septiembre de 2016, todo esto amparado bajo la Ley 8 de 25 de Marzo de 2015 que crea el Ministerio de Ambiente y a la vez le da el mandato al país de tener un plan quinquenal de reducción de emisiones de carbono.

Con base a estas circunstancias nacionales, Panamá enfoca este Primer Informe Bienal, la cual solamente presenta los datos de su INGEI de 2013 tal como se pide, con una visión más realista y más actualizada a la fecha de sus medidas de mitigación referidas a los sectores que presento bajo su NDC, como su punto de partida de las principales medidas de mitigación en las que inicialmente se ha comprometido a nivel nacional como a nivel internacional, con miras a ir mejorando e integrando otros sectores en el futuro. La razón de esto radica en que por el momento solo estos sectores (de generación eléctrica y de UT CUTS) cuentan con datos transparentes, consistentes, comparables, completos y confiables, como se explica en el presente documento.

Con esto se busca crear las bases necesarias para ir mejorando la información que sirva para aumentar el nivel de ambición de los próximos NDC y de esa manera crear condiciones para incluir otros sectores en el futuro siguiendo la misma metodología adoptada para los dos primeros, que se explica en el cuerpo del documento y que a la vez servirán de bases para integrar todos los sectores de la economía nacional dentro de la Estrategia Baja en Carbono que sea compatible con el Cambio Climático.

### 3. EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Desde la adopción del Acuerdo de Cancún (Decisión 1/CP.16) bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) los países entendieron la necesidad de que hacer frente al cambio climático requeriría de un cambio de paradigma hacia la construcción de una sociedad de consumo baja en carbono, que ofreciera importantes oportunidades y garantizara un alto crecimiento y el desarrollo sostenible.

Bajo esta decisión los países adoptaron objetivos de reducir las emisiones globales para que la temperatura media mundial con respecto a los niveles preindustriales se mantenga por debajo de 2°C. De igual forma referimos este acuerdo ya que también los países en vías de desarrollo aceptaron retos como el de entender que una estrategia de crecimiento bajo en carbono, es indispensable para el desarrollo sostenible y por lo tanto, se animó a los países en desarrollo a que confeccionen estrategias de economías bajo en carbono en el contexto del desarrollo sostenible, tarea que no ha sido muy fácil para la mayoría de los países en desarrollo.

**La sección III del Acuerdo de Cancún trata sobre “la Intensificación de la labor relativa a la mitigación” y en su acápite “B” establece las “Medidas de mitigación apropiadas para cada país adoptadas por las Partes que son países en desarrollo”, con veinte párrafos de la cual resaltamos los siguientes**

*“Párrafo 50. Invita a los países en desarrollo que deseen informar a título voluntario a la Conferencia de las Partes de su intención de aplicar medidas de mitigación apropiadas a sus circunstancias con arreglo a la presente decisión a que hagan llegar la información correspondiente a la secretaría;”*

*“Párrafo 54. Invita a las Partes que son países en desarrollo a que presenten a la secretaría información sobre las **medidas de mitigación apropiadas** para cada país con respecto a las cuales soliciten apoyo, junto con una estimación de los costos y las reducciones de las emisiones, y el calendario previsto para su aplicación;”*

*“Párrafo 60. Decide mejorar la presentación de información en las comunicaciones nacionales, con inclusión de los inventarios, de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención sobre las medidas de mitigación y sus efectos, así como sobre el apoyo recibido, otorgando más flexibilidad a las Partes que son países menos adelantados y a los pequeños Estados Insulares en desarrollo:”*

*“a”...*

*“b”...*

***“c) Los países en desarrollo, de conformidad con sus capacidades y con el nivel de apoyo prestado para la presentación de informes, deberían presentar asimismo informes bienales de actualización, que contengan información actualizada sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, con inclusión de un informe del inventario nacional y de información sobre las medidas de mitigación, las necesidades en esa esfera y el apoyo recibido;”***

*“Párrafo 61. Decide también que las medidas de mitigación que reciban apoyo internacional se **medirán, notificarán y verificarán a nivel nacional, y serán objeto de medición, notificación y verificación a nivel internacional** de conformidad con las directrices que se elaboren en el marco de la Convención;*

*“Párrafo 65. Alienta a los países en desarrollo a que **formulen estrategias o planes de desarrollo con bajas emisiones de carbono** en el contexto del desarrollo sostenible;*

Dado el contexto internacional bajo el Acuerdo de Cancún en donde claramente se adopta una ruta en la que los países en desarrollo deberán de seguir en materia de mitigación, sin dejar por fuera las circunstancias nacionales, es también en esta Decisión donde se adopta la necesidad de tener informes bienales de seguimiento, tal como se establece en el párrafo 60 "c" y no es hasta al año 2011 bajo la Décima Séptima (17) Conferencia de las Partes (CoP) celebrada en Durban, que se establecen las directrices de la CMNUCC sobre la preparación de los Informes Bienales de Actualización (BUR por sus siglas en inglés), bajo la Decisión 2/CP17 y su Anexo III.

Por otro lado la dicotomía entre el Acuerdo de Cancún y el ya ratificado Acuerdo de París (AP), establecen y requieren de nuevos enfoques por parte de los países en desarrollo con respecto a sus medidas de mitigación ya que ahora contamos con un nuevo régimen que guiará al planeta a partir de 2020.

El Artículo 2 del AP indica los objetivos globales que las Partes tienen que alcanzar, notablemente reforzando la respuesta global ante la amenaza del cambio climático evitando que la temperatura este muy por debajo de los 2o C, comparado a los niveles pre industriales y se busca que los esfuerzos se dirijan a que la misma no sobrepase el límite de 1.5o C.

Bajo este mismo Artículo 2, también se les solicita a las Partes que incrementen su habilidad para adaptarse a los impactos adversos del cambio climático, promover la

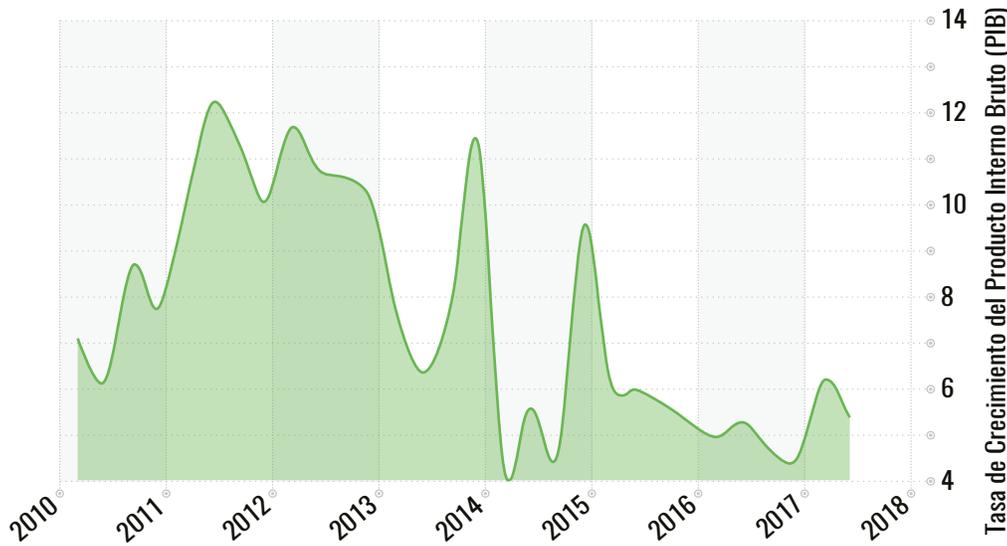
resiliencia climática y un desarrollo con bajas emisiones de gases efecto invernadero de forma que no comprometa la producción de alimentos

En esta misma dirección el Artículo 4 del AP, trata sobre las acciones de mitigación estableciendo también una hoja de ruta que se deberá de seguir para cumplir con lo establecido en el Artículo 2 y establece en el párrafo 4.19 a las Partes a que se *"esfuercen en formular y comunicar estrategias a largo plazo baja en emisiones de gases efecto invernadero teniendo presente el artículo 2 y tomando en consideración sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales."*

El contexto internacional que da el AP marca una nueva hoja de ruta que los países deberán de seguir, sí se quiere cumplir con las metas establecidas en el Artículo 2. El tema de presentar las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDCs por sus siglas en inglés) cada cinco años y de forma transparente, consistente, comparable, completa y lo más exacto posible tal como se establece en el Artículo 4 del AP, de una manera u otra, dirige a los países a ser coherentes con lo que se presenta en sus NDCs como en los BURs en materia de mitigación. Es sobre estas bases que se presenta este Primer Informe Bienal del país y que el mismo se irá mejorando a medida que se incrementen los sectores de ambición dentro de los próximos NDCs, siempre y cuando las circunstancias nacionales lo permitan.

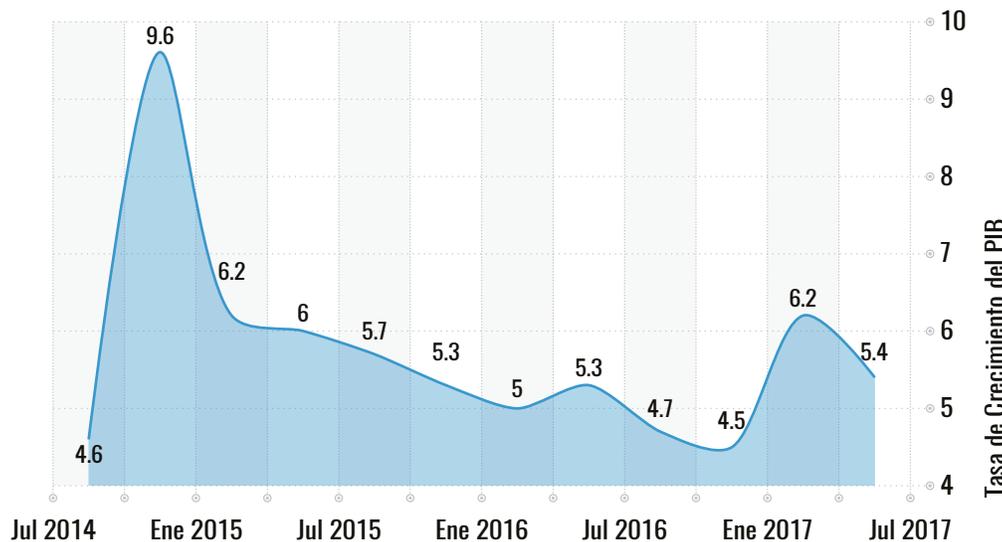
## 4. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

Panamá es un país próspero en donde la economía ha crecido de forma constante y robusta en los últimos 15 años como se aprecia en la gráfica de la Figura 1 y 2.



**Figura 1.** Tasa de Crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) desde el 2010 de Panamá

Fuente: TRADINGECONOMICS.COM. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO • PANAMÁ  
<https://tradingeconomics.com/panama/gdp-growth-annual>



**Figura 2.** Tasa de Crecimiento del PIB desde el 2014 en semestre de Panamá.

SOURCE: TRADINGECONOMICS.COM. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO • PANAMÁ

De acuerdo a la fuente la economía de Panamá creció 5.4 por ciento interanual en el segundo trimestre de 2017, por debajo de la expansión del 6.2 por ciento del período anterior. El crecimiento más lento se explica principalmente por el comercio (0,4 por ciento frente a 9,5 por ciento en el período anterior) y los servicios públicos (1,6 por ciento frente a 2,1 por ciento). En contraste, la construcción (9,8 por ciento vs 6,6 por ciento), transporte y comunicaciones (14,7 por ciento vs 10,4 por ciento), y la fabricación (2,1 por ciento vs 2,0 por ciento) se expandió a tasas más altas. La tasa de crecimiento anual del PIB en Panamá promedió

7,61 por ciento desde 2010 hasta 2017, alcanzando un máximo histórico de 12,20 por ciento en el segundo trimestre de 2011 y un mínimo récord de 4,30 por ciento en el primer trimestre de 2014.

Panamá es uno de los países de más rápido crecimiento en las Américas. Su economía está muy influenciada por el Canal de Panamá que conecta el Atlántico y el Océano Pacífico y las regulaciones de negocios. Como resultado del sector de servicios con seguros, finanzas, industrias legales y el buque insignia de registro representa el 80 por ciento del PIB.

No hay la menor duda que la decisión tomada por el país mediante plebiscito en el año 2007 para ampliar el Canal de Panamá fue clave para que la economía creciera de forma más robusta en todos esos años. Ya es una realidad la ampliación del canal y la misma empieza a generar sus frutos en cuanto a materia económica incrementando los aportes. *Unos \$1,877 millones aportó el Canal de Panamá al Estado en 85 años de gestión estadounidense, mientras que en 15 años en manos panameñas las contribuciones directas al Tesoro Nacional por medio de excedentes, derechos de tonelaje y pagos pro servicios prestados al país alcanzan \$10,589 millones.*

Durante el año fiscal 2015 hubo un aumento del 8% en los aportes de la vía acuática al Tesoro Nacional. Se entregaron \$1,043 millones, que representan el mayor aporte del Canal en 16 años bajo administración panameña.<sup>1</sup>

Muchos han sido los avances de desarrollo y tecnológicos que se han tenido en los diferentes sectores productivos del país, así como en la construcción de nuevas obras de infraestructura que han contribuido con la economía del país y de hecho se espera que Panamá siga creciendo de forma positiva y fuerte convirtiéndose en uno de los países de mayor crecimiento en América Latina como bien se ve en las proyecciones dadas por los organismos internacionales como lo es el Banco Mundial (BM).<sup>2</sup>

Sin embargo, el tema de cambio climático sigue siendo un gran reto para un país como Panamá, en donde la falta de comprensión de las múltiples decisiones que se toman año tras año en las diferentes reuniones de las Conferencias de las Partes, así como el de entender los retos y desafíos que

la propia acción del cambio climático está ejerciendo ante el clima y los efectos que se sienten todos los años con mayor frecuencia en muchos de los sectores productivos; así como en las propias infraestructuras, limitan que el país tenga una estrategia clara de cómo enfrentar el desafío al que se enfrenta.

Si bien es cierto, el país ha dado grandes pasos de forma general en preparar algunas estrategias que tienen vinculación directa al reto de reducir emisiones, como lo es el Plan Estratégico Nacional de Energía 2015 al 2050 y la Estrategia de REDD+, la cual todavía se encuentra bajo su esquema de estructuración, todavía no se cuenta con una estrategia baja en carbono compatible al cambio climático que permita definir la ruta clara a seguir por los tomadores de decisiones. La razón de esto se basa principalmente en la orientación que debe de tener el país en cuanto a la presentación de sus datos bajo el Acuerdo de París que deben ir de forma Transparente, Consistente, Comparable, Completa y lo más exacta posible, en línea con los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). Este es un elemento importante en la que el país empieza a prepararse para futuros compromisos en el corto y mediano plazo.

Ante esta realidad, Panamá crea mediante la Ley 8 de 25 Marzo de 2015 el Ministerio de Ambiente y dentro de esta, se encuentra el Título XI que trata sobre el Cambio Climático y a su vez el Capítulo II de este Título trata con la Mitigación del Cambio Climático Global.

Tal como se describe a continuación:

## Capítulo II

### Mitigación del Cambio Climático Global

**Artículo 126-E.** El Estado reconoce su responsabilidad común, pero diferenciada de participación en la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático global.

**Artículo 126-F.** El Ministerio de Ambiente, con el apoyo de otras instituciones, elaborará y publicará periódicamente un inventario nacional de emisiones por fuentes y absorciones por sumidero de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. Asimismo, **presentará una estrategia quinquenal de desarrollo económico y social baja en carbono.**

**Artículo 126-G.** El Ministerio de Ambiente establecerá los mecanismos necesarios para captar recursos financieros y económicos, mediante instrumentos nacionales e internacionales **que promuevan** la transición hacia un desarrollo económico bajo en carbono.

1 <http://laestrella.com.pa/economia/aportes-canal-panama-estado/23946986>

2 <http://www.bancomundial.org/es/country/panama/overview>

Es bueno resaltar que bajo esta Ley, Panamá menciona por primera vez el tema de construir estrategias de bajas emisiones de carbono, de tal forma que está sirviendo de base para empezar por mandato legal a estructurar los sectores que vayan en esta dirección, con todas las otras instituciones y que las mismas se vean reflejadas de forma transparente en los sucesivos INGEIs que el país presentará posteriormente. Sin embargo, la Ley 8 todavía ofrece muchos retos tanto a lo interno del propio Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) como a lo externo, ya que internalizar los conceptos nuevos, no son tareas fáciles de digerir y mucho menos de implementar por la falta de capacidad y entendimiento que se tienen sobre los mismos ante el cambio climático, por lo tanto es de suma importancia entender que el proceso de implementar estos temas requiere de hacer análisis profundos que le permitan al país y a los tomadores de decisiones, entender dónde están las fortalezas y debilidades del país ante el reto del cambio climático.

Panamá fue uno de los pocos países que no presentó su Intención Prevista de Contribución Nacional Determinada antes de la COP 21 celebrada en París y es importante entender la razón de esto, dado de que a falta de datos confiables y transparentes de lo que se debió presentar, aunado a la falta de apoyo recibido y adecuado ante una decisión importante para el país, que requería de una consulta profunda a tiempo que sirvieran de base para la toma de decisiones de forma más efectiva, ante lo que el país se iba a comprometer. Por tal razón se consideró no presentar algo que pudiera perjudicar los intereses del país, sin dejar de pensar que en su momento presentaría algunas acciones consideradas apropiadas para comprometerse ante una decisión de suma importancia, tanto para el Mundo como para el propio país.

No obstante, fue uno de los primeros países en el mundo en comprometerse con un NDC, acción que realizó el 15 de abril de 2016, siendo también otro de los países que no dudo en ratificar el Acuerdo de París, acción que se dio de forma oficial mediante la aprobación de la Ley 40 del 12 de Septiembre de 2016. Estas dos acciones son una muestra clara del compromiso del país para combatir la problemática del cambio climático, donde el país no se siente responsable del mismo y son las que dan el mandato inicial a combatir de manera oficial el cambio climático desde la perspectiva de mitigación y las que llevan a las autoridades a definir nuevas estrategias, de una forma que haga sentido ante los retos y compromisos que se adquirieron ante el Acuerdo de París (AP) y que a su vez implica la comprensión del mismo tema que todavía se encuentra bajo discusión, ya que se espera tener el Libro de Reglas del AP para finales del año 2018.

Sin embargo, para efectos de este Primer Informe Bienal, se han considerado ciertos criterios como puntos de partida que definitivamente se irán mejorando en los subsiguientes informes y comunicaciones nacionales, una vez se conozca como los Países ante la COP definen como se deberán presentar los siguientes NDC, decisión que se espera esté disponible a finales de 2018, sin perder el concepto de que será con un enfoque de bajo hacia arriba (Bottom-up), tal como se ha discutido dentro del Marco del Acuerdo de París.

Bajo este concepto Panamá define sus líneas de acción de cooperación internacional en su **Primer Reporte de Contribución Nacional Determinada**, las cuales son muy bien descritas en el documento que se depositó ante la CMNUCC, como se muestra a continuación bajo en la sección de sus Objetivos y Prioridades Nacionales, así como en su sección de Mitigación.

## 4.1. Objetivos y prioridades nacionales

“Panamá ha mantenido y mantiene activa participación y compromiso de Estado a nivel nacional e internacional. En septiembre de 2014, el Excelentísimo Presidente Juan Carlos Varela Rodríguez indicó en su discurso a los asistentes en la Cumbre Sobre Cambio Climático, celebrada en las Naciones Unidas, las líneas de acción del país frente a los retos del cambio climático, articulada en torno al fortalecimiento de la institucionalidad; la diversificación de la matriz energética; la gestión y restauración de cuencas hidrográficas; la protección, conservación y gestión de la biodiversidad; la construcción de plantas de tratamientos de los desechos sólidos para eliminar los vertederos a cielo abierto; el desarrollo de sistemas de transporte público masivo energéticamente eficientes) y la reforestación de 1,000,000 de hectáreas durante los próximos 20 años.

**Adicionalmente en Diciembre de 2015 en la reunión de jefes de Estados durante la COP21 señaló que** “A Través del Canal de Panamá y su proyecto de ampliación, que culminaremos exitosamente en el 2016, el Estado panameño realiza importantes inversiones para impulsar un comercio internacional amigable con el ambiente, acortando la distancia de navegación del 5% del comercio mundial, lo que se traduce en una reducción significativa de las emisiones de carbono del sector marítimo internacional”. **Esto reafirma el compromiso del Gobierno Nacional con los esfuerzos internacionales a fin de mitigar el cambio climático y avanzar hacia un sistema de baja generación emisiones de carbono.**

**El compromiso de la Administración del Estado se ha concretado formalmente en un Plan de Gobierno que distingue seis ejes principales de la acción estratégica. El sexto eje refleja el compromiso con el medio ambiente, ya que se enfoca en el:** “Respeto, defensa y protección del medio ambiente (‘Ambiente sano para todos’), con énfasis en objetivos de reforma integral del sector ambiental con participación ciudadana; desarrollo de políticas públicas en armonía con el medio ambiente; gestión de desastres, mitigación y adaptación al cambio climático, y protección y rescate de la biodiversidad.”

El Plan Estratégico de Gobierno (PEG) 2015-2019, orienta las líneas de acción prioritarias para el recientemente creado Ministerio de Ambiente. En el marco de la estrategia económica y social del PEG, se destaca la importancia de apoyar con mayor fuerza a sectores impulsores de crecimiento y **la inclusión dentro de los cuales se indica al sector forestal**, actualmente rezagado, no obstante con un

gran potencial para generar un cambio importante desde el punto de vista económico y social. Bajo el ámbito de actuación del PEG referente al sector ambiente, se reconoce que la pérdida de cobertura de bosque nativo es uno de los principales problemas que afecta al país y por tanto destaca, entre otras medidas, **“considerar la lucha contra el cambio climático** y sus efectos como eje fundamental de la acción de gobierno, **frenando la deforestación y restaurando la cubierta vegetal para evitar la desertificación y reduciendo la vulnerabilidad existente mediante el desarrollo y aplicación de medidas de adaptación y mitigación”**. Finalmente, el Plan Estratégico de Gobierno establece como indicadores explícitos de éxito la aprobación de la nueva Ley Forestal y la implementación de la **Alianza por el Millón de Hectáreas Reforestadas, como parte de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+)**, que equivale a reforestar el 13% de la superficie del país.

**Como muestra del compromiso en la lucha contra el cambio climático**, se definió un marco de acción que permita ajustar los paradigmas existentes y plasmar de manera concreta las líneas de acción requeridas para fortalecer la economía nacional por medio de la implementación de iniciativas transformacionales que desvincularán el crecimiento económico del incremento en las emisiones

**de GEI**. Dichas líneas de acción tienen por objetivo aumentar la capacidad adaptativa de las poblaciones más vulnerables e **impulsar la transición hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones**.

Este eje esboza un conjunto de acciones que, con base a las circunstancias nacionales, le permitirá a Panamá contribuir responsablemente en la consecución del objetivo último de la CMNUCC y disminuir su vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático, por medio de la priorización e implementación de medidas de adaptación específicas. Esta estrategia incluye tres componentes: **1) adaptación, 2) desarrollo bajo en emisiones y 3) desarrollo de capacidades y transferencia de tecnologías**. Para cada uno de estos componentes, se priorizó sectores y líneas de acción para incrementar su resiliencia, reducir su vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático y facilitar la transición del país hacia una economía baja en emisiones de gases efecto invernadero.”<sup>4</sup>

## 4.2. Mitigación

“La Contribución Nacionalmente Determinada a la mitigación incluye **los sectores Energía y UT- CUTS**, por medio de medidas para el incremento de otras fuentes de energías renovables como solar y eólica, la reforestación y recuperación forestal.

El NDC de Panamá contempla la consecución de las metas establecidas con aporte nacional tanto para el sector energético como para el sector UT-CUTS. Se podrá aumentar la ambición en el sector UT-CUTS de contar con apoyo internacional.”

Estos dos sectores son los que marcan la línea clara de lo que Panamá empezará a hacer, ya en la nueva era Post Acuerdo de París, con miras a incrementar su nivel de ambición en futuros NDC.

Sin embargo, dado el marco amplio y el concepto de permitir a los países de generar sus propios planes (Bottom-up), Panamá se prepara dentro de todo lo plasmado en su primer NDC a definir con mayor claridad la contribución de estos dos sectores, lo que se traduce a tener las líneas bases necesarias y su fecha de punto de partida.

## 4.3. Sector de Energía

“Para efectos de la contribución a la mitigación de Panamá, se analizó el sector energía centrado en el sub-sector industrias de la energía, que se refiere a la producción de energía eléctrica. Las emisiones de este sub-sector pueden ser reducidas de dos maneras principales: 1) Por medio de la reducción del factor de emisión de la red eléctrica, y 2) mediante la disminución de la demanda, que impacta las necesidades de generación y la velocidad en la que debe ampliarse la red de generación eléctrica.

El enfoque de la contribución en este sub-sector está en los planes de expansión de la infraestructura de generación eléctrica específicamente con el incremento de la generación a partir de otras fuentes renovables, como la eólica y la solar, para el año 2050.”

*En este sentido el NDC establece que “la Contribución Nacionalmente Determinada a la mitigación del sector energía en Panamá será incrementar el porcentaje de generación eléctrica por medio de otras fuentes de ener-*

*gías renovables como solar, eólica y biomasa en un 30% en el 2050 con respecto al año 2014.... y muestra que para el 2030 su participación en la matriz eléctrica será de un 15 %.”<sup>5</sup>*

El primer enfoque propuesto dentro del sector de energía es importante analizarlo, ya que implica entender el enfoque del factor de emisión del país y la dinámica que se ha tenido de forma histórica. El segundo enfoque propuesto, está relacionado directamente al tema de la eficiencia energética y al ahorro energético para impactar en la disminución de la demanda. De igual forma el NDC hace una vinculación directa de esta aspiración a lo plasmado en el Plan Energético 2015-2050, liderado y consensado por la Secretaría de Energía, lo que nos da un claro mandato de la estrategia a seguir y de analizar a partir del año 2015, como año base para este sector, ya que la proyección se dio con respecto a lo acontecido en el año 2014.

## 4.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UT CUTS)

Para el sector de UT CUTS, el NDC de Panamá también presenta sus aportes y contribuciones basado en el INGEI con año base 2000 y con algunos aportes preliminares del INGEI 2013, que son importantes entender el contexto en donde se asumió este sector.

De acuerdo al inventario nacional de GEI con año base 2000, el sector UT-CUTS presenta una absorción neta de 7.04 millones de tCO<sub>2</sub>eq<sup>3</sup>, es decir, actúa como sumidero de GEI. Las emisiones brutas asociadas a este sector constituyen casi el 80% del total nacional. Con base a lo anterior, la principal fuente de emisiones está dada por la deforestación, que de acuerdo a las cifras preliminares del inventario de GEI con año base 2013<sup>4</sup> se encontraría en un valor promedio anual neto de 10,868 hectáreas.<sup>5</sup>

Dado lo complejo que es el de analizar los datos del sector UT CUTS y el alto grado de incertidumbre que se ha tenido en el pasado, en enero de 2017, Panamá toma la decisión de implementar la metodología de Collect Earth y Openforis, con la finalidad de reconstruir la información forestal histórica de forma que los datos reflejarán mayor transparencia, consistencia, comparabilidad, fueran más completos y mucho más confiables. Los resultados de este análisis han arrojado nuevas evidencias que actualmente se siguen analizando y que los mismos están siendo tomados en cuenta para elaborar el Informe Final del INGEI de 2013 presentado dentro de este reporte Bienal.

La razón de esta decisión está basada en las acciones de mitigación que ha tomado el país de acuerdo al NDC en el sector UT-CUTS, la cual es el de incrementar la capacidad de absorción del mismo en un 10%, por medio de actividades de reforestación y restauración en las áreas protegidas, con respecto al escenario base tendencial 2005 al 2015, con miras al año 2050. Esto está ligado a la Estrategia Nacional de Implementación de REDD+ (ENREDD), en

construcción, en donde uno de los requisitos principales es el establecimiento de los NREF/NRF, la cual tiene su origen en los datos Medidos para Reportar en el INGEI. Como es bien sabido, el proceso de revisión del NREF/NRF es largo y se hace a través de la CMNUCC, de tal forma que Panamá se prepara para este desafío que se presentará a inicios del próximo año.

Una vez revisado el NREF/NEF por la CMNUCC, Panamá reportará en su próximo informe Bienal un análisis con énfasis en la revisión total de todos los datos del sector forestal utilizados en la preparación de sus INGEIs desde el año 2000 al 2015, de acuerdo a los datos utilizados para la construcción del NREF/NEF y así evaluar este período de dieciséis años bajo un enfoque metodológico común.

Bajo este escenario de circunstancias nacionales, Panamá presenta este Primer Informe Bienal con miras a ir aclarando su NDC e ir aumentando su nivel de ambición en los próximos NDCs, tal como se establece en los párrafos 4.2, 4.3, 4.8 y 4.9 del Acuerdo de París, además de comunicar lo más pronto posible la estrategia baja en carbono, tal como se describe en el párrafo 4.19 del mismo Acuerdo; además de lo que indica la Ley 8 del 25 de Marzo de 2015 que crea el Ministerio de Ambiente.

Es bueno resaltar que Panamá no cuenta con una Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) que abarque todos los sectores productivos desde la perspectiva de mitigación y esto sigue siendo un reto, pues el principal rublo para una ENCC es tener datos confiables, transparentes, consistentes y los más reales posibles, sin embargo como parte de este Informe se presentará una hoja de ruta que será necesaria seguir para lograr la inclusión de otros sectores en los próximos NDC, que servirá de base para la Estrategia Nacional de Cambio Climático que se tendrá lista en el año 2018.

3 Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2011

4 Estimaciones preliminares del borrador del Tercer INGEI sector UT-CUTS, MIAMBIENTE

5 Contribución Nacional Determinada de Panamá año 2016



Foto: Empresa de Metro Panamá S.A.

## 5. ARREGLOS INTERINSTITUCIONALES

Uno de los grandes retos que tiene el país, es contar con una coordinación coherente y consistente que permita el intercambio de información y datos entre instituciones que conforman el Comité Nacional de Cambio Climático de Panamá (CONACCP) y el Ministerio de Ambiente de forma Transparente, Consistente, Comparable, Completa y lo más Exacta posible, que sirva para hacer los INGEIs de forma más robusta y documentada.

Los Arreglos Interinstitucionales consisten en un conjunto de arreglos formales (tales como reglamentos, directivas, leyes, decretos o Memorandos de Entendimiento) dirigidos a proporcionar los recursos financieros y humanos necesarios, así como la autoridad legal para asegurar que las funciones de GHGI serán realizadas de manera completa y eficiente.

Panamá trabaja en la estructuración de una plataforma

virtual que le permita a las instituciones parte del CONACCP, compartir los datos medidos de acuerdo a la actividad que realicen y de esa manera permitirle al MIAMBIENTE reportar las emisiones asociadas al proceso.

El CONACCP es una instancia creada en el 2009 mediante el Decreto Ejecutivo No. 1 (citarlo de forma completa). En el 2013, es modificado por el Decreto Ejecutivo No. 52 (citarlo de forma completa) para asegurar que todas las instancias relacionadas con cambio climático estén representadas (se adicionaron 10 instituciones, (totalizando 27 instituciones públicas), en aras de aumentar la eficacia, eficiencia y participación activa e integral dentro del CONACCP. Se prevé un replanteamiento o modificación de este decreto, definiendo un espacio para la sociedad civil y empresa privada, de tal manera que se trabaje mancomunadamente en los nuevos compromisos y alcances definidos por la CMUNCC a los países Parte.

Entre los objetivos específicos y líneas de acción del CONACCP está “crear mecanismos de coordinación de estrategias de intervención por medio de las cuales el Sector Público y la Sociedad Civil contribuyan al cumplimiento de los acuerdos asumidos por el Estado panameño en relación al cambio climático.”<sup>6</sup>

Entre las 27 instituciones gubernamentales que conforman el CONACCP, se desarrollan las políticas públicas necesarias para aumentar la resiliencia de las comunidades más vulnerables y a su vez aseguren el desarrollo socioeconómico del país. La transversalidad del tema de cambio climático lleva a que las instituciones del CONACCP participen activamente de las negociaciones internacionales, para asegurar que la delegación panameña cuente con un equipo interinstitucional y multidisciplinario que pueda abordar, de manera exhaustiva, todos los temas que se trabajan bajo la CMNUCC y de hecho poder implementarlos de forma efectiva en el país, para permitir la adaptación ante los impactos adversos del cambio climático, tomando en cuenta las medidas de mitigación que se irán a implementar

6 Decreto Ejecutivo No. 52 del 2013



Desde julio de 2014 a la fecha, el CONACCP ha logrado los siguientes hitos en materia de mitigación:

- Fortalecimiento de capacidades sobre los procesos de negociación de cambio climático; metodologías para desarrollar el INGEI; generación de proyectos para el Fondo Verde del Clima (GCF, por sus siglas en inglés);
- Identificación de actores por sector para el desarrollo del INGEI y BUR;
- Selección de la Junta Directiva 2016-2017;
- Construcción de portafolio sobre perfiles de proyectos para abordar iniciativas climáticas dentro de las instituciones del CONACCP;
- Construcción de portafolio de proyectos para proponer al Fondo Verde del Clima.

## 6. INVENTARIO NACIONAL DE GASES EFECTO INVERNADERO (INGEI)

El INGEI 2013 ha sido confeccionado de acuerdo a las Directrices del IPCC, versión revisada de 2006 para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero y la aplicación del software del IPCC (Inventory Software Versión 2.18, año 2017). El inventario hace una recopilación de todos los sectores enfocándose en un Tier 1 principalmente, aunque en el sector de UT CUTS se usaron algunos valores de factores de emisiones definidos a nivel nacional que serán parte del esquema de REDD+ que trabaja el país.

Es bueno resaltar que los sectores que Panamá presentó en su NDC son, el de la generación eléctrica del sistema

integrado haciendo una relación a la disminución del factor de emisión, además del sector de UT CUTS, el cual tiene sus bases en la implementación de la Estrategia de REDD+ siguiendo las decisiones aprobadas dentro del marco de Varsovia para REDD+ de la Conferencia de las Partes 2019, celebrada en la Ciudad de Varsovia, Polonia.

Cabe señalar que la Decisión 13/CP19 que tiene que ver directamente con los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales (NREF/NEF), obliga a los países a seguir ciertas directrices que en sí deben de ir alineadas a los datos del INGEI. En el momento de la preparación del INGEI 2013,

Panamá todavía se encontraba en el proceso de elaboración de su NREF/NEF para un periodo histórico de 2006 a 2015 pero analizando los datos año tras año de acuerdo a la guías del IPCC 2006, de todas las posibles actividades dentro de las mismas y de la Decisión 1/CP16 y su párrafo 70. Esto implica que en el momento de que ese proceso culmine, Panamá revisará todos sus INGElS y los actualizará de acuerdo a ese proceso que tiene un nivel mayor de transparencia, consistencia, comparabilidad, completa y de mayor exactitud al que en este momento se reportan y serán presentados en su próximo Informe Bienal.

Para el caso de la generación eléctrica del sistema integrado, este INGEl 2013 presenta las emisiones del sector en base a la información del balance energético, utilizando un Tier 1. Dentro del capítulo de mitigación, el análisis realizado está basado en la estimación del Factor de Emisión

de la Red año por año, siguiendo las guías de buenas prácticas del IPCC 2006 para poder ser consistente con el NDC del país y empezar a entenderlo desde otra óptica, y así genera insumos para finalizar la Estrategia Baja en Carbono, decisiones que posiblemente se presenten en el próximo BUR del país.

Es bueno entender estas particularidades del marco conceptual utilizado todo este concepto ya que se verán algunas diferencias en datos utilizados dentro del INGEl 2013 y datos utilizados de Factores de Emisión utilizados en la sección de mitigación.

El informe del INGEl 2013 se puede ver en el Anexo I, el cual servirá de consulta para los futuros análisis de las emisiones del país.

Foto: Ivan Uribe



## 7. MEDIDAS DE MITIGACION

En un primer esfuerzo de Panamá en contribuir con la agenda global de combatir el cambio climático luego del Acuerdo de París, Panamá presenta en su primer NDC referido solamente a dos sectores que aportarán reducciones significativas de emisiones de gases efecto invernadero, con el objetivo de ir aumentando su nivel de ambición en los futuros NDCs. Como bien se ha mencionado anteriormente, estos sectores son los de la generación eléctrica y de UT CUTS desde la perspectiva de REDD+.

Sin embargo, esto no quiere decir que no existen planes de incluir otros sectores que incidirán directamente en mitigar las emisiones dadas por ellos, pero los mismos se encuentran en una etapa inicial dentro del contexto de poder contabilizar su contribución en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e pero los mismos serán descritos posteriormente, ya que se necesitará apoyo financiero para poder entender mejor el potencial de esos sectores.

### 7.1. Generación Eléctrica

Tal como se describió en el NDC, parte de la contribución de Panamá está basada en la reducción del factor de emisión de la red eléctrica y en disminuir la demanda que impactan en la generación. Ante este reto, Panamá a través de la Secretaría de Energía elaboró el Plan Energético Nacional 2015-2050, con el propósito de poder definir la ruta que el país deberá seguir para tener un sistema confiable y bajo en emisiones de CO<sub>2</sub>e, con respecto al escenario tendencial. Dicho Plan incluye dos escenarios, el escenario tendencial el cual muestra la tendencia que ha tenido el sector y su posible proyección a futuro, además del escenario alternativo en donde la gran diferencia está en el incremento del proceso de instalación de proyectos con fuentes de energía renovable no convencional, como lo son las eólicas y solares principalmente, teniendo en cuenta que la meta al 2050 es contar con un sistema donde el 30% de la capacidad instalada provenga de estas fuentes y que en su ruta para alcanzar la meta, se cuente al año 2030 con 15% de capacidad instalada nueva de estas fuentes.

Bajo este enfoque, el NDC propuso las líneas de acción siguientes dentro de este sector:

- Utilizar combustibles con menor contenido de carbono.
- Impulsar el incremento de la inversión en otras fuentes renovables de energía como solar, eólica y la biomasa.
- Impulsar el uso de nuevas tecnologías para obtener mejoras en la eficiencia, generación, almacenamiento, transmisión y distribución de energía.
- Modificar y crear nuevos marcos regulatorios de promoción de otros tipos de fuentes de energías renovables y eficiencia energética.

Lo propuesto dentro de este sector nace del PEN 2015-2050 lo que implica que las primeras decisiones de tener una ruta a seguir bajo este sector ya se ha tomado. Sin embargo para entender su incidencia en el tema de cambio climático, se ha hecho un análisis del PEN 2015-2050 desde una perspectiva de examinar los diferentes valores de los factores de emisión año por año, desde el 2005 hasta el 2016 viendo la penetración de las energías limpias desde esos años y su impacto en el mismo en cuanto a las tCO<sub>2</sub>e.

Para efecto de este cálculo se utilizó la metodología que estima el factor de emisión del margen operativo del sector de generación eléctrica que implica tener las estimaciones de la generación eléctrica neta entregada a la red por todas las plantas que componen el Sistema Interconectado Nacional (SIN), enfocándose en la eficiencia promedio de las plantas que utilizan combustibles fósiles en términos de combustible consumido por MWh generado. El cálculo del factor de emisiones asigna un factor de emisión por *unidad* generadora, que vendrá dado por una combinación de dos elementos: el factor de emisiones del *combustible* utilizado por cada planta y la eficiencia con la cual dicho combustible es convertido en electricidad.<sup>10</sup>

A grandes rasgos, se necesitan dos datos para calcular los distintos factores que integran el margen de operación. El primero de ellos es la generación neta entregada a la red por las distintas plantas que la componen. El otro conjunto de datos necesario es el consumo de combustibles fósiles por parte de cada una de las unidades que integran el SIN. Las eficiencias térmicas (Btu/KWh) de las distintas unidades se utilizarán en reemplazo del consumo de combustibles propiamente dicho. 7

7 Las eficiencias reportadas en la tabla se obtienen de la fórmula:  $qm=3.6 GJ/$

Panamá cuenta con este tipo de información de forma pública en la página web del Centro Nacional de Despacho (CND)<sup>8</sup> y la misma ha sido utilizada para estimar el Factor de Emisión de este sector y reportar en un Nivel 2 las emisiones que ha tenido el mismo para ir cónsono con lo expresado en el NDC.

El cálculo del Factor de Emisión está basado en el enfoque del método Simple Ajustado, el cual realiza un ajuste al Margen Operativo Simple cuando los recursos de bajo costo (renovables) o de operación continua constituyen

más del 50% de la generación total de la red<sup>9</sup>. Aunque usa los mismos datos que el método simple<sup>10</sup>, el cálculo de los coeficientes de ajuste requiere datos horarios de generación según tipo de tecnología. De igual forma para este cálculo se consideraron los datos disponibles de “heat rate” del CND para cada planta del SIN y se definió el margen operativo simple ajustado (EF<sub>grid,om-adj,y</sub>), siendo calculado bajo la siguiente formula<sup>11</sup>.

MWhHR-c-1000, donde: nm es la eficiencia (en %) de la unidad m 3.6 GJ/MWh es la cantidad de GJ por MWh

HRmx 1000 es el heat rate (Btu/MWh) de cada unidad m (los valores de HRm en nuestras tablas están dados en Btu/KWh)

c es la cantidad de GJ en un Btu (1 Btu = 1.05587E-6 GJ)

8 <http://www.cnd.com.pa/informes.php?cat=2>

9 De acuerdo a los datos históricos desde 2006 hasta el 2016 la generación con fuentes limpias (hidroeléctrica ha constituido más del 60% de la generación del SIN)

10 El método simple se define como, Cociente entre las emisiones de CO2 de la red y la generación de aquellas unidades que utilizan combustibles fósiles. Nótese que el cociente excluye a las unidades de bajo costo (en general, las de energías renovables) y de operación continua (por ejemplo, nuclear o carbón si correspondiera). Este método puede utilizarse cuando estos recursos constituyen menos del 50% de la generación total de la red. Utiliza datos anuales de generación y consumo de combustibles fósiles (o eficiencias) de las plantas en la red.

11 EB75 Anexo 15, párrafo 44 (b)

### Ecuación 1

$$EF_{grid,OM-adj,y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}}{\sum_k EG_{k,y}}$$

#### En donde

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| EF <sub>grid,om-adj,y</sub> | = | Factor de emisiones del margen operativo por método simple ajustado del año y (tCO <sub>2</sub> / MWh)                                     |
| A <sub>y</sub>              | = | coeficiente que indica el % del tiempo en el cual las unidades de bajo costo / operación continua están próximas a ser llamadas a despacho |
| EG <sub>m,y</sub>           | = | Electricidad neta provista por la unidad m en el año y (MWh)   |
| EG <sub>k,y</sub>           | = | Electricidad neta provista por la unidad k en el año y (MWh)   |
| EF <sub>EL,m,y</sub>        | = | Factor de emisiones de la unidad m en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)   |
| EF <sub>EL,k,y</sub>        | = | Factor de emisiones de la unidad k en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)   |
| m                           | = | cada una de las generadoras excepto las de bajo costo / operación continua   |
| k                           | = | cada una de las generadoras de bajo costo / operación continua   |
| y                           | = | año para el cual se realiza el cálculo   |
| EF <sub>grid,om-adj,y</sub> | = | Factor de emisiones del margen operativo por método simple ajustado del año y (tCO <sub>2</sub> / MWh)                                     |
| A <sub>y</sub>              | = | coeficiente que indica el % del tiempo en el cual las unidades de bajo costo / operación continua están próximas a ser llamadas a despacho |
| EG <sub>m,y</sub>           | = | Electricidad neta provista por la unidad m en el año y (MWh)   |
| EG <sub>k,y</sub>           | = | Electricidad neta provista por la unidad k en el año y (MWh)   |
| EF <sub>EL,m,y</sub>        | = | Factor de emisiones de la unidad m en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)   |
| EF <sub>EL,k,y</sub>        | = | Factor de emisiones de la unidad k en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)   |
| m                           | = | cada una de las generadoras excepto las de bajo costo / operación continua   |
| k                           | = | cada una de las generadoras de bajo costo / operación continua   |
| y                           | = | año para el cual se realiza el cálculo   |

El numerador de cada uno de los términos de la ecuación (1) corresponde a la suma de las emisiones de cada una de las plantas de los respectivos sub-conjuntos, esto es, el grupo de las unidades  $m$  (las térmicas) o el grupo  $k$  de las de bajo costo / uso continuo (en el caso de Panamá, todas las hidroeléctricas). Dentro de este último grupo, el factor de emisiones es cero y por lo tanto todo el segundo término de la ecuación (1) se vuelve cero.

Las eficiencias del grupo  $m$  vienen dadas por:

### Ecuación 2

$$EF_{EL,m,y} = \frac{EF_{CO2,m,i,y} \cdot 3.6}{\eta_{m,y}}$$

#### En donde

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| $EF_{EL,m,y}$    | = | Factor de emisiones de la unidad $m$ en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> / MWh)                                    |
| $EF_{CO2,m,i,y}$ | = | Factor de emisiones del combustible fósil $i$ utilizado por la unidad $m$ en el año $y$ (tCO <sub>2</sub> /GJ) |
| $\eta_{m,y}$     | = | Eficiencia neta de conversión de energía de la unidad $m$ en el año $y$  |

### Ecuación 3

$$EF_{EL,m,y} = EF_{CO2,m,i,y} \cdot HR_{m,y}$$

#### Donde

|            |   |   |
|------------|---|---|
| $HR_{m,y}$ | = | Heat Rate de la unidad $m$ en el año $y$ (GJ / MWh) |
|------------|---|---|

Ante lo antes expuesto sobre cómo Panamá medirá y reportará los datos de este sector, el presente informe, en línea con el NDC de Panamá y tomando en cuenta que la TCN abarca estimaciones de este sector hasta el año 2016, se procedió a usar la información presentada en el capítulo de mitigación con el propósito de ser cónsono con lo analizado, ya que ese capítulo brinda información que va más allá del año base del INGEI de 2013. En este sentido, se procedió a estimar el factor de emisión de este sector siguiendo la metodología presentada anteriormente y el siguiente cuadro muestra los valores obtenidos para diferentes años.

**Cuadro 1.** Generación térmica y no-térmica desde el año 2005 hasta 2016.

| Año  | Generación Térmica (Mwh) | Generación Renovables (Mwh) | Emisiones CO2 (tCO2e) |
|------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2005 | 1,660,500                | 3,423,000                   | 1,224,872             |
| 2006 | 2,235,563                | 3,427,017                   | 1,803,695             |
| 2007 | 2,114,962                | 3,311,914                   | 1,498,898             |
| 2008 | 1,787,006                | 3,712,263                   | 1,256,393             |
| 2009 | 2,301,505                | 3,588,368                   | 1,598,148             |
| 2010 | 2,605,572                | 3,929,499                   | 1,997,928             |
| 2011 | 2,387,218                | 3,528,495                   | 1,647,487             |
| 2012 | 2,731,355                | 5,123,503                   | 2,063,003             |
| 2013 | 3,540,152                | 4,927,029                   | 2,486,777             |
| 2014 | 3,862,140                | 5,019,640                   | 2,588,820             |
| 2015 | 3,168,274                | 6,558,283                   | 2,229,146             |
| 2016 | 3,433,223                | 7,100,174                   | 2,356,823             |

Los valores de generación corresponden a los valores reales generados a partir del 2005 y hasta el 2016.  
(Fuente: Centro Nacional de Despacho de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A)

Los datos anteriores se utilizaron para estimar las emisiones a un nivel en donde el factor de emisión del país se ha calculado teniendo en cuenta datos específicos del país, como generación de energía de todas las fuentes en Panamá, con el objetivo de disminuir el nivel de incertidumbre de este sector.

Los resultados de estos cálculos se pueden ver en el siguiente cuadro.

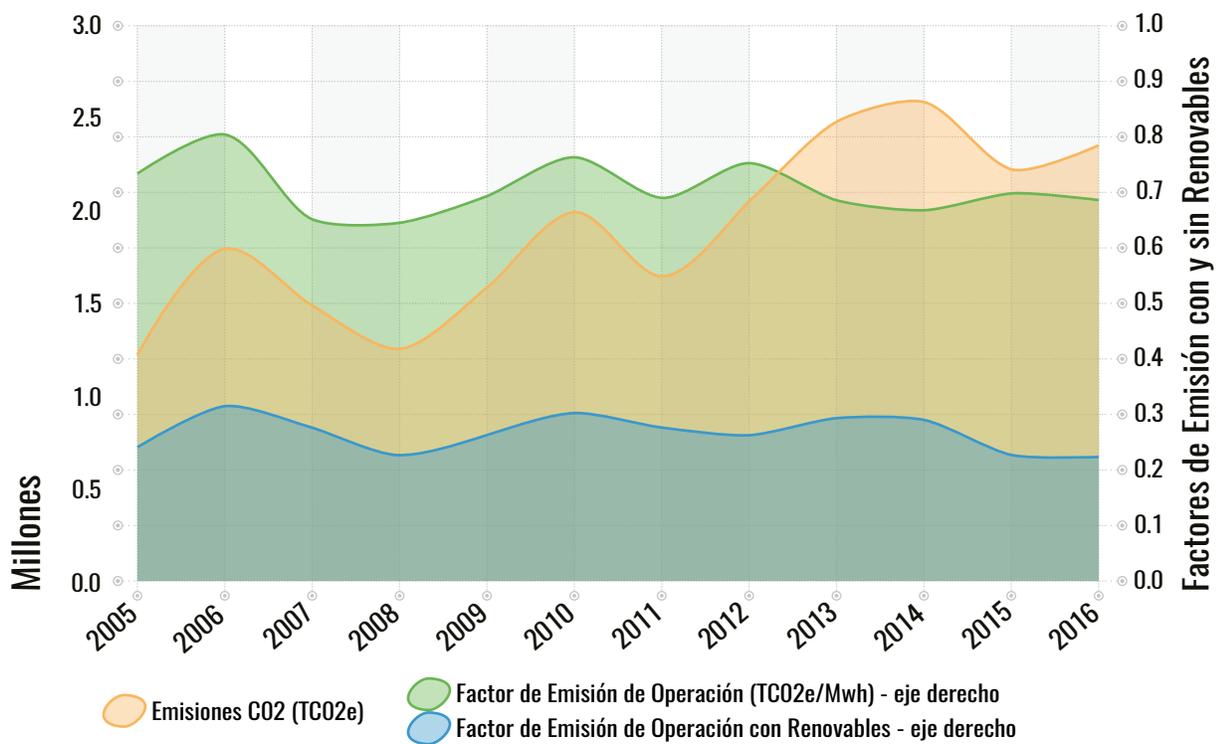
**Cuadro 2.** Emisiones por generación eléctrica

| Año  | Emisiones CO2 (tCO2e) | Factor de Emisión de Operación (tCO2e/Mwh) | Factor de Emisión de Operación con Renovables |
|------|-----------------------|--|---|
| 2005 | 1,224,872             | 0.737                                      | 0.241   |
| 2006 | 1,803,695             | 0.806                                      | 0.319   |
| 2007 | 1,498,898             | 0.652                                      | 0.276   |
| 2008 | 1,256,393             | 0.646                                      | 0.228   |
| 2009 | 1,598,148             | 0.693                                      | 0.271   |
| 2010 | 1,997,928             | 0.764                                      | 0.306   |
| 2011 | 1,647,487             | 0.69                                       | 0.278   |
| 2012 | 2,063,003             | 0.754                                      | 0.263   |
| 2013 | 2,486,777             | 0.687                                      | 0.294   |
| 2014 | 2,588,820             | 0.67                                       | 0.291   |
| 2015 | 2,229,146             | 0.7  | 0.229   |
| 2016 | 2,356,823             | 0.686                                      | 0.224   |

(Fuente: Elaboración propia)

El cuadro 2 muestra la generación eléctrica del Sistema Integrado Nacional de energía en donde se pueden ver por separado la generación de fuentes con combustible fósil y la generación con fuentes renovables, con las emisiones asociadas al sector por año; mientras el cuadro 2 muestra el factor de emisión dividido en dos formas. La primera muestra el factor de emisión en donde solo se toma en cuenta la generación térmica utilizando los pasos antes mencionados y la segunda, muestra otro factor de emisión que incluye la generación en conjunto de las fuentes térmicas y las fuentes renovables para entender la penetración que han tenido las fuentes renovables en la matriz energética.

Los datos de los cuadros 1 y 2 se ilustran en la Figura 3, con el objetivo de entender el comportamiento del factor de emisión histórico y de las mismas se puede concluir que a pesar que la generación ha aumentado año tras año, el factor de emisión se ha mantenido bastante estable; así como las emisiones asociadas lo que indica que el plantel del parque de generación se ha ido mejorando, con el enfoque no solo de contar con la generación necesaria sino también con tecnología más eficiente que han incidido a reducir las emisiones de GEI o que las mismas no se incrementen de forma abrupta.



**Figura 3.** Factores de Emisión con y sin Renovables y Emisiones asociadas a la Generación Eléctrica.

Fuente: Tercera Comunicación Nacional

De la figura anterior se puede apreciar que el factor de emisión del país se ha mantenido bastante constante trayendo como resultado de que las emisiones se incrementarían de forma más abrupta. Mantener el factor de emisión estable es un gran reto dado que implica tener un balance adecuado de instalaciones, tanto de proyectos de energía renovables como los de origen térmicos con mejor tecnología, y es precisamente eso lo que demuestra el comportamiento del factor de emisión del país en los últimos doce años; además de ser un buen indicador de que las emisiones de este sector se han reducido con el tiempo.

Dado este valor al año 2016 de 0.686 tCO<sub>2</sub>e/Mwh generado en el sector térmico que implica emisiones por el orden de casi 2,357,000 tCO<sub>2</sub>e, se puede claramente concluir que el sector de energía renovable ha tenido una fuerte penetración dentro del SIN y sus emisiones asociadas, ya que cuando se incluye la generación de las renovables junto a las térmicas, el factor de emisión del sector se disminuye hasta 0.224 tCO<sub>2</sub>e/Mwh. Esto es una clara evidencia del impacto por la penetración de las energías renovables, la cual de acuerdo al NDC, las mismas se irán incrementando con el tiempo, tal como lo especifica el PEN 2015-2050.

El PEN 2015-2050 es un documento que indica una hoja de ruta para el sector de generación eléctrica de Panamá a largo plazo y el mismo contempla una serie de medidas que están bien descritas. El documento hace un análisis a futuro basado en el escenario tendencial y aspira a seguir un escenario alternativo, en donde se ve predominante la inversión en energía renovable, la cual sirvieron de bases para el NDC. Sin embargo, encarrilar el sector de forma inmediata es casi un imposible, dado de que se deben de hacer ajustes a algunas políticas como lo es la Ley 6, que regula el sector eléctrico, además de saber con certeza la demanda que tiene el sector versus la oferta del mismo bajo el marco legal del sector y esto no es una tarea fácil.

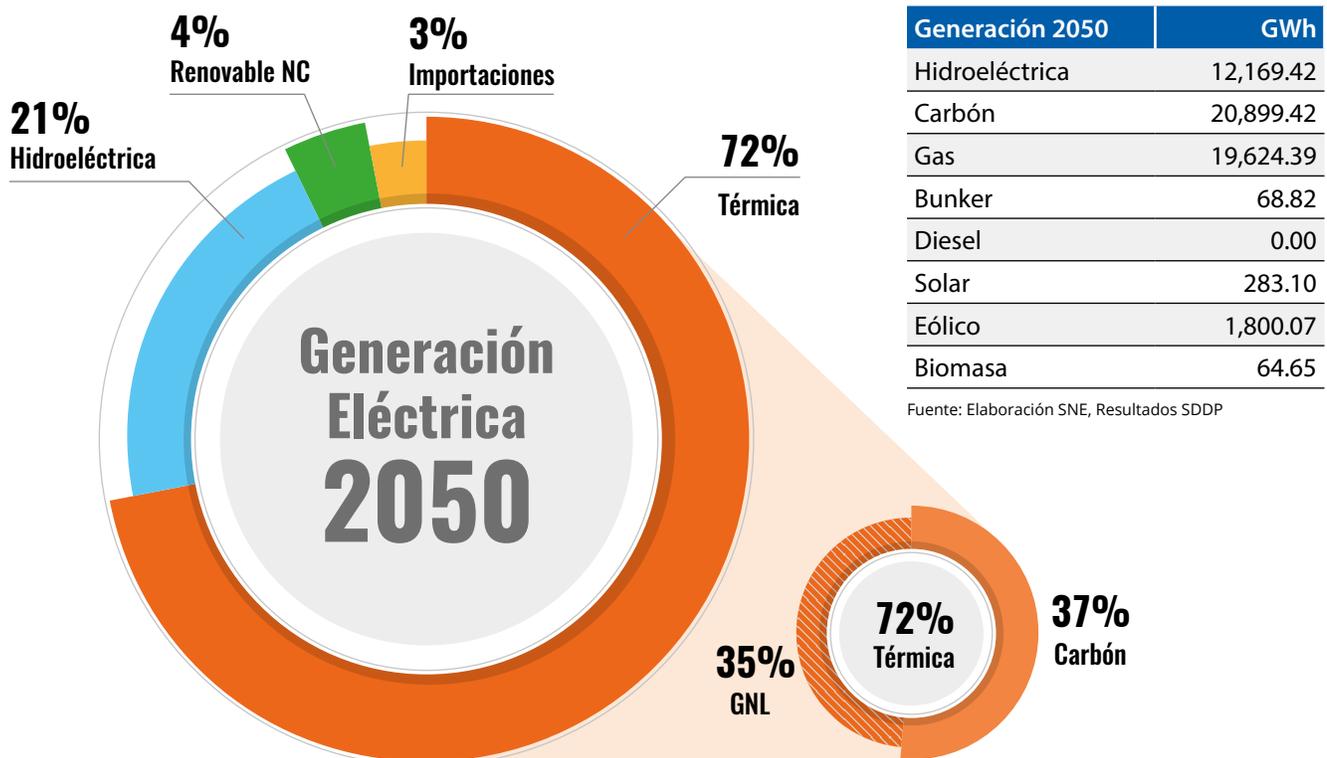
No obstante, las autoridades han marcado esa ruta a seguir dentro del PEN 2015-2050 a mediano y largo plazo y la medición del mismo se debe dar en un periodos de cinco años, pero el mismo debe de ser monitoreado de forma constante para hacer los ajustes necesarios que ayuden a cumplir con lo establecido en el NDC de 2016.

En este sentido y dentro de este informe se ha hecho una estimación de las emisiones en tCO<sub>2</sub>e asociadas al plan, además de compararlas con las emisiones reales del sector al año 2016. Para entender esto se explica los dos escenarios (referencia y alternativo) propuestos por el PEN 20152050.

En el escenario de referencia podemos ver para el año 2015 una proyección de generación eléctrica térmica de 2.112.474 MWh, creciendo a 40.592.630 MWh al 2050, y las fuentes renovables que pasa de 7.757.6300 MWh en 2015 a 14.317.230 MWh al 2050. El escenario de referencia está dominado por generación con combustibles fósiles, principalmente utilizando carbón y gas nacional como combustibles, como se puede ver en la figura 4.

La generación asociada al escenario de referencia de acuerdo al PEN 2015-2059 se aprecia en el siguiente Cuadro y Figura 4.

Por otro lado, el escenario alternativo presenta un tipo diferente de proyección y diferentes perspectivas sobre la generación de electricidad. Se parte de la base que la demanda de generación térmica en el 2015 debió ser de 1, 938,750 MWh y para el 2050 se espera que se genere a través de las mismas fuentes un estimado de 9, 619,190 MWh. Para el caso de las energías renovables, la generación que se estimó debió estar en el orden de 7, 757,240 MWh (2015), mientras que para el 2050 se espera que este tipo de fuentes generen en el orden de 24, 475,480 MWh.

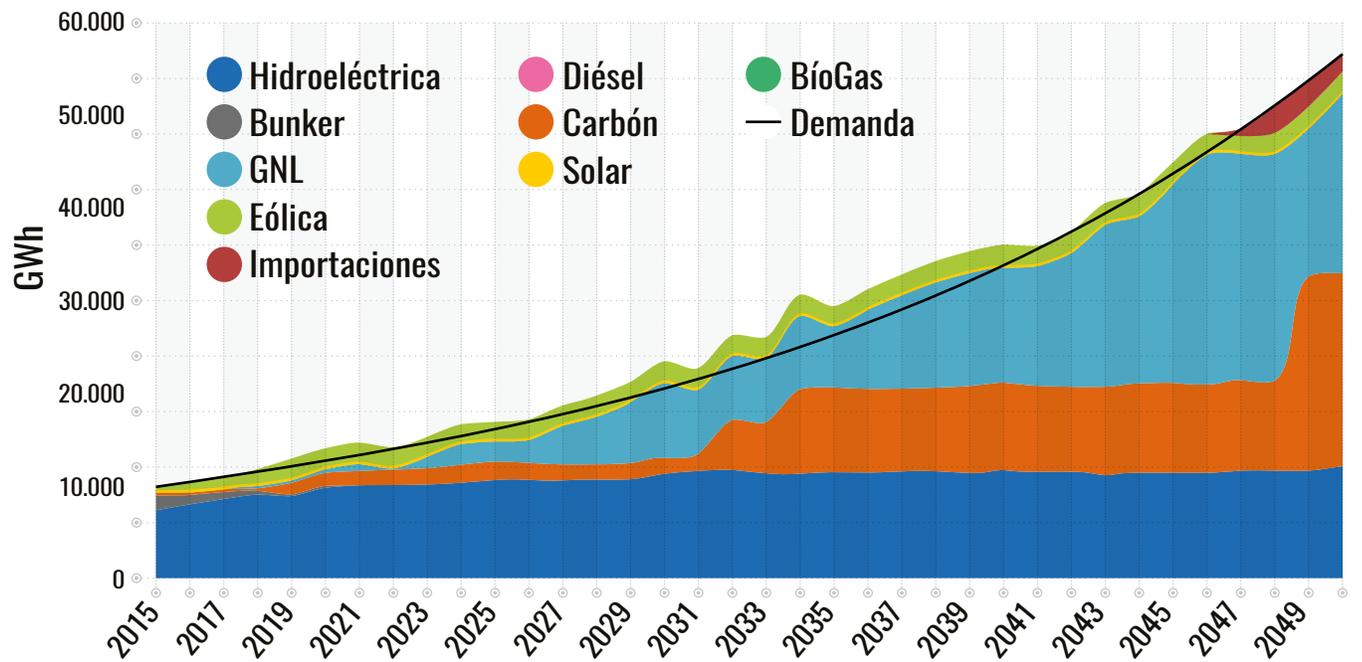


**Figura 4.** Generación Eléctrica 2050 Escenario de Referencia  
Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050

**Cuadro 3.** Proyección de Generación eléctrica por Quinquenio del 2015 al 2050 (GWh) - escenario de referencia

| Año  | Hidroeléctrica | Solar  | Eólica   | Diésel | Bunker   | Carbón    | GNL       | Biogás | Demanda   | Total     |
|------|----------------|--------|----------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| 2015 | 7,350.84       | 15.70  | 391.08   | 249.39 | 1,420.39 | 442.69    | 0.00      | 0.00   | 9,853.59  | 9,870.10  |
| 2020 | 9,861.78       | 281.74 | 1,779.38 | 0.00   | 169.71   | 1,359.66  | 515.25    | 64.65  | 12,634.22 | 14,032.18 |
| 2025 | 10,755.60      | 282.59 | 1,752.74 | 0.00   | 21.86    | 1,885.35  | 2,192.82  | 64.65  | 16,089.90 | 16,955.59 |
| 2030 | 11,415.25      | 283.64 | 1,756.41 | 0.00   | 2.53     | 1,768.17  | 8,160.79  | 64.65  | 20,423.80 | 23,451.43 |
| 2035 | 11,625.68      | 280.40 | 1,800.88 | 0.00   | 0.00     | 9,155.83  | 6,574.34  | 64.65  | 26,290.30 | 29,501.78 |
| 2040 | 11,689.81      | 282.98 | 1,774.11 | 0.00   | 68.82    | 9,576.57  | 12,567.83 | 64.65  | 33,891.50 | 36,024.78 |
| 2045 | 11,584.59      | 280.63 | 1,762.40 | 0.00   | 68.82    | 9,651.27  | 21,532.55 | 64.65  | 43,748.10 | 44,944.92 |
| 2050 | 12,169.42      | 283.10 | 1,800.07 | 0.00   | 68.82    | 20,899.42 | 19,624.39 | 64.65  | 56,538.30 | 54,909.87 |

Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050



**Figura 5.** Oferta eléctrica por fuente y demanda total - escenario de referencia

Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050

Bajo este escenario las proyecciones de Generación Eléctrica muestran que la capacidad instalada en 2050 deberá ser de 16,008 MW, compuesta por una matriz energética integrada por plantas que generan a partir de fuentes térmicas, hídricas y renovables no convencionales (solar, eólica, biomasa etc.), esto es mayor a la capacidad instalada que se requería en el Escenario de Referencia, debido a que al instalar una gran cantidad de energías renovables no convencionales como la eólica y solar, que tiene mucha intermitencia, se requieren plantas de respaldo que cuenten con potencia firme; también hay que destacar que de esta capacidad instalada el 5.5%

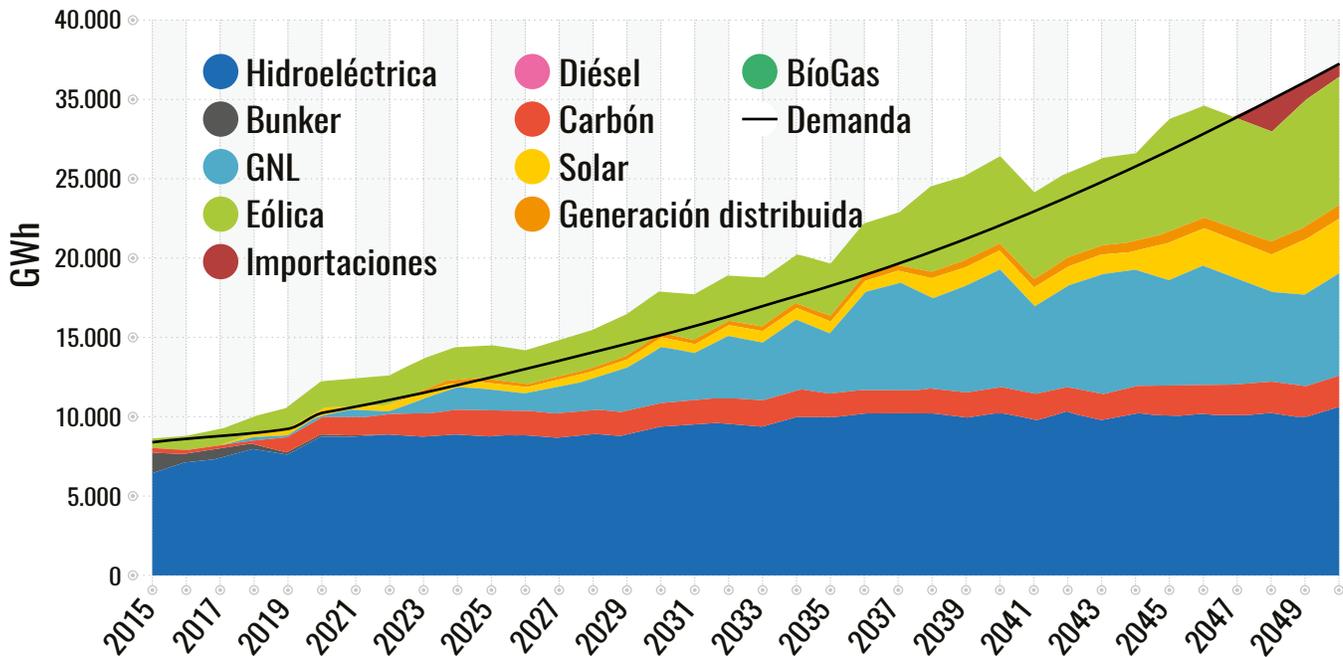
corresponde a auto generadores por medio de paneles fotovoltaicos.

El 66.9% de la capacidad instalada a 2050 en este escenario, es de plantas con fuentes de energía renovable (Figuras 6 y 7), en este escenario se utilizaron costos más bajos para las plantas renovables que en el Escenario de Referencia, sustentados en documentación que indica que los precios seguirán la tendencia de disminución, y asumiendo que el país realiza esfuerzos para prevenir la emisión de gases contaminantes, incluyendo las emisiones por generación con carbón.

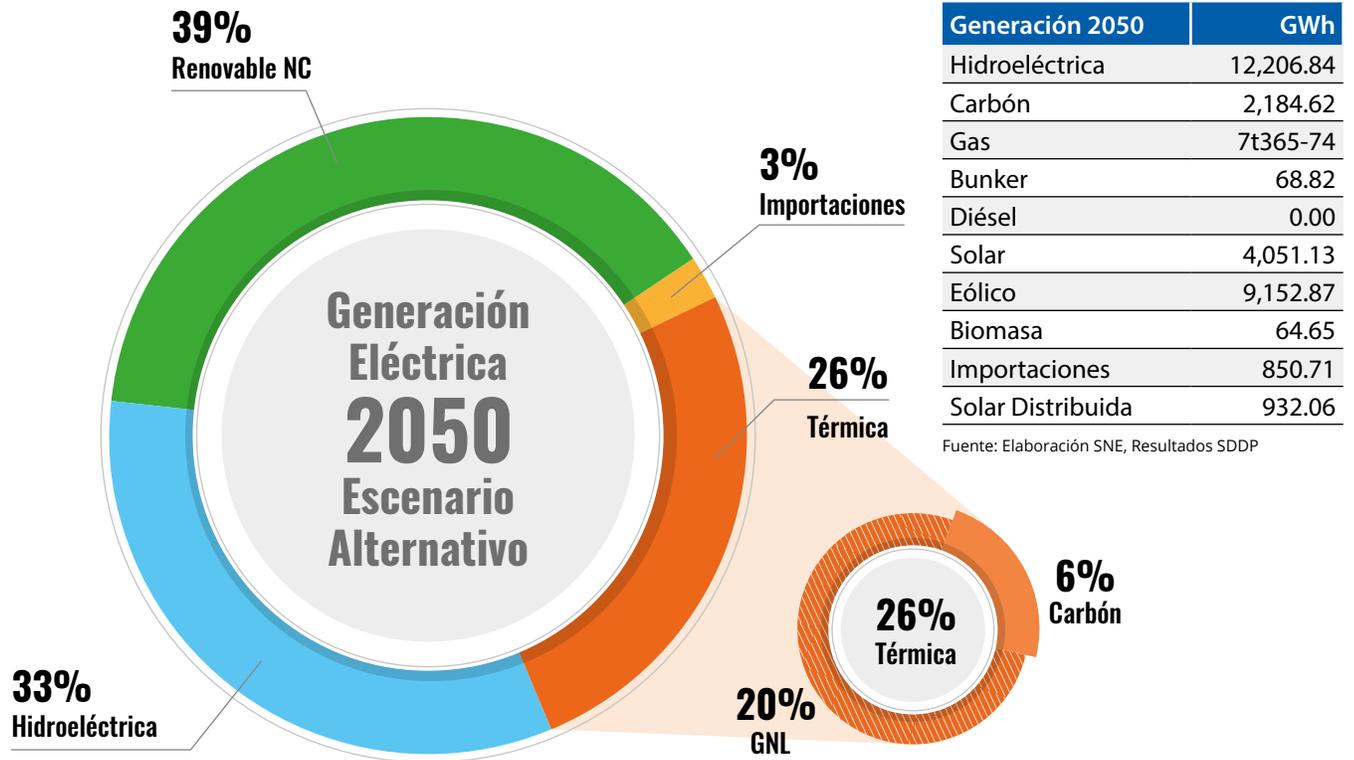
**Cuadro 4.** Proyección de Generación por Quinquenios del 2015 al 2050 (GWh) - escenario alternativo

| Ano  | Hidroeléctrica | Solar    | Eólica   | Diésel | Bunker   | Carbón   | GNL      | Biogás | Demanda   | Total     |
|------|----------------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|-----------|-----------|
| 2015 | 7,350.45       | 15.70    | 391.08   | 184.52 | 1,316.00 | 438.23   | 0.00     | 0.00   | 9,628.12  | 9,695.99  |
| 2020 | 10,069.15      | 325.83   | 1,695.31 | 0.00   | 169.54   | 1,213.95 | 397.10   | 64.65  | 11,648.43 | 13,935.53 |
| 2025 | 10,101.09      | 470.65   | 2,408.64 | 0.00   | 3.14     | 1,787.55 | 1,675.09 | 64.65  | 14,347.90 | 16,510.82 |
| 2030 | 10,722.66      | 749.96   | 2,915.89 | 0.00   | 2.10     | 1,742.02 | 4,050.43 | 64.65  | 17,129.20 | 20,247.70 |
| 2035 | 11,463.86      | 850.90   | 3,725.63 | 0.00   | 0.00     | 1,728.68 | 4,330.06 | 64.65  | 20,589.50 | 22,163.78 |
| 2040 | 11,781.14      | 1,412.33 | 6,166.04 | 0.00   | 68.82    | 1,723.64 | 8,481.43 | 64.65  | 24,687.90 | 29,698.06 |
| 2045 | 11,547.26      | 2,772.37 | 8,047.34 | 0.00   | 68.82    | 2,061.62 | 7,606.54 | 64.65  | 30,047.50 | 32,168.60 |
| 2050 | 12,206.84      | 4,051.13 | 9,152.87 | 0.00   | 68.82    | 2,184.62 | 7,365.74 | 64.65  | 35,911.40 | 35,094.68 |

Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050

**Figura 6.** Oferta eléctrica por fuente y demanda total - escenario alternativo

Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050



**Figura 7.** Generación Eléctrica 2050, Escenario Alternativo  
Fuente: Secretaría Nacional de Energía. PEN 2015-2050

Las aspiraciones de Panamá en su NDC por parte del sector energético se pueden ver reflejadas en la proyección del PEN 2015-2050. El factor de emisión al año 2016 del sector térmico está en el orden de 0.686 tCO<sub>2</sub>e/Mwh generado comparado con el proyectado al año 2030 que es de 0.634 tCO<sub>2</sub>e/Mwh. Para esto, el enfoque que se tiene se encuentra en el proceso de introducir por el momento tecnología más limpia dentro del sector térmico como es el uso de Gas Natural en donde más de 700 MW de plantas bajo Gas Natural estarán incrementando el parque energético antes del 2020. Aunque parte de la meta es tener un incremento en la capacidad instalada del parque de un 15% proveniente de fuentes como la solar y la eólica, las mismas siguen estando en línea con el plan y parte de esta capacidad entrara entre el año 2020 y 2025.

Sin embargo, las mismas deberán de ser recalculadas y actualizadas antes del año 2020 para mejorar la aspiración del país, dado que el PEN 2015-2050 fue finalizado durante el 2016 y existen ciertos cambios que serán reformuladas para el próximo NDC del 2020, siempre reflejando un nivel mayor al NDC actual. Este es un primer paso en donde el país manda su señal comprometida a cumplir con el Acuerdo de Paris y se prepara para aumentar su ambición. De igual forma el próximo BUR reflejara un escenario más claro en la dirección que se encuentra el país, para ir definiendo con mayor certeza una estrategia baja en emisiones de carbono, como es su mandato bajo la Ley 8 del 25 de Marzo de 2015, así como lo propicia el AP en su Artículo 4.

**Cuadro 5.** Información de la Generación Proyectada en los dos Escenarios del PEN 2015-2050, las Emisiones Asociadas en términos de tCO<sub>2</sub>e y el Factor de Emisión asociado.

| Actividad  | 2020       | 2025       | 2030       | 2035       | 2040       | 2045       | 2050       |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Generación Térmica (Mwh) - PEN Escenario Referencia  | 2,044,629  | 4,100,018  | 9,931,485  | 15,730,173 | 22,213,225 | 31,252,641 | 40,592,634 |
| Generación Renovables (Mwh) - PEN Escenario Referencia   | 11,987,548 | 12,855,575 | 13,519,945 | 13,771,606 | 13,811,553 | 13,692,274 | 14,317,235 |
| Generación Total (Termo + ER) (Mwh) - PEN Escenario Referencia   | 14,032,177 | 16,955,594 | 23,451,431 | 29,501,779 | 36,024,778 | 44,944,915 | 54,909,870 |
| Emisiones en tCO <sub>2</sub> e de la Generación Térmica PEN Escenario de Referencia                       | 1,614,828  | 2,945,613  | 6,320,854  | 11,841,859 | 15,767,229 | 21,077,805 | 29,783,545 |
| Factor de Emisión de la Generación Térmica PEN Escenario de Referencia (tCO <sub>2</sub> e/Mwh)            | 0.787      | 0.716      | 0.634      | 0.750      | 0.707      | 0.672      | 0.731      |
| Factor de Emisión de la Generación Total (Termo + ER) PEN Escenario Referencia en (tCO <sub>2</sub> e/Mwh) | 0.115      | 0.174      | 0.270      | 0.401      | 0.438      | 0.469      | 0.542      |
| Generación Térmica (Mwh) - PEN Alternativo   | 1,780,589  | 3,465,782  | 5,794,550  | 6,058,743  | 10,273,898 | 9,736,981  | 9,619,190  |
| Generación Renovables (Mwh) - PEN Escenario Alternativo  | 12,154,937 | 13,045,037 | 14,453,151 | 16,105,037 | 19,424,165 | 22,431,619 | 25,475,484 |
| Generación Total (Termo + ER) Escenario Alternativo (Mwh)  | 13,935,526 | 16,510,820 | 20,247,702 | 22,163,780 | 29,698,063 | 32,168,600 | 35,094,675 |
| Emisiones en tCO <sub>2</sub> e de la Generación Térmica Escenario Alternativo                             | 1,418,325  | 2,543,388  | 3,892,691  | 4,043,098  | 6,518,825  | 6,302,045  | 6,268,566  |
| Factor de Emisión de la Generación Térmica Escenario Alternativo (tCO <sub>2</sub> e/Mwh)                  | 0.793      | 0.731      | 0.669      | 0.665      | 0.632      | 0.645      | 0.649      |
| Factor de Emisión de la Generación Total del Escenario Alternativo en (tCO <sub>2</sub> e/Mwh)             | 0.102      | 0.154      | 0.192      | 0.182      | 0.220      | 0.196      | 0.179      |

Foto: Ivan Uribe



## 7.2. Uso de Tierra y Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UT CUTS)

Panamá sigue avanzando en la elaboración de su estrategia de REDD+ y en este sentido continua revisando los datos del ejercicio del Proyecto del Mapatón que analiza año tras año los diferentes UT CUTS que serán reportados en futuros INGELs de forma más precisa, con miras a presentar su NREF/NEF ante el proceso de revisión tal como se expresa en la Decisión 13/CP19. Este ejercicio ha llevado a mejorar mucho más la calidad de los datos dentro de este sector de forma más transparente, consistente, comparable, completa y con mayor exactitud, utilizando la metodología de Collect Earth con Openforis.

Este proceso ha mejorado las medidas de control de calidad comprendiendo los principales cambios que se han producido en el sector de UT CUTS, analizando y documentando la clasificación de categorías y subcategorías, los datos de actividad requeridos y los factores de emisión por defecto proporcionados por las directrices del IPCC 2006, para el período desde el año 2000 a 2016.

En este sentido se desarrolló una matriz de comprensión de todos los cambios posibles que ocurrían con el objeto de definir los posibles cambios de Uso de Tierra, ver Cuadro 6.

Con base a esta matriz (Cuadro 6) se decidió:

### 1. Pastos que habían cambiado a Bosque Secundario se recategorizan a Rastrojos.

Se decide ya que por sucesión ecológica un pasto que se convierte a bosque secundario primero debe pasar por un estado de Rastrojo, teniendo en cuenta que estos se definen como "Formación vegetal constituida por especies herbáceas, arbustivas, leñosas y ocasionalmente arbóreas invasoras de uno a cinco años de edad, que no sobrepasan los cinco metros de altura promedio y que crece en terrenos deforestados y luego abandonados. Pueden contener algunos árboles aprovechables dispersos, de diversos tamaños y su potencial económico depende de las especies presentes. Se consideran un estado de sucesión secundaria que se encuentra en una etapa inicial de desarrollo, o bosques pioneros o secundario muy joven, menores a cinco (5) años de edad"

### 2. Cultivos que habían cambiado a Bosque Secundario se recategorizan a Rastrojos.

Se decide ya que por sucesión ecológica un cultivo debe pasar primero por pasto, luego por rastrojo para llegar a convertirse en bosque secundario.



**3. Bosque Maduro que había cambiado a Bosque Secundario se recategorizan a Bosque Intervenido.**

Por sucesión ecológica un Bosque Maduro definido como “formaciones cerradas constituidas predominantemente de especies propias de la fase final de la sucesión ecológica. En condiciones normales la cubierta de árboles y del sotobosque es mayor al 80%, e incluyen también los bosques clasificados por algunos investigadores como bosques primarios, que comprenden aquellos donde los procesos de intervención, alteración y fragmentación no han tenido influencia antropogénica visible” no puede pasar a un Bosque Secundario, definido como “vegetación que se encuentra en estado de sucesión secundaria, producto de la remoción completa o parcial de la vegetación primaria, debido a causas antropogénicas o naturales” a no ser que sea sujeto a un proceso de degradación natural o antrópico.

Por lo tanto, se crea una nueva categoría de clasificación llamada Bosques Intervenido, definida como “bosques homogéneos o mixtos, la cual más del 60 % de su cobertura ha sido alterada o intervenida por la acción humana u otras causas.” De tal forma que todas las áreas de Bosque Maduro que habían cambiado a Bosque Secundario se recategorizan a Bosque Intervenido.

**4. Bosque Maduro que había cambiado a Plantación se recategorizan a Bosque Intervenido.**

Se identificó como un error de interpretación anterior ya que en un año una plantación no puede tener un tamaño identificable como plantación. Por lo tanto, se concluye que los posibles cambios son BM a cultivos o arroz o pastos o bosque intervenido.

**5. Bosque Secundario que había cambiado a Plantación se recategorizan a Bosque Secundario.**

Se identifica como un error de interpretación ya que en un año una plantación no puede tener un tamaño identificable como plantación. Se considera que las plantaciones deben convertirse primero en pastos, luego en rastrojos para luego si llegar a ser Bosques Secundarios.

**6. Bosque Maduro que había cambiado a Manglar.**

**7. Manglares que habían cambiado a Rastrojo se recategorizan a rastrojos.**

Se acepta este cambio, el cual permite cuantificar perdidas en área de Manglar.

**8. Rastrojos que habían cambiado a Plantación se recategorizan a rastrojos.**

Se considera que los rastrojos deben convertirse

primero en pastos para luego si establecer una plantación. Por lo tanto, ya que en un año una plantación no puede tener un tamaño identificable como plantación se considera que lo que se vio en la imagen fue un rastrojo y no una plantación.

**9. Pastos que habían cambiado a Plantación se recategorizan a rastrojos,** debido a que en un año una plantación no puede tener un tamaño identificable como

**10. Manglares que habían cambiado a Arroz.** Este cambio se considera posible para cambio a cultivos de arroz fanguero.

**11. Pastos que habían cambiado cultivos de palma.** La palma se va a agregar con los demás cultivos en una categoría se acepta este cambio del uso del suelo en un solo año.

Toda esta actividad de re-clasificación se consideró como PRIORIDAD, ya que el hecho de que Panamá presentará su NREF/NEF a inicios de 2018 (para su respectiva revisión), generó este ejercicio de revisión y/o actualización para tener una conexión directa con el INGEl, ya que el mismo dependen 100% de las áreas y cambios de uso del suelo en el tiempo.

Panamá prepara toda su información de este sector basado en los datos que serán presentados bajo el NREF/NEF, principalmente con el objetivo de ordenar toda la información y que la misma se siga utilizando de forma sistemática para futuros BUR y NDC. Aunque al momento de la redacción de este Primer Informe Bienal no se tenían todas las decisiones, Panamá ha decidido presentar una combinación de Tier 1 y Tier 2 en cuanto respecta a los Factores de Emisiones que utilizara en su INGEl asociados al NREF/NEF y los mismos serán oficializados en el próximo BUR.

**En este sentido se analiza lo siguiente:**

- **Bosque Intervenido:** Se decide que debido a que en la interpretación del Mapatón estas áreas fueron consideradas como Bosque Secundario, se tomara el mismo valor utilizado para este bosque hasta que se realice un muestreo específico en estas áreas. Hasta el momento no se encuentra un método claro para dar una distribución porcentual del FE con respecto al valor del Bosque maduro, debido a que la clasificación se dio por respuesta espectral; por lo que se recalca que este

es un valor aproximado, el cual posiblemente subestima el valor real del stock de carbono de esta categoría.

También, se define que debido a que en esta serie temporal no se identificó que los puntos de muestreo de Bosque Intervenido cambiaran a otro tipo del suelo, se asume que el bosque intervenido permanece como bosque intervenido el en el tiempo. No se agregarán tasas adicionales de crecimiento o de degradación, por lo que el stock de carbono permanecerá constante en el tiempo hasta que se realice un análisis de parcelas permanentes que permitan entender la dinámica ecológica y/o antropológica dentro de estas áreas.

- **Sumideros de Carbono:** Para el NREF/NRF de Panamá se consideran los cinco depósitos de carbono en la estructura de los bosques recomendadas por el IPCC, estos depósitos/reservorios, son los siguientes:

- **Biomasa aérea:** incluye el carbono acumulado en el tronco, ramas, ramillas y hojas de la vegetación.
- **Biomasa subterránea:** incluye el carbono acumulado en las raíces.
- **Madera muerta:** incluye el carbono acumulado en la biomasa muerta en pie y en los residuos gruesos.
- **Hojarasca:** corresponde a la biomasa muerta compuesta por hojas y fragmentos de madera de pequeño tamaño.
- **Carbono orgánico del suelo:** materia orgánica incorporada y acumulada en los primeros 30 centímetros de suelo.

Foto: Ivan Uribe



En este sentido se sigue analizando si estos cinco depósitos se considerarán para todas las categorías de uso de la tierra o si algunos serán excluidos, ya que es al nivel de categoría y depósito que deben analizarse los métodos y datos para la estimación.

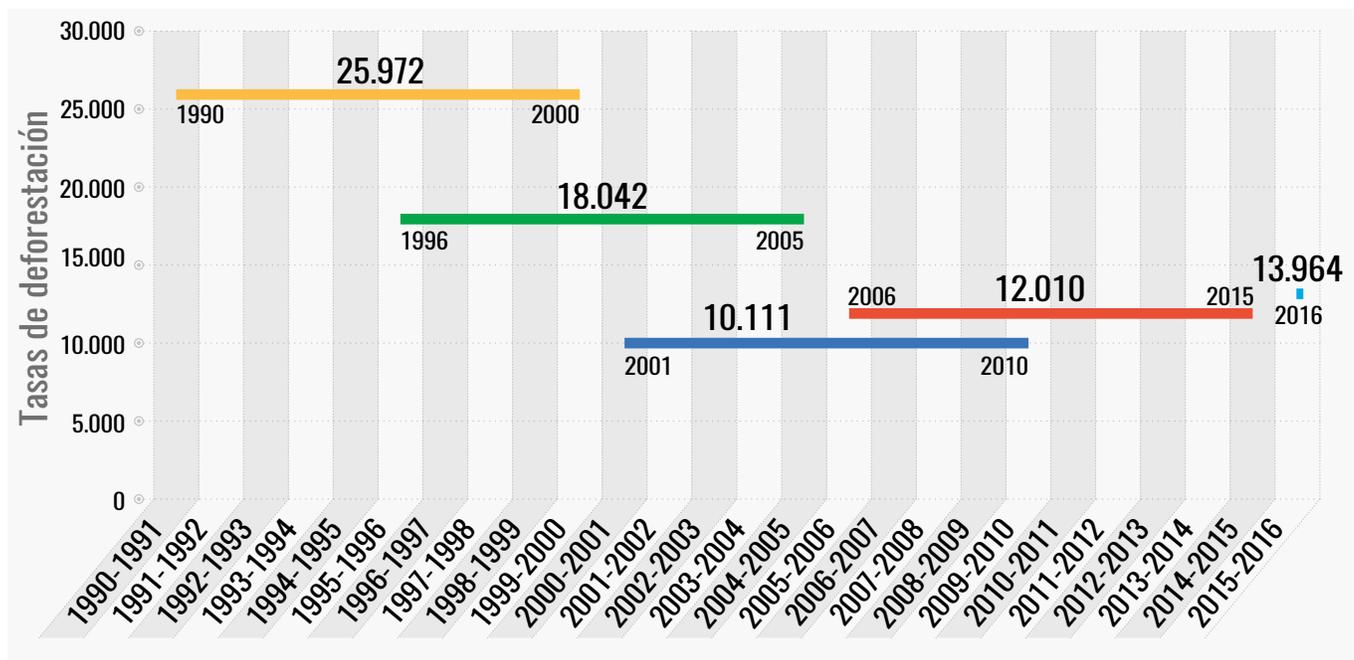
Debido a la falta de factores de Emisión específicos para todas las categorías propuestas, se define que las categorías para el INGEI se modifican de la siguiente manera:

|                    |   |                    |   |
|--------------------|---|--------------------|---|
| Bosques            | Bosque Maduro<br>Bosque Secundario<br>Mangle<br>Orey<br>Cativo<br>Rafia<br>Plantación - Coníferas<br>Plantación Latifoliada<br>Bosque Desconocido   | Bosques            | Bosque Maduro<br>Bosque Secundario<br>Mangle<br>Orey<br>Cativo<br>Rafia<br>Plantación - Coníferas<br>Plantación Latifoliada |
| Tierras de Cultivo | Café<br>Cítrico<br>Palma aceitera<br>Plátano/banano<br>Otro cultivo permanente<br>Arroz<br>Caña de azúcar<br>Horticultura Mixta<br>Maíz<br>Piña<br>Otro Cultivo Anual<br>Área Heterogénea de producción agropecuaria<br>Cultivo Desconocido | Tierras de Cultivo | Cultivos<br>Arroz   |
| Pastizales         | Pasto<br>Vegetación herbácea Rastrojos  | Pastizales         | Pastos<br>Rastrojos   |
| Asentamientos      | Área Poblada Infraestructura<br>Explotación Minera Estanque para acuicultura Salinera   | Asentamientos      | Asentamientos   |
| Otras tierras      | Afloramiento rocoso/Tierra desnuda<br>Playa/Arenal  | Otras tierras      | Otras tierras   |
| Humedales          | Rio<br>Lago<br>Presa  | Humedales          | Humedales   |

Todo este proceso es importante mencionarlo, ya que el mismo refleja como el INGEI está siendo mejorado y como el mismo se deberá de tratar en futuros BUR, para ser consistente en la información que reportará el país en sucesivas Comunicaciones Nacionales y BURs que a la vez serán las bases de futuros NDC.

Por otro lado y relacionado al proceso de deforestación y degradación de bosques y para efectos de este Primer Informe Bienal, se pudo notar que luego de la revisión y reclasificación última de los datos, las tasas de deforestación cambiaron con respecto al informe presentado en la Tercera Comunicación Nacional, como se aprecia en la figura 8.

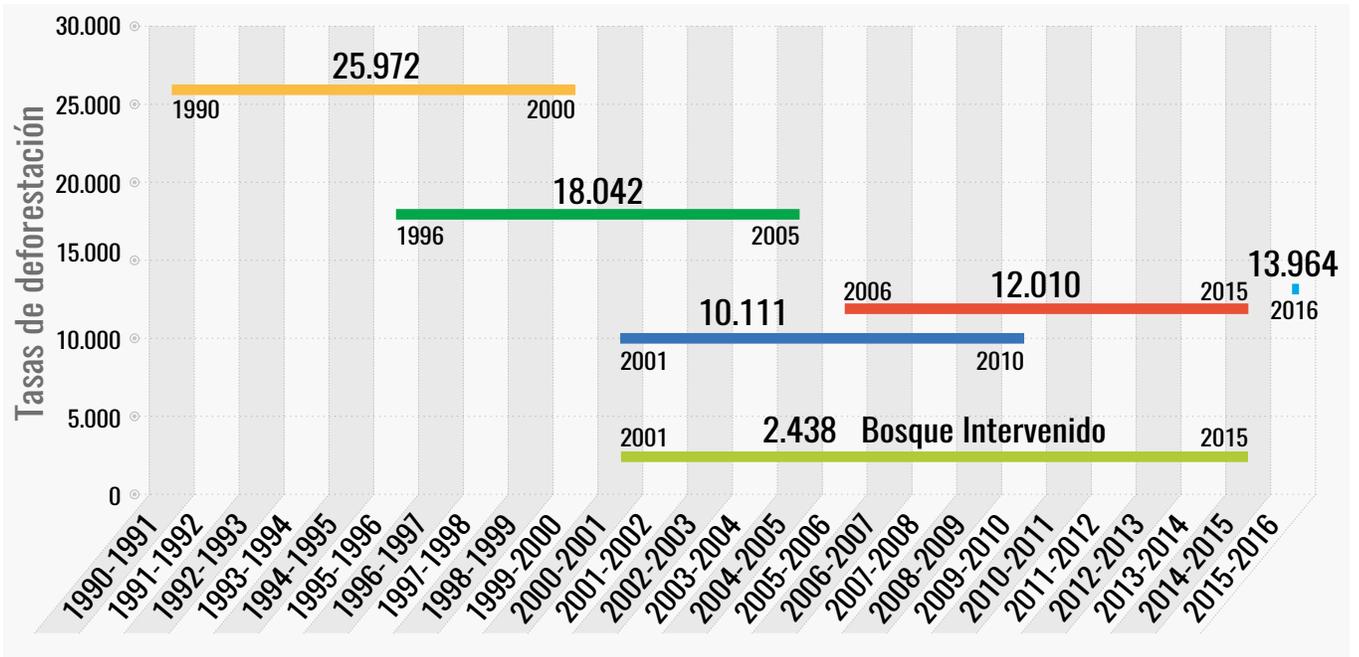
Lo importante a resaltar de la Figura 8, es que la tasa de deforestación que se había estimado y reportado en el capítulo de mitigación de la TCN que estaba en el orden de 15,330 ha/año para el periodo de 2006 a 2015 disminuyó a 12,010 ha/año. Esto no se debe de interpretar como una disminución de la propia deforestación per se, sino más como una mejora del dato medido, luego de la revisión exhaustiva que se explicó anteriormente. En este sentido se definió la nueva categoría de Bosque Intervenido, que antes no existía y se reflejaba como deforestación, en vez de ser considerado como un proceso de degradación de bosque como se aprecia en la figura 9.



**Figura 8.** Tasa de Deforestación Estimada  
Fuente: Elaboración propia derivada de los datos revisados del Mapatón en Octubre 2017

De la figura 9 se puede notar que existe un promedio de degradación de bosques bajo el termino de bosques intervenido (BI) que esta en el orden de 2,438 ha/año, el cual antes se estaba considerando como deforestación. Esto es un hito importante para el tema de la Estrategia de REDD+, ya que las emisiones asociadas a la degradación son menores que las de la deforestación. Los factores utilizados para pasar de BLMM a BI son los expuestos en

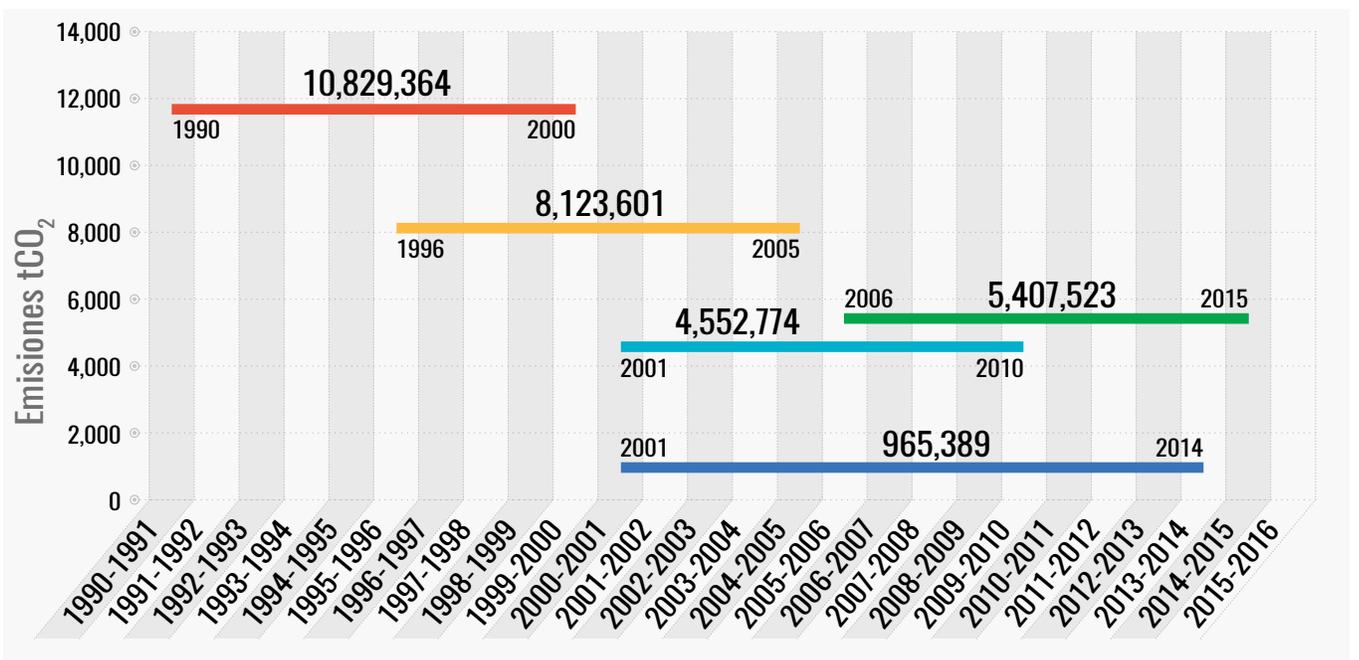
el informe de 2005 y 2010, solo que ahora se le agrega BI, donde su biomasa aérea es de 70 ton C/ha. Mientras que la del BLMM es de 300 ton C/ha. Para calcular la emisión de la conversión de uno a otro, es simplemente restar la última biomasa de la primera (es decir, 70-300), multiplicarla por el área de cambio y la fracción de carbono. En conclusión, el factor de conversión de Bosques Latifoliado Mixto Maduro a Bosque Intervenido es de 108 ton C/ha.



**Figura 9.** Tasa de Deforestación y de Degradación de Bosques (Bosque Intervenido)

Fuente propia derivada de los datos revisados del Mapaton en Octubre 2017

Nuevamente el hecho de analizar las cinco actividades de REDD+ dentro de la estrategia, ha permitido tener un mejor conocimiento de lo que sucede en el bosque de forma holística. La figura 10 muestra de forma general las emisiones asociadas a las actividades provenientes de la deforestación y degradación de bosques dentro de REDD+, en donde las emisiones son menores de las que se pensaban y que en teoría están en el orden de 5, 407,523 tCÚ<sub>2</sub>e para el periodo de 2006 a 2015 en deforestación y de 965,389 tCÚ<sub>2</sub>e para la degradación aproximadamente.



**Figura 10.** Emisiones estimadas asociadas a la deforestación y de Bosques Intervenido (Degradación) en diferentes periodos

Fuente propia derivada de los datos revisados del Mapaton en Octubre 2017

Nuevamente es importante resaltar que Panamá se encuentra en el proceso de culminar su NREF/NEF, en donde las autoridades han considerado las cinco actividades de REDD+. Los resultados de ese trabajo serán publicados en el próximo BUR que presente el país una vez termine su proceso de revisión ante la CMNUCC, y el mismo servirá como base para revisar y corregir todos los datos de los inventarios del sector UT CUTS previos, reportados en diferentes Comunicaciones Nacionales a partir del año 2000 y en un esquema de año por año; permitiendo tener un sistema de Medición y Reporte de forma transparente, consistente, comparable, completa y lo más exacto posible para este sector.

## 8. SISTEMA DE MEDICION, REPORTE, Y VERIFICACION (MRV)

El término del MRV a menudo tiende a usarse como sinónimo de Monitoreo, sin embargo existen diferencias entre ambos que deben de ser entendidas para poder comprender las acciones de mitigación del país.

“El término monitoreo puede ser definido como mediciones y/o observaciones periódicas y sistemáticas para evaluar el cambio de un indicador (Proceso de Montreal). Por ejemplo, Monitoreo de los bosques en general comprende una serie de indicadores para evaluar el cambio en el estado de los bosques, los avances hacia un manejo sostenible y la eficacia de medidas políticas, y por tanto puede cubrir mucho más que las necesidades específicas de REDD+.

Medición, Reporte y Verificación (o MRV como se normalmente abrevia), por otro lado, es un término que se usa exclusivamente en el marco de la CMNUCC, y trata específicamente de la forma en que los países debe recolectar, procesar y reportar la información sobre emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, permitiendo así una verificación por un ente externo. Por lo tanto, los inventarios nacionales de gases de efecto inverna-

dero deben ser basados en información recolectada de una manera metodológicamente correcta y de forma transparente.

En resumen, las actividades de monitoreo proporcionan información que los países necesitan para informar a CMNUCC sobre las emisiones bajo los principios de MRV establecidas en la metodología de IPCC<sup>12</sup>.

Por otro lado es importante resaltar que la **M**edición de un sector depende mucho de la calidad de la actividad de datos, ya que éstos pueden ser medidos o estimados dependiendo del sector y los mismos son **R**eportados bajo los informes de las Comunicaciones Nacionales y los Informes Bienales de Actualización, entendiéndose que una parte clave de estos informes están compuesto por el Inventario de Gases de Efecto Invernadero; y éstos a su vez son **V**erificados cuando pasan por el análisis de Consulta Internacional en donde se pide la aclaración de lo presentado en los informes.

Bajo esta premisa, Panamá considera bajo su sistema de MRV de sus acciones lo siguiente:

12 Informe del Marco conceptual y aspectos institucionales para la implementación de un sistema nacional de monitoreo de los bosques en Panamá. ANAM/FAO 2015

## 8.1. “Medición

Bajo la Convención, el concepto medición se ha referido específicamente a realizar inventarios de gases de efecto invernadero (GEI), que luego son presentados ante la CMNUCC en las Comunicaciones Nacionales y en los Informes de Actualización Bienales. Durante las negociaciones de Cancún y Durban, la Conferencia de las Partes (COP) decidió que debían llevarse a cabo inventarios de GEI “más extensos” en los países en desarrollo cada cuatro años. Los efectos y el progreso de NAMAs específicas también deberán someterse a procesos de medición.

## 8.2. Reporte

Hay dos tipos de reportes especificados en el marco de la Convención: las Comunicaciones Nacionales y los Informes Bienales de Actualización. Lo que se espera de este proceso de reporte fue discutido en los Acuerdos de Cancún y luego zanjado en Durban. Los países no incluidos en el Anexo I, o países en vías de desarrollo, están obligados a informar de sus acciones de mitigación de cambio climático en las Comunicaciones Nacionales, que deben ser presentadas cada cuatro años. Además de los inventarios nacionales de GEI, este reporte incluye las medidas de mitigación y sus efectos, además del apoyo recibido para estas iniciativas. Los Reportes Bienales proporcionan, por su parte, una actualización de la información presentada en las Comunicaciones Nacionales e incluyen información sobre las acciones de mitigación, necesidades y apoyo recibido en esta materia. Se puede informar sobre el progreso de las NAMAs en ambos mecanismos, aunque esto no es obligatorio. En la COP-17 celebrada en Durban se decidió que los países que no pertenecen al Anexo I deberán presentar estos reportes de actualización cada dos años, a partir de diciembre de 2014, y que deberán incluir inventarios de GEI llevados a cabo dentro de los cuatro años de su presentación.

## 8.3. Verificación

La consulta y análisis internacional de los reportes bienales es el mecanismo utilizado para verificar las acciones de mitigación, sus resultados y el respaldo recibido. Se hace hincapié en que este proceso de consulta y análisis “debe ser no intrusivo, no punitivo y respetuoso de la soberanía nacional”. Su objetivo es aumentar la transparencia de las acciones de mitigación y sus efectos. La primera ronda del proceso de consulta y análisis debiera comenzar transcurridos seis meses desde la presentación de la primera ronda de reportes bienales. Si bien ya se han definido modalidades y parámetros de este proceso de consulta y análisis, la composición y procedimientos para el equipo de expertos técnicos encargado de este mecanismo aún no se ha decidido.”<sup>13</sup>

Actualmente Panamá esta desarrollando una propuesta de MRV para los dos sectores presentados en su primer NDC. Los mismos todavía están bajo un proceso de preparación y consulta en el segundo Reporte Bienal de Actualización se darán mejores detalles de los métodos ya aceptados, sin embargo lo propuesto en este primer BUR como MRV, va en línea con las Guías de Buenas Prácticas del IPCC en materia de medición y reporte, además de seguir las Decisiones que tienen incidencia en estos temas bajo CMNUCC.

13 MRV de NAMAs y Guías para Selección de Indicadores de Desarrollo Sostenible basado en la Decisiones de la CMNUCC. Center for Clean Air Policy (CCAP) 2012

## 9. ASISTENCIA TECNOLÓGICA Y FINANCIERA RECIBIDA.

En Panamá se destacan dos elementos en los cuales el país ha hecho acciones concretas para integrar el cambio climático a las políticas económicas, sociales y ambientales. Primero, desarrollar un marco normativo para respaldar la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) en el contexto socio-ambiental y segundo la relación de las finanzas públicas en Panamá con el cambio climático.

En el contexto internacional, la República de Panamá ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la Ley No. 10, de 12 de abril de 1995, y el Protocolo de Kioto mediante la Ley No. 88 de 30 de noviembre de 1998. En ambas leyes, se destacan los principios, acciones y mecanismos para la atención del cambio climático para un desarrollo sostenible. Desde el punto de vista nacional, la materia ambiental está definida a través de la Ley General de Ambiente Texto Único (Ley No. 41 de 1 de julio de 1998), la cual crea el Ministerio de Ambiente, definiendo los principios y lineamientos de la Política Nacional del Ambiente, así como los mecanismos institucionales para la gestión ambiental.

Otros hitos legales importantes son:

1. La creación de la Unidad de Cambio Climático y Desertificación, mediante el Decreto Ejecutivo No. 163 de 22 de agosto de 2006.
2. La aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), mediante el Decreto Ejecutivo No. 35 de 26 de febrero de 2007.
3. La conformación del Comité Nacional de Cambio Climático de Panamá (CONACCP), el cual cuenta actualmente con 27 instituciones, a través del Decreto No. 1 del 9 de enero de 2009.
4. El desarrollo de Comunicaciones Nacionales y la formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá (ENCCP) que fomenta un cambio transformacional en el modelo de desarrollo

panameño en el sentido que se abordan los efectos adversos del cambio climático por medio de planes y proyectos de adaptación y mitigación.

En términos de Comunicaciones Nacionales, Panamá ha presentado la Primera (2000) y Segunda (2011) Comunicación Nacional ante las Partes, así como su Contribución Nacionalmente Determinada a la Mitigación del Cambio Climático (2016) Así como la Tercera Comunicación Nacional y el Primer Informe Bienal de Actualización, próximos a presentarse en el 2018.

En la actualidad, tanto los instrumentos de regulación, actividades y medidas en materia ambiental que el Ministerio de Ambiente promueve como política de Estado tanto en adaptación como mitigación al cambio climático, permiten la articulación de la Política Nacional de Cambio Climático con las medidas que Panamá requiere para reforzar la capacidad de reducir los impactos por desastres, aumentar la resiliencia ante los cambios del clima, y la mitigación de estos efectos. En este punto, se destaca como instrumento nacional la Ley No. 7 del 11 de febrero de 2005, que reorganiza el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), así como la promulgación de la Ley 44 de abril de 2011<sup>14</sup>, la cual busca promover mayormente la energía eólica y la diversidad en las fuentes de energía renovable. También cabe destacar los esfuerzos de la Secretaría de Energía en cuanto a la utilización de fuentes de energía renovable (eólica, solar), y de MiAMBIENTE para impulsar.

De esta forma, se asegura una coherencia entre el abordaje de la gestión para la reducción del riesgo de desastres y el uso de energía renovable con la política de Gobierno en torno al cambio climático. Un ejemplo claro de acciones en este sentido es el programa de AxM que impulsa MiAMBIENTE en conjunto con el MIDA, ANCON, ANARAP y la Cámara de Comercio e Industrias de Panamá.

Otro punto importante es la inclusión en el MEF de una Unidad Ambiental como parte de su estructura orgánica y bajo la Dirección de Políticas Públicas del Viceministerio de Economía. Esta unidad es la que representa a su vez al MEF en el marco del CONACCP.

14. Secretaría Nacional de Energía (2011). Ley No. 44. Abril 25-2011.

## 9.1. Asistencia Tecnológica y Financiera recibida.

Panamá ha implementado la cooperación de diversas fuentes nacionales e internacionales canalizadas por medio de proyectos comprendidos entre el 2010 al 2016, que suman un monto total de B/.1.172 millones. Estos fondos se distribuyen, en rubros específicos como proyectos de fortalecimiento de capacidades, actividades de talleres de capacitación, reuniones sectoriales y multisectoriales. Se estima<sup>15</sup> que un 20% ha sido orientado al fortalecimiento de las capacidades institucionales nacionales.

En este marco, los proyectos ejecutados han sido enfocados en áreas como biodiversidad y ecosistemas, adaptación y aumento de la resiliencia, la gestión de riesgos de desastres y la mitigación al cambio climático. Cabe mencionar que la mayor cantidad de fondos provienen de entidades como la Comunidad Andina de Fomento (CAF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Cabe señalar con la misma importancia, las instituciones o entidades que también han cooperado con recursos financieros:

- La Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT),

- La Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- La Corporación Andina de Fomento (CAF).
- El Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- El Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo Mundial del Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés).
- Fondo de Adaptación.
- Las cooperaciones bilaterales (USAID, UNION EUROPEA EuroCLIMA+, JICA, Forest Carbon Partnership Facility y UNREDD).

Particularmente, la SENACYT dentro de su programa de Investigación y Desarrollo ha financiado proyectos relacionados al cambio climático dentro de diversas áreas de conocimiento (Ingeniería, Biodiversidad y Ecología) que suman alrededor de B/.400.000 (Cuadro 31). Por su parte, la OIEA a través de su programa ARCAL, lleva a cabo programas regionales para compartir aplicaciones de tecnología nuclear en mediciones ambientales. Entre estos proyectos se tiene el Proyecto RLA7020 "Estrategia de muestreo y análisis para la reconstrucción de tendencia de la acidificación del Caribe a través de técnicas isotópicas y nucleares".

<sup>15</sup> Informe de Consultoría sobre "Asistencia Tecnológica y Financiera recibida por Panamá para la atención del Cambio Climático", entregado a MIAMBIENTE en Diciembre de 2017.

### Cuadro 7. Proyectos avalados por SENACYT para el período 2010-2015, relacionados directamente con Cambio Climático.

Fuente: SENACYT, 2017.

| Proyecto  | Área                     | MONTO (Mill. USD) | Año  |
|---|--------------------------|-------------------|------|
| COL10-052. Composición y almacenaje de carbono en bosques secundarios del Centro de Panamá  | Biodiversidad y Ecología | 0,088             | 2010 |
| FID16-030. Análisis de flujos de CO <sub>2</sub> y vapor de agua en un ecosistema de manglar en la bahía de Panamá  | Ingeniería               | 0,120             | 2016 |
| INF10-025. Equipamiento de un laboratorio natural húmedo con instrumentos de medición de flujo de carbono a nivel de planta y suelo para el desarrollo de investigaciones aplicadas en eco-hidrología | Infraestructura          | 0,172             | 2010 |

En cuanto a la CAF, ésta ha facilitado alrededor de B/.914 millones (CAF 2017) los cuales se encuentran en diversas fases ya sea aprobado, en desembolso o desembolsado (Cuadro 32). Esta cooperación se ha orientado en áreas estratégicas nacionales, tales como: transporte, recursos hídricos, incluyendo la gestión integrada de cuencas hidrográficas y la reducción del riesgo ante desastres naturales.

**Cuadro 8.** Proyectos aprobados (A), en desembolso (ED) y desembolsado (D) por CAF para Panamá para el período 2010-2015.

Fuente: CAF.

| Proyecto   | Área                | MONTO Mill USD | ESTATUS | FECHA    | CC | AD | MIT | GRD |
|--|---------------------|----------------|---------|----------|----|----|-----|-----|
| Programa Sectorial de Enfoque Amplio para el Transporte  | Transporte          | 115.0          | A       | 16-11-15 | Si |    | Si  |     |
| Saneamiento Bahía de Panamá F2   | Recurso hídrico     | 176.0          | D       | 20-07-11 | Si |    | Si  |     |
| Programa de Inversiones para el Sector de Agua y Saneamiento de la Provincia de Panamá                             | Recurso hídrico     | 100.0          | ED      | 20-07-11 | Si |    | Si  |     |
| Metro de Panamá  | Transporte          | 400.0          | D       | 20-07-11 | Si |    | Si  |     |
| Facilidad regional de financiamiento para la atención inmediata de emergencias ocasionadas por fenómenos naturales | Desastres Naturales | 13.0           | D       | 15-07-11 |    |    |     | Si  |
| Saneamiento de la Ciudad y Bahía de Panamá   | Recurso hídrico     | 120.0          | D       | 18-10-10 | Si |    | Si  |     |

Leyenda: CC=Cambio Climático, AD=Adaptación, MIT=Mitigación, GRD=Gestión de Riesgo de Desastre. Mill USD: Millones de dólares.

Por su parte el BID ha financiado entre los años 2010 y 2017 por B/.226,4 millones relacionados al Medio Ambiente y Desastres Naturales. De estos, siete proyectos por un monto de B/.205,3 millones están específicamente relacionados al cambio climático (Cuadro 33). Los otros 5 proyectos que suman B/.21,1 millones se orientan al área de Desastres Naturales. Además, se han aprobado bajo la administración actual de Gobierno, un monto de B/.120,51 millones para la ejecución de cuatro proyectos que atienden necesidades nacionales en materia de Agricultura y Desarrollo Rural, ocho proyectos en el área energética y 13 proyectos en el área de agua y saneamiento. Finalmente, cabe agregar que el BID por medio de su programa "Ciudades Emergentes y Sostenibles" ha implementado proyectos por un monto total de B/.650.000 en la ciudad de Panamá.

**Cuadro 9.** Proyectos aprobados por el BID relativos al Medio Ambiente y Desastres Naturales entre 2010 y 2017.Fuente: BID (<http://www.iadb.org/en/projects/project-procurement,8148.html>)

| Proyecto   | Monto Mill USD | Fecha    | CC | AD | MIT | GRD |
|--|----------------|----------|----|----|-----|-----|
| Aumento de resiliencia para manejar los efectos del Cambio Climático en el Golfo.  | 0.5            | 12-05-16 | Si | Si |     |     |
| PROADAPT 2 - Aumento de Resiliencia para Manejar los Efectos del Cambio Climático en el Golfo de Montijo, Panamá.            | 0.15           | 12-05-16 | Si |    | Si  |     |
| Asistencia de Emergencia por Contaminación del Río La Villa.   | 0.2            | 10-07-14 | No |    |     | Si  |
| Apoyo al Uso de Capital Natural de la Reserva Natural Punta Patiño por Empresas.   | 0.5            | 01-03-13 | No |    |     |     |
| Asistencia de Emergencia por Inundaciones y Deslizamientos en Panamá Oeste.  | 0.2            | 03-12-12 | No |    |     | Si  |
| Apoyo en las Capacidades de Gestión de Riesgos de Desastres en Inversión Pública   | 0.01           | 19-09-12 | Si |    |     | Si  |
| Programa de Reducción de Vulnerabilidad por Desastres Naturales y Cambio Climático II.                                       | 100            | 30-05-12 | Si | Si |     |     |
| Programa de Reducción de Vulnerabilidad por Desastres Naturales y Cambio Climático I.  | 100            | 03-10-11 | Si | Si |     |     |
| Conservación de Biodiversidad a través de Ecoturismo de Bajo Impacto en el SINAP.  | 4              | 15-06-11 | Si |    | Si  |     |
| Apoyo a Preparación del Programa de Reducción de la Vulnerabilidad ante el Riesgo de Desastres Naturales y Cambio Climático. | 0.65           | 01-06-11 | Si | Si |     |     |
| Programa de Emergencia para Respuesta Inmediata por las Inundaciones en Panamá.  | 20             | 11-04-11 | No |    |     | Si  |
| Asistencia para emergencia por inundaciones y deslizamientos en el distrito de Colón.  | 0.2            | 17-12-10 | No |    |     | Si  |

Leyenda: CC=Cambio Climático, AD=Adaptación, MIT=Mitigación, GRD=Gestión de Riesgo de Desastre. Mill USD: Millones de dólares.

Otra fuente de financiamiento ha sido el PPD de GEF, el cual desde el 2006 ha ejecutado alrededor de 145 proyectos por un monto de B/.3,1 millones. De estos 52 proyectos por B/. 1,5 millones son de la fase operacional entre los años 2011-2014 (Figura 54). Así también, el Fondo de Adaptación, que tiene actualmente al Banco Mundial como fideicomisario ha adjudicado dos proyectos en Panamá por un monto cercano a los B/.10 millones.



**Figura 11.** Monto total (en dólares americanos) en proyectos por áreas estratégicas nacionales, avalados por el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) de GEF en Panamá, para el período 2010-2016. Fuente: Elaboración propia en base a datos del GEF.

Entre las Cooperaciones Bilaterales más importantes a destacar en materia de cambio climático, resiliencia y gestión de riesgo de desastres se tienen las recibidas por medio de:

1. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
2. Unión Europea, por medio de EuroClima+
3. Gobierno de Japón

Para el caso de USAID, se han aportado recursos financieros a través de diversas agencias, para Programas de Protección Ambiental por un monto de B/.18,1 millones entre los años 2010 a 2016 (Cuadro 34). En cooperación de la Unión Europea destaca la solicitud para apoyo técnico de Panamá a la CEPAL en el marco del Programa EUROCLIMA en cuanto a opciones y repercusiones de la aplicación de un sistema de permisos comercializables de reducción de emisiones carbono en Panamá. (<https://www.cepal.org/es/euroclima/apoyo-paises>).

**Cuadro 10.** Programas de protección ambiental en relación al total de la ayuda brindada por Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia con información de USAID de <https://explorer.usaid.gov/cd/PAN>

| Año                               | 2010 | 2011 | 2012* | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Tipo de ayuda (millones de USD)   |      |      |       |      |      |      |      |
| Programas de Protección Ambiental | 5,3  | 5,2  | 1,7   | 1,5  | 1,6  | 1,4  | 1,4  |
| Total                             | 36   | 31   | 22    | 14   | 13   | 21   | 25   |
| % del Total                       | 14,3 | 16,8 | 7,7   | 10,7 | 12,3 | 6,7  | 5,6  |

\*Año en que USAID concluye sus operaciones en Panamá

En el marco de la cooperación japonesa a través de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA por sus siglas en inglés) destacan los siguientes proyectos de cooperación técnica relacionados con la adaptación y mitigación al cambio climático: i) Participación comunitaria en el Desarrollo y Manejo Integrado de la subcuenca del Lago Alhujuela (2006-2011); ii) Mejoramiento del manejo de aguas servidas en el área metropolitana de Panamá (2015-2018) y iii); Desarrollo de Capacidades para el Manejo de riesgos de desastres en Centroamérica (2015-2020).

## 9.2. BIBLIOGRAFIA

- Borrador de la Tercera Comunicación Nacional de Panamá, CATHALAC 2017.
- Clapp, C., K. Karousakis, B. Buchner and J. Chateau (2009). National and Sectoral GHG Mitigation Potential: A Comparison Across Models
- CIF (2009). Clean Technology Fund Investment Plan for Mexico, Clean Investment Funds.
- DECC (2009). The UK Low Carbon Transition Plan
- ECF and Climate Works (2009), 'Low Carbon Growth Plans - Advancing Good Practice, August 2009', Working draft for Project Catalyst.
- Energy Research Centre of the Netherlands (2011), 'Paving the way for low-carbon development strategies'
- ESMAP (2009). Low-Carbon Growth Studies - Getting Started: Examples from Six Countries, Energy Sector Management Assistance Program, The World Bank Group, 2009.
- Guías de Buenas Prácticas del IPCC 2006.
- GIZ (2013), 'Low-Emission Development Strategy'
- Guyana "s Low Carbon Development Strategy (2010), Transforming Guyana's Economy While Combating Climate Change, Office of the President, Republic of Guyana, May 2010.
- Hadad, Ismid (2010). "Indonesia's Low-emission Development: Defining Financing Mechanism and Incentives," presentation by Ismid Hadad, National Council on Climate Change, Republic of Indonesia, at Carbon Expo, 27 May 2010.
- Informe del Proyecto del MAPATON 2017, Ministerio de Ambiente, Panamá.
- IISD (2004). National Strategies for Sustainable Development: Challenges, Approaches and Innovations in Strategic and Co-ordinated Action, The International Institute for Sustainable Development and GTZ GmbH, 2004.
- OECD (2010), 'Low-emission Development Strategies: Technical, Institutional and Policy Lessons'
- ONU REDD (2015a), 'Propuestas de Opciones Estratégicas para REDD+ en Panamá.'
- ONU REDD (2015b), 'Pre-borrador de Estrategia Nacional REDD+ en Panamá.'
- ONU REDD Panamá (2015c), 'Informe de "La superficie boscosa y la tasa de deforestación en Panamá". Insumos para establecer datos oficiales a ser utilizados en las estadísticas nacionales, y para informar a convenciones y procesos internacionales', ONU REDD Panamá, Junio 2015
- Plan Nacional de Energía 2015-2050, Secretaría de Energía de Panamá.
- Plan Estratégico Nacional 2014-2019. Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá.
- Project Catalyst (2009) Towards a Global Climate Agreement Synthesis Briefing Paper June 2009.
- REDD+ (2016), 'Hoja de Ruta para la implementación de REDD+ - Análisis de Elementos Claves en el Financiamiento de REDD+'. Leonardo Massai
- Republic of Indonesia (2007), 'National Action Plan Addressing Climate Change', State Ministry of Environment.
- UNDP (2011), 'Preparing Low-Emission Climate-Resilient Development Strategies - A UNDP Guidebook, versión 1'.
- UNEP-Riso (2011), 'Low Carbón Development Strategies - a primer on framing nationally appropriate mitigation actions in developing countries'
- WWF (2017), 'A climate for the future - Assessing EU Member States' Low-Carbon Development Strategies and lessons for Energy Union governance', Report for project MaxiMiser.

Foto: Ivan Uribe





# **ANEXO**

## **INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ EN EL AÑO 2013**

## RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) es lograr la estabilización de las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Y en conformidad a lo dispuesto en el inciso del artículo 4, párrafo 1 y el artículo 12 de esta convención, Panamá se compromete a informar sobre sus fuentes de emisión y absorción por sumideros de todos los gases efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, mediante los informes de inventario de gases efecto invernadero.

Panamá en el marco de su tercera comunicación ha presentado el Tercer Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero para los años 2005 y 2010. En su primer Informe Bienal de Actualización se incluye el INGEI para el año 2013. Conforme a las directrices y la Guías del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) acerca de las buenas prácticas y el manejo de la incertidumbre.

Los cálculos realizados para las emisiones de GEI se realizaron para cuatro categorías de emisiones definidas por el IPCC, las cuales son Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y Desechos, donde los principales GEI que se estimaron son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Las emisiones brutas de GEI estimadas en el 2013 totalizaron en 15876.97Gg de  $\text{CO}_2$  eq. La contribución de emisiones de los GEI, en términos de  $\text{CO}_2$  eq es la siguiente por tipo de gas, 64.0% de  $\text{CO}_2$ , 27.5% de  $\text{CH}_4$  y 8.3% de  $\text{N}_2\text{O}$ . Por su parte, el balance de emisiones, culminó con un total de 787.34 Gg de  $\text{CO}_2$  eq, promovido por las remociones de la biomasa forestal.

El sector Energía en su totalidad reportó para 2013, un total de 8709.56Gg de  $\text{CO}_2$  eq, lo que representó el 55% de las emisiones totales de Panamá en este año. En este sector las emisiones del subsector fuentes estacionarias representan el 54.2%. De las 5 categorías evaluadas en este sector, la mayor emisión corresponde al transporte terrestre con un total de 3987.51 Gg de  $\text{CO}_2$  eq, lo que equivale al 45.8 % de las emisiones totales del sector.

Los resultados de las estimaciones de las emisiones de GEI para el sector Procesos Industriales y Uso de Productos, en el año 2013, fueron de 790.9 Gg de  $\text{CO}_2$ , siendo la única fuente de emisión la producción de clinker, y representando aproximadamente el 5 % del total de emisiones del país.

Por su parte, en el sector AFOLU se obtuvieron las emisiones y absorciones a partir de datos de actividad y factores de emisión específicos de país. En el mismo, se emitió un total 5245.57 Gg de  $\text{CO}_2$  eq, donde el gas predominante es el  $\text{CH}_4$ , seguido del  $\text{N}_2\text{O}$  y el  $\text{CO}_2$  con 61.42 %, 22.63 % y 15.95 respectivamente. Este sector es el único donde se absorbe  $\text{CO}_2$  en el país. Sin embargo para este año, el sector AFOLU, contabilizó emisiones de 787.34 Gg  $\text{CO}_2$  eq. Este resultado hace que deje de ser el sector AFOLU un sumidero neto dentro del inventario, debido a que las emisiones exceden a las absorciones.

Por último, el sector Desechos emitió un total de 1130.9 Gg de  $\text{CO}_2$  eq, lo que representó apenas el 7% a nivel nacional. Donde la categoría de desechos sólidos representó el 53.86 %, mientras la otra parte le pertenece al manejo de aguas residuales urbanas, siendo el gas más representativo el  $\text{CH}_4$ .

# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En el artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), se manifiesta que las Partes deberán “elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes”.

Como país firmante de la Convención, Panamá inició el proceso de elaboración de inventarios nacionales y a la fecha ha publicado dos inventarios nacionales utilizando la metodología de 1996 (años 1994 y 2000); mientras para el tercer inventario se utilizó la metodología de 2006, que para tal fin ha establecido el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC).

El presente documento incluye el Informe del Inventario Nacional por fuentes de gases de efecto invernadero y absorción por sumideros, del año 2013.

## 1.1. Metodología utilizada en la elaboración del inventario

El Tercer Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (TINGEI) es una compilación de los inventarios por sector, los cuales han sido elaborados siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero y la aplicación del software del IPCC (Inventory Software Versión 2.18, año 2017). A lo largo del informe se presentan las ecuaciones y los datos seleccionados en base de la información nacional disponible como país.

El IPCC indica que las Guías para los inventarios Nacionales de GEI, deberían ser utilizadas como metodologías para

la estimación de emisiones antropogénicas por fuentes y remociones por sumideros de GEI. Dichas guías están contenidas en 4 volúmenes, que son los que se presentan a continuación:

- Las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 (IPCC, 1996);
- Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (*GPG 2000, IPCC 2000*);
- Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (*GPG-LULUCF, IPCC 2003*);
- Las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 2006 (IPCC 2006).

Las Directrices del IPCC de 2006 que modifican las Directrices del IPCC 1996 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, fueron preparados por la CMNUCC con el fin de proporcionar a los países metodologías de buenas prácticas para ser usadas en la preparación de los inventarios de GEI y para su reporte a la Convención.

Uno de los cambios más significativos entre las dos versiones, es la unificación del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) con el de Agricultura, quedando el sector Agricultura, Forestales y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, en sus siglas en inglés).

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI, el abordaje metodológico consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominados datos de actividad (DA), los cuales pueden ser estadísticos y/o paramétricos con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (FE). Por consiguiente, la ecuación básica es:

### Ecuación 1

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad (DA)} \times \text{Factores de emisión (FE)}$$

Foto: Ivan Uribe



Por último, las Directrices del IPCC 2006 proporcionan orientaciones sobre buenas prácticas para elaborar INGEI de calidad. Los indicadores de calidad en los INGEI son:

- **Transparencia:** debe existir documentación clara y suficiente para que las personas o los grupos que no sean los elaboradores del inventario, entiendan cómo fue elaborado.
- **Exhaustividad:** se deben declarar las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuente y sumideros, y de GEI, en la totalidad de cobertura territorial del país.
- **Coherencia:** se deben realizar las estimaciones para diferentes años, gases y categorías, de tal forma que las diferencias entre años y categorías reflejen las diferencias reales en el balance de emisiones. Las tendencias anuales de los inventarios, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y las mismas fuentes de datos en todos los años, y deben tener por objeto reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones, sin estar sujetas a los cambios resultantes de las diferencias metodológicas.
- **Comparabilidad:** se debe reportar el INGEI de forma tal que permita su comparación con los INGEI correspondientes a otros países.
- **Exactitud:** no debe contener estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse. Esto significa invertir todo el esfuerzo necesario para eliminar el sesgo en las estimaciones.

En conclusión, para garantizar que los INGEI lleguen a cumplir con la transparencia, ser exhaustivos, coherentes, comparables y lo más exactos posible, los compiladores del inventario utilizaron métodos de buenas prácticas como sugieren las Directrices del IPCC.

### 1.1.1. Métodos utilizados

De acuerdo con las Guías del IPCC, las Partes de la CMNUCC pueden utilizar métodos de diferentes niveles (o Tier) dando prioridades a los métodos que proporcionan mejores y seguras estimaciones en dependencia de las circunstancias nacionales y de los datos disponibles. Estas guías proporcionan métodos de estimación de tres niveles de detalle, complejidad y calidad.

- **Métodos de Nivel 1:** método básico más simple (método por defecto). Ecuación simple en las que se utilizan datos de actividades y parámetros de emisión (ambos proporcionados por defecto o específicos del país).
- **Métodos de Nivel 2:** método intermedio, por ejemplo, modelos con parámetros de emisión por defecto o

calculados para el país.

- **Métodos de Nivel 3:** mayor complejidad de aplicación y de mayor demanda en requerimiento de datos por ejemplo mediciones de emisiones o modelos con parámetros de emisión determinados por mediciones en el país.

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en este reporte, se utilizan los mejores métodos de estimación que posibilitaron los datos disponibles en el país y que fueron captados para la realización del inventario. En sentido general, el método utilizado en este reporte fue el método de Nivel 1, donde se utilizan datos del país y parámetros de emisión por defecto de las Guías del IPCC u otras metodologías reconocidas.

## 1.2. Control de Calidad / Garantía de la Calidad

Las Guías de las Buenas Prácticas (GBP) del IPCC, recomiendan el desarrollo e implementación de un plan de control de calidad acorde con las circunstancias nacionales en apoyo a la preparación del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INGEI). Para asegurar la elaboración de INGEI de alta calidad, mediante la transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud de la información, se realiza una revisión por parte de personal que no participa directamente en el proceso de elaboración o compilación del Tercer Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (TINGEI), los cuales son expertos independientes del ámbito académico e institucional.

Algunas actividades realizadas para la garantía y control de calidad del inventario han sido las siguientes:

- Documentar y archivar todo el material utilizado en el inventario y registrar todas las actividades.
- Prevención en el uso de datos coherentes para asegurar la integridad del inventario.
- Revisión interna de los resultados numéricos preliminares de los resultados por sector, por parte de las entidades nacionales que tengan injerencia en el mismo.
- Revisión externa de los resultados de cada sector por expertos según sea el sector analizado.

### 1.3. Exhaustividad

El TINGEI de Panamá incluye todo el territorio nacional e incluye emisiones y absorciones de GEI para el año 2013. Los GEI incluidos son: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), la concentración de estos gases son los que producen el efecto invernadero por su alta capacidad de absorber la radiación terrestre.

Las categorías no estimadas (NE) por falta de datos de actividad se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 11.** Subcategorías no contabilizadas por falta de datos de la actividad.

| Código | Subcategoría   | Datos carentes  |
|--------|--|---|
| 2H1    | Industrias del papel y de la pulpa de papel                | Datos de producción                                   |
| 2H2    | Alimentos y bebidas  | Datos de producción                                   |
| 4D2    | Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales | Datos de producción de aguas residuales por industria |

Fuente: Elaborado propia a partir de IPCC (2006).

En el caso de la categoría 2A1 Producción de cemento, los datos son declarados como confidenciales (C), debido a que se trata de datos de producción de una empresa privada, pero facilitaron los datos de producción como apoyo para el desarrollo del inventario en el sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés).

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las Directrices del 2006, las emisiones de GEI de bunkers internacionales y las emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa que es quemada con fines energéticos han sido cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero no han sido incluidas en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

Cuando sea el caso, se señalarán las actividades o procesos que no existen dentro del país (NO).

Nota: a lo largo del este documento el arreglo utilizado para los números es de separar los miles mediante el uso de comas y las fracciones decimales mediante un punto. (e.g.2, 218.44 dos mil doscientos dieciocho punto cuarenta y cuatro), se utilizarán dos números para señalar las fracciones decimales, cuando el número sea cero "0.00" significa que las emisiones son menor a la cifra señalada.

### 1.4. Incertidumbre

De acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial para un inventario de emisiones exhaustivo. La estimación y reporte de las incertidumbres permiten priorizar los esfuerzos para mejorar la exactitud de los inventarios en el

futuro, y definir los temas específicos en los que es necesario realizar investigación a fin de enriquecer los atributos del inventario y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología.

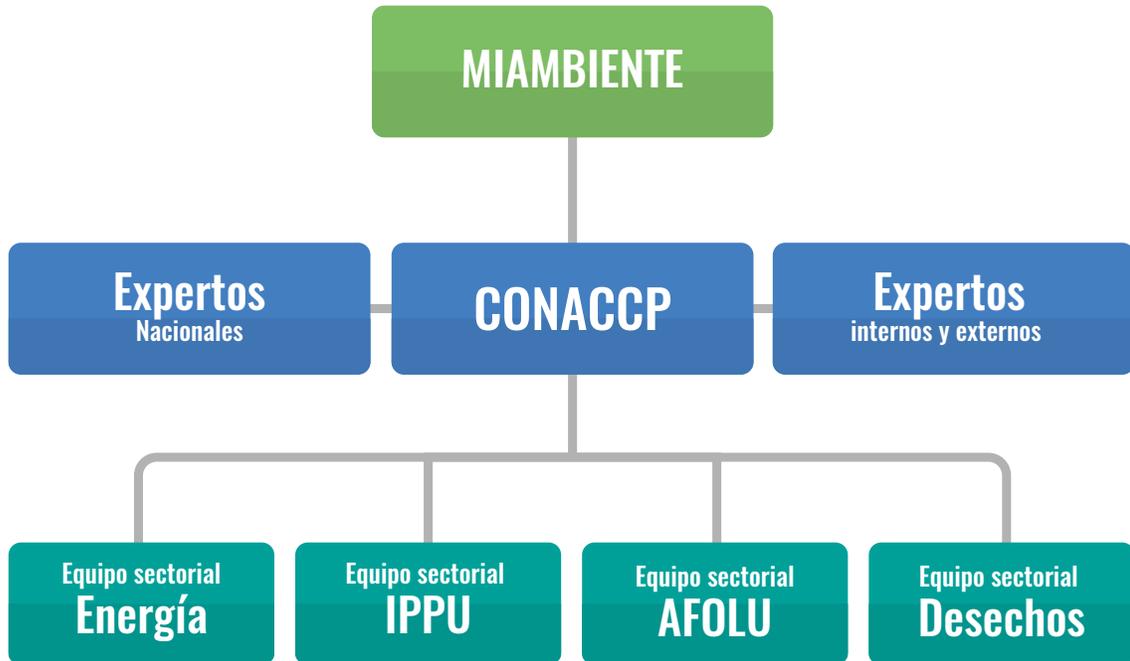
En el caso del Inventario de GEI correspondiente al año 2013, las incertidumbres están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente, como a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

### 1.5. Arreglos Institucionales

El TINGEI, resulta de un esfuerzo coordinado por Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) como punto focal del país ante la CMNUCC, en el marco del Proyecto "Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Primer Informe de Actualización Bienal de Panamá", ejecutado por el Gobierno Nacional de la República de Panamá y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El equipo gestor del inventario coordinado por MIAMBIENTE, cuenta con el apoyo del Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá (CONACCP)<sup>16</sup>, el cual está integrado por 27 organizaciones e instituciones gubernamentales. El responsable del levantamiento de información y elaboración del inventario, es el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), con el apoyo de las diferentes instituciones involucradas en cada sector.

<sup>16</sup> El CONACCP fue creado mediante Gaceta Oficial Digital, 29 de enero de 2009, Decreto Ejecutivo N°1.



**Figura 12.** Estructura de los arreglos institucionales para la elaboración del TINGEI 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Se contó con la participación de las siguientes instituciones y empresas: Secretaria Nacional de Energía (SNE), Ministerio de Comercio e Industria (MICI), Ministerio de Salud (MINSa), Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), Empresas Cementeras, Universidad Tecnológica de Panamá, Universidad Nacional de Panamá, entre otras (Figura 11).



## 1.6. Categorías Principales de Fuentes y Sumideros de GEI

Es una buena práctica para cada agencia de inventario, identificar sus categorías principales de una forma sistemática y objetiva. Una categoría principal, es aquella que es priorizada dentro del sistema del inventario nacional debido a que el valor de su emisión (o remoción) tiene un peso significativo en el inventario de gases de efecto invernadero directo del país en término del nivel absoluto de sus emisiones, la tendencia en las emisiones o en ambos aspectos.

En este reporte la identificación de categorías principales se realiza siguiendo los métodos proporcionados, para este objetivo, en las IPCC (2006).

Se han desarrollado dos Métodos para efectuar el análisis de categorías principales. Ambos identifican las categorías principales según su aporte al nivel absoluto de emisiones y absorciones nacionales, y a la tendencia de emisiones y absorciones.

En el Método 1, se identifican las categorías principales usando un umbral predeterminado de emisiones acumulativas. Las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 95 por ciento del nivel total.

Dentro del Método 1 para identificar las categorías principales se evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de fuentes y sumideros sobre el nivel y posiblemente la tendencia del inventario nacional de gases de efecto invernadero. Cuando hay estimaciones de inventario disponibles para varios años, constituye una buena práctica evaluar el aporte de cada categoría tanto al nivel como a la tendencia del inventario nacional. Si hay disponible un solo año de inventario, debe efectuarse una evaluación de nivel.

### 1.6.1. Evaluación de nivel

La evaluación de nivel determina la contribución que tienen las emisiones de cada una de las categorías y los sectores a las emisiones totales, mientras que en la evaluación de tendencia se determina la contribución general de las emisiones del inventario a través del tiempo.

Para el TINGEI correspondiente al año 2013 se realizó solamente la evaluación de nivel para determinar las categorías principales de fuentes. La evaluación de nivel consiste en la estimación de emisiones o absorciones de una categoría frente al aporte total del año, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones. La evaluación a nivel se calcula según la siguiente ecuación:

#### Ecuación 2

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

Donde:

$L_{x,t}$  = Evaluación de nivel para x de emisión o absorción del año t del inventario;

$|E_{x,t}|$  = Valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría x;

$\sum_y |E_{y,t}|$  = Aporte total, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones del año t.

Siendo el Método 1 el utilizado para la identificación de categorías principales que evalúa la influencia que ejercen las diferentes categorías de fuentes y sumideros sobre el nivel total del TINGEI.

Un ordenamiento aproximado de la importancia de estas categorías principales se presenta en el siguiente cuadro (las marcadas en negritas son las categorías principales):

**Cuadro 12.** Análisis de Categorías claves del inventario GEI. Panamá, 2013.

| A                        | B  | C                                     | D                     | E                 | F    | G                               |
|--------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------|---------------------------------|
| Código de Categoría IPCC | Categoría IPCC   | Gases Efecto Invernadero              | 2005 Ex,t (Gg CO2 Eq) | Ex,t  (Gg CO2 Eq) | Lx,t | Total acumulado de la columna F |
| 3.B.1.a                  | Tierras Forestales que permanecen como tales                       | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | -4965.19              | 4965.19           | 0.20 | 0.20                            |
| 1.A.3.b                  | Transporte Terrestre   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 3899.57               | 3899.57           | 0.16 | 0.36                            |
| 3.B.3.b                  | Tierras convertidas en Pastizales                                  | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 3671.72               | 3671.72           | 0.15 | 0.50                            |
| 3.A.1                    | Fermentación Entérica  | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 2433.53               | 2433.53           | 0.10 | 0.60                            |
| 1.A.2                    | Industrias Manufactureras y Construcción - Combustibles líquidos   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 2429.58               | 2429.58           | 0.10 | 0.70                            |
| 1.A.1                    | Industrias de la Energía - Combustibles líquidos                   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 1728.57               | 1728.57           | 0.07 | 0.77                            |
| 2.A.1                    | Producción de Cemento  | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 790.90                | 790.90            | 0.03 | 0.80                            |
| 3.C.4                    | Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 687.99                | 687.99            | 0.03 | 0.83                            |
| 4.A                      | Eliminación de desechos sólidos                                    | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 609.11                | 609.11            | 0.02 | 0.85                            |
| 3.B.1.b                  | Tierras convertidas en Tierras Forestales                          | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | -553.30               | 553.30            | 0.02 | 0.88                            |
| 1.A.4                    | Otros sectores-Combustibles líquidos                               | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 487.99                | 487.99            | 0.02 | 0.90                            |
| 3.B.2.b                  | Tierras convertidas en Tierras de Cultivo                          | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 469.43                | 469.43            | 0.02 | 0.91                            |
| 4.D                      | Tratamiento y eliminación de aguas residuales                      | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 464.46                | 464.46            | 0.02 | 0.93                            |
| 3.C.7                    | Cultivos de arroz  | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 266.52                | 266.52            | 0.01 | 0.94                            |
| 3.A.2                    | Manejo de estiércol  | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 245.28                | 245.28            | 0.01 | 0.95                            |
| 3.B.2.a                  | Tierras de cultivos que permanecen como tales                      | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | -235.93               | 235.93            | 0.01 | 0.96                            |
| 3.B.5.b                  | Tierras convertidas en asentamientos                               | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 221.48                | 221.48            | 0.01 | 0.97                            |
| 3.C.5                    | Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 220.69                | 220.69            | 0.01 | 0.98                            |
| 3.A.2                    | Manejo de estiércol  | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 86.20                 | 86.20             | 0.00 | 0.98                            |
| 1.A.3.b                  | Transporte terrestre   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 59.59                 | 59.59             | 0.00 | 0.99                            |

|              |  |                                       |                 |                 |             |      |
|--------------|--|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|------|
| 3.C.1        | Emisiones procedentes de la quema de biomasa                       | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 58.72           | 58.72           | 0.00        | 0.99 |
| 4.D          | Tratamiento y descarga de aguas residuales                         | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 57.32           | 57.32           | 0.00        | 0.99 |
| 1.A.4        | Otros sectores-Biomasa   | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 45.03           | 45.03           | 0.00        | 0.99 |
| 3.C.2        | Encalado   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 33.95           | 33.95           | 0.00        | 0.99 |
| 3.C.1        | Emisiones procedentes de la quema de biomasa                       | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 26.63           | 26.63           | 0.00        | 1.00 |
| 3.B.3.a      | Pastizales que permanecen como tales                               | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | -23.83          | 23.83           | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.3.b      | Transporte terrestre   | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 23.53           | 23.53           | 0.00        | 1.00 |
| 3.C.3        | Aplicación de urea   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 21.88           | 21.88           | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.4        | Otros sectores-Biomasa   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 8.84            | 8.84            | 0.00        | 1.00 |
| 3.D.1        | Productos de madera recolectada                                    | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | -6.37           | 6.37            | 0.00        | 1.00 |
| 3.C.6        | Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 5.21            | 5.21            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.2        | Industrias Manufactureras y Construcción - Biomasa                 | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 5.07            | 5.07            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.3.a      | Aviación Civil   | Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 4.76            | 4.76            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.2        | Industrias Manufactureras y Construcción - Combustibles líquidos   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O))     | 4.44            | 4.44            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.1        | Industrias de la Energía - Combustibles líquidos                   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O))     | 4.21            | 4.21            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.2        | Industrias Manufactureras y Construcción - Biomasa                 | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 2.58            | 2.58            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.2        | Industrias Manufactureras y Construcción - Combustibles líquidos   | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 1.87            | 1.87            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.1        | Industrias de la Energía - Combustibles líquidos                   | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 1.43            | 1.43            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.4        | Otros sectores-Combustibles líquidos                               | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 1.01            | 1.01            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.4        | Otros sectores-Combustibles líquidos                               | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 0.58            | 0.58            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.3.a      | Aviación Civil   | Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 0.04            | 0.04            | 0.00        | 1.00 |
| 1.A.3.a      | Aviación Civil   | Metano (CH <sub>4</sub> )             | 0.00            | 0.00            | 0.00        | 1.00 |
| <b>Total</b> |  |                                       | <b>13295.11</b> | <b>24864.35</b> | <b>1.00</b> |      |

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 2. ENERGÍA

El sector energético cubre todas las emisiones de gases efecto invernadero generadas por la quema del combustible fósil y emisiones fugitivas.

### 2.1. Panorama General del Sector

La energía, en la mayor parte de los países, se obtiene mediante la quema de combustibles fósiles. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten principalmente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) que liberan la energía química del combustible en forma de calor. En general, se utiliza este calor directamente (con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica, muchas veces para generar electricidad o para el transporte (IPCC, 2006).

Según la Directrices del IPCC 2006 el sector Energía comprende principalmente:

- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía;
- La conversión de las fuentes primarias de energía a fuentes secundarias en refinerías y centrales eléctricas;
- La producción, transporte y distribución de combustibles y;
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles.

Las emisiones surgen de estas actividades por la quema de combustibles fósiles o también como emisiones fugitivas.

Resulta necesario homologar los términos y definiciones comunes de los combustibles para que el país describa las emisiones procedentes de las actividades de quema de combustible de forma coherente. A continuación, en el cuadro 9 se presenta la homologación de acuerdo a las definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices 2006.

**Cuadro 13.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en el las Directrices del IPCC de 2006.

| Descripción según datos en Panamá | Descripción IPCC 2006          | Definición  |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| Gasolina súper                    | Gasolina para motores          | Se trata de un hidrocarburo ligero para usar en los motores de combustión interna como los automotores, con exclusión de las aeronaves. La gasolina para motores se destila entre los 35 °C y los 215 °C y se utiliza como combustible para los motores de encendido por chispa basados en tierra. La gasolina para motores incluye aditivos, oxigenados y mejoradores de los octanos, incluidos los compuestos de plomo tales como el TEP (plomo tetraetilo) y el TMP (plomo tetrametilo). |
| Gasolina sin Plomo                |                                |   |
| Gasolina Regular                  |                                |   |
| AV Gasolina                       | Gasolina para la aviación      | La gasolina para la aviación es gasolina para motores preparada especialmente para los motores de pistones de la aviación, con una cantidad de octanos acorde al motor, un punto de congelación de -60 °C y un rango de destilación que normalmente oscila dentro de los límites de 30 °C y 180 °C.   |
| Jet Fuel                          | Gasolina para motor a reacción | Incluye todos los hidrocarburos ligeros para usar en los grupos motores de las turbinas de aviación. Se destilan entre los 100°C y los 250°. Se obtiene mezclando querosenos con gasolina o nafta de forma tal que el contenido aromático no super el 25% en volumen, la presión de vapor queda entre los 13.7 kPa y los 20.6 kPa. Se puede incluir aditivos para mejorar la estabilidad y combustibilidad del combustible.   |
| Keroseno                          | Otro queroseno                 | El queroseno comprende el destilado de petróleo refinado intermedio cuya volatilidad se encuentra entre la gasolina y el gas/diesel oil. Es una destilación media de petróleo entre los 150 °C y los 300 °C.  |

| Descripción según datos en Panamá | Descripción IPCC 2006        | Definición  |
|-----------------------------------|------------------------------|---|
| Diesel liviano                    | Gas/Diesel Oil               | Incluye los gasóleos pesados. Los gasóleos se obtienen de la mínima fracción de la destilación atmosférica del petróleo crudo, mientras que los gasóleos pesados se obtienen por redestilación en vacío del residual de la destilación atmosférica. El gas/diesel oil se destila entre los 180 °C y los 380 °C. Se encuentran disponibles diversas leyes según las aplicaciones: diesel oil para chispa de compresión diesel (automóviles, camiones, marítimo, etc.), aceite ligero para calefacción para aplicaciones industriales y comerciales, y otro gasóleo incluidos los gasóleos pesados que se destilan a una temperatura entre 380 °C y 540 °C y se utilizan como sustancias petroquímicas para la alimentación a procesos. |
| Diesel marino                     |                              |   |
| Bunker                            | Fuelóleo residual            | Este encabezado define los aceites que conforman el residuo de la destilación. Comprende todos los fuelóleos residuales, incluidos los que se obtienen a partir de las mezclas. Su viscosidad cinemática se encuentra por encima de los 0,1cm <sup>2</sup> (10 cSt) a 80 °C. El punto de inflamación siempre está por encima de los 50 °C y la densidad siempre es superior a 0,90 kg/l.  |
| Low Viscosity                     |                              |   |
| Gas licuado                       | Gases licuados de petróleo   | Constituyen la fracción de hidrocarburos ligeros de la serie de parafina, derivada de los procesos de refinación, las plantas de estabilización del petróleo crudo y las plantas de procesamiento del gas natural que comprende propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) y butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) o una combinación de ambos. Normalmente se licuan a presión para el transporte y almacenamiento.  |
| Coque                             | Coque de petróleo            | Se lo define como residuo sólido negro, que se obtiene principalmente por escisión y carbonización de las sustancias para la alimentación a procesos derivados del petróleo, residuos de vacío, alquitrán y brea de los procesos tales como la coquización retardada o la coquización de ceniza.  |
| Leña                              | Madera/Desechos de madera    | Madera y desechos de madera que se queman directamente para obtener energía.  |
| Productos de Caña                 | Otra biomasa sólida primaria | Incluye la materia vegetal utilizada directamente como combustible aun no incluida en la madera los desechos de madera ni en la lejía de sulfito.   |
| Carbón vegetal                    | Carbón vegetal               | El carbón vegetal que se quema como energía cubre el residuo sólido de la destilación destructiva y la pirolisis de la madera y de otras materias vegetales.  |
| Biogasolina                       | Bioetanol                    | Debe contener solamente la parte del combustible que se relaciona con las cantidades de biocombustibles y no con el volumen total del líquido en el cual se mezclan los biocombustibles.  |

### 2.1.1. Variables y constantes

Para estimar las emisiones GEI es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego ser multiplicado con el factor de emisión y así obtener las emisiones de GEI. Para lograr obtener este factor de conversión es necesario de las características de los combustibles, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible comercializados en Panamá.

Los datos de actividad obtenidos del Compendio Estadístico del SNE muestran valores de combustible quemado en unidades de volumen (miles de galones). Estas unidades de volumen fueron convertidas a unidades de masa (Gg) utilizando el dato de densidad de cada combustible, y posteriormente fueron convertidos en unidades de energía (TJ), para lo cual se utilizaron los valores calóricos netos (VCN). Los VCN fueron tomados de las Directrices 2006, del Volumen 2, Capítulo 1, de la página 1.19, Cuadro 1.2. En el cuadro 10 se presentan todos los valores utilizados para la densidad y el VCN por tipo de combustible.

**Cuadro 14.** Valores de densidades de referencia en TJ/Gg y valores por defecto de VCN en Ton/m<sup>3</sup>.

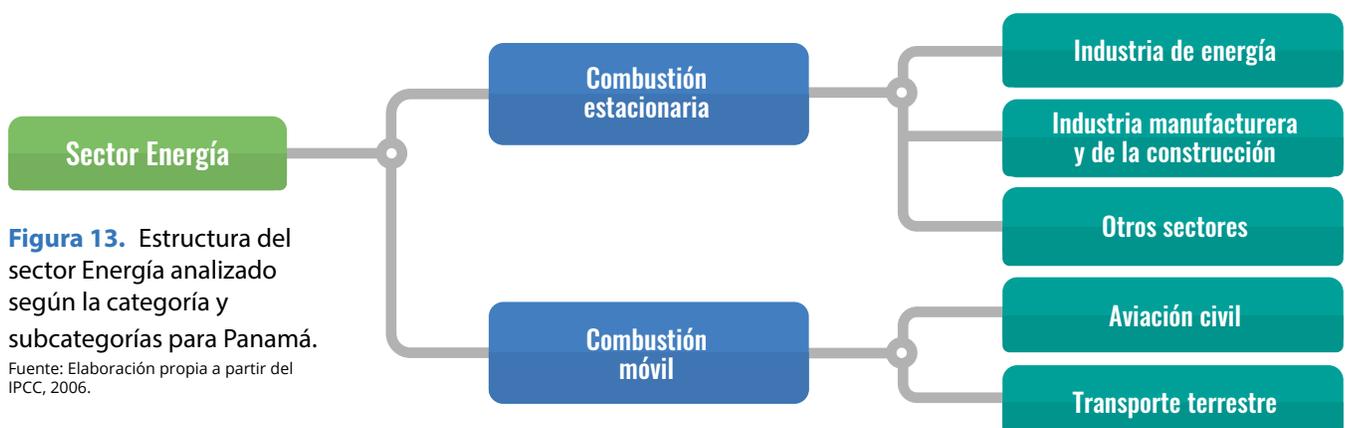
| Tipo de combustible            | Densidad <sup>1</sup> (TJ/Gg) | VCN <sup>2</sup> (Ton/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Gasolina                       | 0.75                          | 44.3                                   |
| Diesel oil                     | 0.88                          | 43.0                                   |
| Queroseno                      | 0.82                          | 44.1                                   |
| Fuelóleo residual              | 0.94                          | 40.4                                   |
| GLP                            | 0.55                          | 46.4                                   |
| Gasolina para la Aviación      | 0.70                          | 40.2                                   |
| Gasolina para motor a reacción | 0.80                          | 44.3                                   |
| Low Viscosity                  | 0.94                          | 40.4                                   |

Fuente: 1 Datos de densidades de referencia, Sistema de Información Energética, OLADE  
2 Directrices 2006, VCN por defecto, Volumen 2

También se encontraron valores de combustibles en el balance energético del compendio de energía, datos dados en unidad de volumen miles de barriles equivalentes de petróleo (Kbep), los cuales fueron transformados a barriles equivalentes de petróleo (bep) y luego a Terajulios (TJ).

### 2.2. Cuestiones metodológicas

El sector energético en Panamá y la compilación de información para el TINGEI, comprende el uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles. Las emisiones surgen de actividades por combustión y como emisiones fugitivas, o por escape sin combustión. En este inventario se consideraron las siguientes categorías para Panamá (Figura 12):



## 2.3. Combustión estacionaria

Las emisiones procedentes de la combustión estacionaria toman en cuenta diversas actividades económicas sociales, que están definidas en el sector de actividades de quema de combustible. Las categorías consideradas para fuentes estacionarias son las siguientes:

- 1 A 1: Industria de energía
- 1 A 2: Industrias manufactureras y de la construcción
- 1 A 4: Otros sectores:
  - Comercial/Institucional
  - Residencial
  - Agro/pesca y minería

### 2.3.1. Elección del nivel de cálculo

En los estimados de GEI para este inventario el método seleccionado es Nivel 1, que se caracteriza por ser básico y el cual requiere para cada una de las categorías (industria de la energía, industria manufacturas y la construcción, residencial, etc.) la siguiente información:

- Cantidad de combustible quemado en cada una de las categorías incluidas
- Factor de emisión por defecto, para cada uno de los GEI incluidos en el sector: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O

Las ecuaciones aplicadas para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, son las siguientes:

#### Ecuación 3

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión

$$Emisiones_{GEI,combustible} = Consumo_{combustible} \times Factor\ de\ emisión_{GEI,combustible}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 2, Energía, pág. 2.11

Donde:

- Emisiones<sub>GEI,combustibles</sub>* = Emisiones de un gas de efecto invernadero por tipo de combustible (Kg GEI).
- Consumo<sub>combustible</sub>* = Cantidad de combustible quemada (TJ).
- Factor de emisión<sub>GEI,combustible</sub>* = Factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (Kg<sub>GEI</sub>/TJ).

Para calcular el total de emisiones por gas de la categoría de fuente, se suman las emisiones calculadas en la ecuación 4 para todos los combustibles:

#### Ecuación 4

Total de emisiones por Gas de Efecto Invernadero

$$Emisiones_{GEI} = \sum_{combustible} Emisiones_{GEI,combustible}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 2: Energía, pág. 2.12

### 2.3.2. Descripción de las fuentes de combustión estacionaria

Las cantidades de dióxido carbono (CO<sub>2</sub>) se calculan a partir de los datos de consumo del combustible y el contenido de carbono de los combustibles, tomando en cuenta la fracción de carbono sin oxidar. Las cantidades de metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) formados durante la combustión, dependen de la tecnología de utilizada y por ello se necesitaría de las estadísticas detalladas sobre

la tecnología de quema de combustible para estimar con rigurosidad las emisiones de los gases efecto invernadero que no sean CO<sub>2</sub>, sin embargo, ante la falta de información específica de país sobre las diferentes tecnologías de combustión, el Nivel 1 de cálculo recomienda usar valores por defecto del IPCC.

En el cuadro 11, se presentan las categorías que se tomaron en cuenta para estimar las emisiones procedentes de la combustión estacionaria para las diferentes actividades económicas y sociales.

**Cuadro 15.** Categorías consideradas y definiciones en el TINGEI para la combustión estacionaria en Panamá.

| Nombre y Código de las categoría |  | Definiciones  |
|----------------------------------|--|---|
| 1 A 1                            | Industrias de la energía                       | Incluye las emisiones de los combustibles quemados en las industrias de producción energética.  |
| 1 A 2                            | Industrias manufactureras y de la construcción | Emisiones por la quema de combustibles en la industria. Incluye asimismo la quema para la generación de electricidad y calor por el uso propio en estas industrias.                 |
| 1 A 4                            | Otros sectores                                 | Emisiones de las actividades de quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en las instituciones, comercio, residencial y agricultura, pesa y silvicultura. |

Fuente: Elaboración propia a partir de IPCC 2006, Volumen 2, Capítulo 2, cuadro 2.1, pág. 2.8.

### 2.3.3. Metodología

En esta sección se presentan de manera específica los pasos necesarios para el método del Nivel 1, se resumen los factores de emisión utilizados y se presentan los datos de la actividad necesarios, utilizados por el compilador del inventario para la combustión estacionaria.

En general, las emisiones de cada gas de efecto invernadero provenientes de fuentes estacionarias se calculan multiplicando el consumo de combustible por el factor de emisión correspondiente. En el método sectorial, se estima el "consumo de combustible" a partir de las estadísticas de utilización de la energía y se mide en Terajulios (TJ).

#### 2.3.3.1. Elección de los factores de emisión

Se utilizaron los factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC 2006 para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Para la estimación de emisiones de Nivel 1 para las categorías de la combustión estacionarias, las Directrices del IPCC de 2006 presentan factores de emisión por defecto para cada

uno de los combustibles usados. Los factores de emisión del CO<sub>2</sub> están expresados en unidades de CO<sub>2</sub>/TJ, sobre la base del valor calórico neto y reflejan el contenido de carbono del combustible y la hipótesis que el factor de oxidación del carbono es 1.

Los factores de emisión del CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O difieren de acuerdo a las distintas categorías y suponen una combustión eficaz a alta temperatura. Son aplicables en condiciones estables y óptimas y no toman en cuenta el efecto de las puestas en marcha, las desactivaciones, ni la combustión con cargas parciales.

En el cuadro 12 se presentan los factores de emisión para la combustión estacionaria utilizados en este inventario. Los factores de emisión del CO<sub>2</sub> son los mismos que se presentan en el Cuadro 1.4 del capítulo de Introducción del Volumen 1 de Energía de las Directrices 2006, mientras que para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se muestran en el Cuadro 2.2 del capítulo 2 del Volumen 2 de Energía de las Directrices 2006.

**Cuadro 16.** Factores de emisión por defecto para las diferentes categorías en la combustión estacionaria en kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta.

| Categorías                             | Combustible                    | Factores de emisión por defecto (kg de GEI/TJ) |                 |                  |
|--|--------------------------------|--|-----------------|------------------|
|  |                                | CO <sub>2</sub>                                | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |
| Industria de energía                   | Fuelóleo residual              | 77 400   | 3               | 0.6              |
|  | Diésel oil                     | 74 100   | 3               | 0.6              |
| Industria Manufacturera y construcción | Diesel oil                     | 74100  | 3               | 0.6              |
|  | GLP                            | 63100  | 0.03            | 0.03             |
|  | Otro queroseno                 | 71900  | 10              | 0.6              |
|  | Fuelóleo residual              | 77400  | 3               | 6                |
|  | Coque de petróleo              | 97500  | 3               | 0.6              |
|  | Madera/Desechos de madera      | 112000   | 30              | 4                |
|  | Otra biomasa solida primaria   | 100000   | 30              | 4                |
| Otros Sectores                         |                                |  |                 |                  |
| Comercial Institucional                | GLP                            | 63100  | 5               | 0.1              |
|  | Carbón                         | 112000   | 200             | 1                |
|  | Gasolina de motor              | 69300  | 10              | 0.6              |
|  | Fuelóleo residual              | 77400  | 10              | 0.6              |
|  | Gasolina para la aviación      | 70000  | 10              | 0.6              |
|  | Gasolina para motor a reacción | 70000  | 10              | 0.6              |
| Residencial                            | Madera/Desechos de madera      | 112000   | 300             | 4                |
|  | Carbón vegetal                 | 112000   | 200             | 1                |
|  | GLP                            | 63100  | 5               | 0.1              |
|  | Otro queroseno                 | 71900  | 10              | 0.6              |

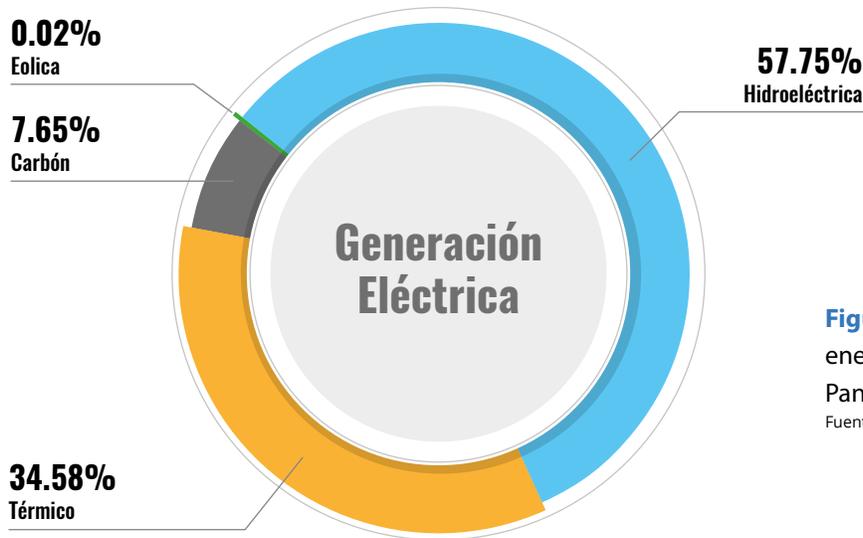
Fuente: Elaboración propia a partir del IPCC 2006.

### 2.3.3.2. Elección de datos de actividad

#### Industrias de la energía

En el año 2013 el sector eléctrico de Panamá se encontraba con una demanda máxima de energía eléctrica de 1,443.9 MW<sup>17</sup>, con una tasa promedio de crecimiento anual para el período del 2005 al 2013 de 5.42 %. Para las emisiones de fuentes de combustión estacionaria, se consideraron las industrias de generación de electricidad, que se basa en el uso de combustible fósil.

En el año 2013 ya aparecen reflejados otros tipos de centrales de generación eléctrica, diversificando la matriz de distribución de energía eléctrica por generación bruta, la cual se distribuye de la siguiente manera: 34.58% térmica, 57.75% hidráulica, 7.65% carbón y 0.02 eólica como se muestra (Figura 13). En el caso de la generación de energía eléctrica a partir de centrales térmicas, se utilizan básicamente dos combustibles: bunker y diésel dependiendo de la tecnología utilizada, siendo el bunker el combustible más utilizado.



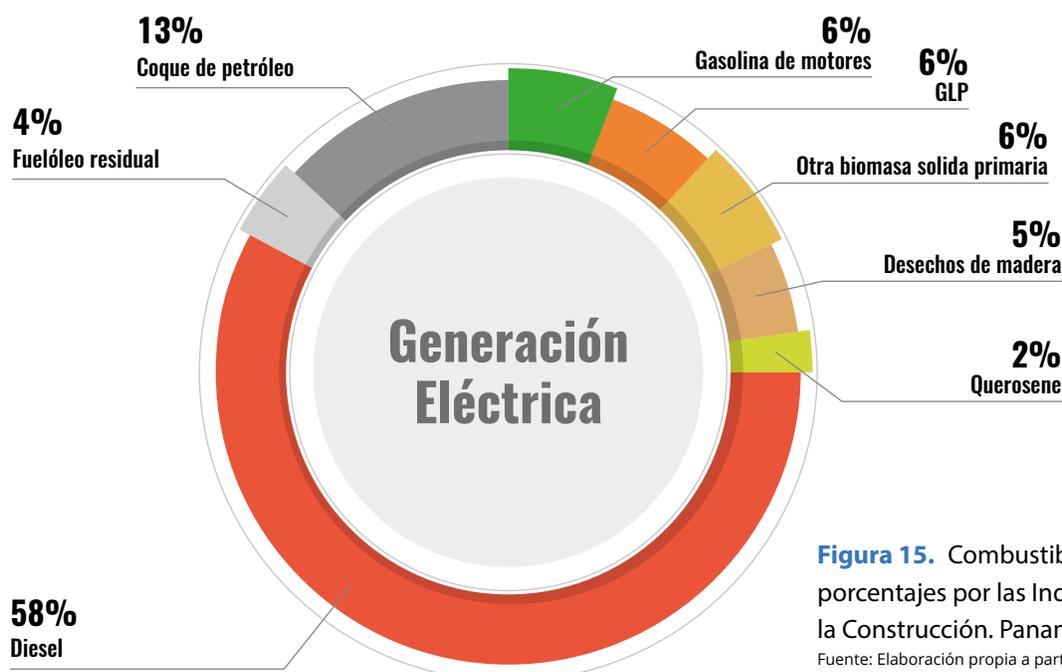
**Figura 14.** Generación bruta de energía eléctrica por tipo de central. Panamá, 2013.

Fuente: Compendio estadístico del SNE.

### Industrias manufactureras y de la construcción

En Panamá, las actividades de la categoría de industrias manufactureras y de la construcción se concentran en las actividades de producción textil, muebles y la construcción. Para esta categoría se contabilizan las emisiones por la quema de combustible en la industria, que incluye así mismo la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.

En la figura 14 se presentan en unidades de miles de barriles equivalente de petróleo (Kbep), el consumo de los distintos combustibles consumidos en la categoría de industrias manufactureras y construcción, cuyos datos de actividad fueron facilitados por la Secretaria Nacional de Energía para el TINGEI. Como se observa, el de mayor representatividad es el diesel oil, con aproximadamente el 54 %, mientras el resto más importante provienen de biomasa y fuel oleo residual.



**Figura 15.** Combustible consumido en porcentajes por las Industrias Manufactureras y la Construcción. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia a partir del Compendio Estadístico del SNE.

## Otros sectores

La información que se presenta en esta categoría es la cantidad de combustible consumido en las subcategorías comercial e institucional, residencial y agricultura, silvicultura y pesca para el año 2013.

El Comercio en Panamá se caracteriza por su concentración empresarial en el sector servicios, tales como comercio al por mayor y al por menor, en reparación de vehículos, motocicletas, efectos personales, hoteles y restaurantes, transporte, almacenamiento y comunicaciones, actividades de servicios sociales y salud privada; y otras. Para el calentamiento de agua se utiliza exclusivamente el GLP. Por otra parte, el área institucional

está conformado por las instituciones gubernamentales que incluyen actividades relacionadas con las funciones propias de los servicios públicos.

En la subcategoría residencial el uso principal de combustible es para la realización de cocción de alimentos y recurren generalmente al consumo de (GLP), cuyo uso es ampliamente difundido en el país, pero también se utiliza la leña principalmente en zonas aisladas y de extrema pobreza.

En el Cuadro 13 se presenta los datos de actividad para las subcategorías de Comercio/Institucional, Residencial y Agro/Pesca/Minería en consumo de combustibles para el año 2013.

**Cuadro 17.** Combustible consumido en Otros sectores, año 2013.

| Subcategorías          | Tipos de Combustibles (Kbep) |           |            |                     |                   |                     |                                |
|------------------------|------------------------------|-----------|------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|
|                        | GLP                          | Queroseno | Diésel oil | Gasolina para motor | Fuelóleo residual | Gasolina para Avión | Gasolina para motor a reacción |
| Comercio/Institucional | 405.00                       | 9.19      | 282.62     | 88.53               | 9.79              | -                   | 9.19                           |
| Residencial            | 862.28                       | 0.72      | -          | 0.00                | 0.00              | -                   | -                              |
| Agro/pesca /minería    | -                            | 2.05      | 111.67     | 2.05                | 0.00              | -                   | 0.22                           |

Fuente: Compendio estadístico del SNE, Balance energético.

## Consumo de biomasa

Según las Directrices del IPCC del 2006, la biomasa debe tomarse como un caso especial, por lo que es una buena práctica tomar en cuenta los siguientes lineamientos:

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de biomasa se estiman y declaran en el sector AFOLU, como parte de la metodología AFOLU.
- Para la biomasa, sólo aquella parte que se quema para los fines energéticos debe estimarse para su inclusión como elemento informativo en el sector Energía.
- Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, no obstante, se estiman e incluyen en el sector energía y en los totales nacionales.

En Panamá los datos de biomasa son mucho más inciertos

en comparación con otros datos de las estadísticas nacionales de energía. La mayoría de la biomasa utilizada para energía, es parte de la economía informal. Tomando en consideración las buenas prácticas señaladas por las Directrices IPCC de 2006, se tomó en cuenta los datos de consumo de leña y carbón vegetal presentado en el Balance Energético del año 2013 para presentar los resultados como un elemento informativo dentro del sector de energía.

Los datos mostrados en el cuadro 14 corresponden al consumo de carbón vegetal y desechos de madera en las subcategorías Comercial/Institucional y Residencial respectivamente, en el año 2013 en unidades de miles de barriles equivalentes de petróleo (Kbep).

**Cuadro 18.** Consumo de biomasa utilizada para energía en los sectores Comercial/Institucional (Kbep).

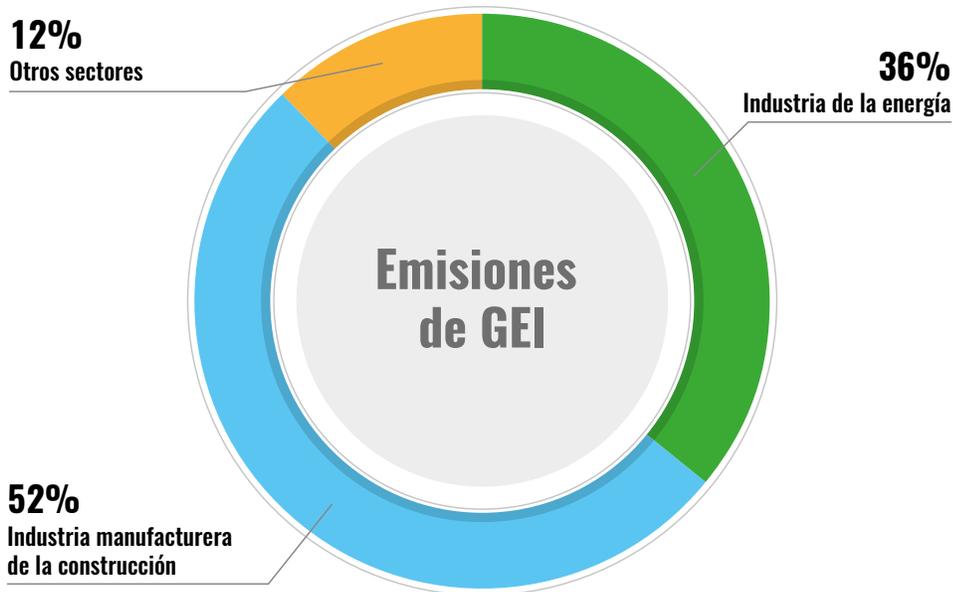
| Subcategorías           | Carbón Vegetal | Desechos de madera |
|-------------------------|----------------|--------------------|
| Comercial/Institucional | 3.8            | 0.00               |
| Residencial             | 4.0            | 1,225.1            |

Fuente: Elaboración propia a partir del Compendio Estadístico SNE, Cuadro G-BE-36.

## 2.4. Emisiones de fuentes de combustión estacionaria

El sector energético se caracteriza por poseer una mayor representatividad de emisiones de CO<sub>2</sub> que los demás GEI. Para este subsector, de fuentes estacionarias, las emisiones de CO<sub>2</sub> constituyen el 98.44 % de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes (CO<sub>2</sub> eq), quedando apenas el 1.56 % para las emisiones de metano y óxido nitroso. Por su parte, las emisiones llegan a contabilizar un total de 4,646.14 gigagramos, correspondiendo el mayor porcentaje a la categoría de industria de la energía, y siguiéndole industria manufacturera y otros sectores, respectivamente (figura 15).

La categoría Otros sectores cuenta con un total de 3 subcategorías, las cuales suman un total de 592.8 Gg de CO<sub>2</sub> eq de emisión, lo que corresponden con aproximadamente con el 12 % del total de emisiones de este subsector (figura 5). En cuanto a las subcategorías que se agrupan dentro de Otros sectores, la más sobresaliente es el residencial con un 63 % por ciento de emisiones, mientras que la comercial/institucional y agro/pesca y minería contribuyen con 29 y 8 %, respectivamente (figura 16).



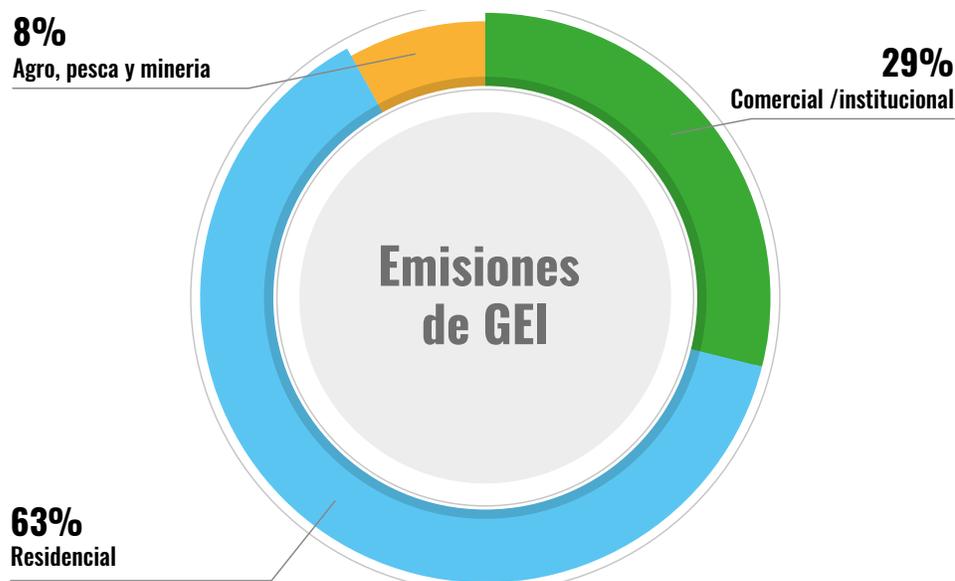
**Figura 16.** Porcentaje de emisiones de GEI, en CO<sub>2</sub> eq, para el subsector de fuentes estacionarias. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Además, se obtuvo las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la combustión de biomasa en la producción energética (1,721.43 Gg), la cual se incluye como elemento informativo en el sector Energía, mientras que CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se incluyen en la subcategoría donde se consumió.

**Figura 17.** Porcentaje de emisiones de GEI, en CO<sub>2</sub> eq, para la categoría Otros sectores. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.



## 2.5. Combustión móvil

Las fuentes móviles producen emisiones de GEI, específicamente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), procedentes de la quema de diversos tipos de combustibles.

Para Panamá se analizan dos subcategorías, transporte terrestre y aviación civil, la cual incluye aviación de cabotaje (transporte doméstico) y aviación internacional. En el transporte terrestre se incluye las emisiones de todos los tipos de vehículos y combustibles líquidos.

En la aviación civil de cabotaje se contabilizan las emisiones procedentes del consumo de combustible de todos los usos comerciales de los aviones (p. ej. aviones agrícolas, aviones privados o helicópteros). Por su parte, las

emisiones procedentes de los combustibles usados para la aviación internacional se excluyen de los totales nacionales y se declaran por separado como elementos informativos en bunker internacionales.

### 2.5.1. Elección del nivel de cálculo

Para este subsector se hizo uso de Nivel 1 para estimar las emisiones de GEI, las cuales se obtienen sobre la base de la cantidad y el tipo de combustible quemado (que se considera igual al combustible vendido) y su contenido de carbono.

A continuación, se presenta, en la ecuación 5, la formulación para la obtención de las emisiones de CO<sub>2</sub> en esta subcategoría.

### Ecuación 5

Para estimar las emisiones de los gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del transporte terrestre

$$Emision = \sum_a [Combustible_a \times EF_a]$$

Donde:

|                 |  |
|-----------------|--|
| Emisión         | Emisión de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O (kg)                               |
| Combustible     | Combustible vendido (TJ)   |
| EF <sub>a</sub> | Factor de emisión (kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12 |
| a               | Tipo de combustible (p.ej. gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)                               |

## 2.5.2. Descripción de las fuentes de combustión móvil

En el Cuadro 15 se muestran las categorías de fuentes consideradas para el inventario nacional de gases efecto invernadero para el año 2013, para la cuantificación de emisiones provenientes de la combustión de fuentes móviles.

**Cuadro 19.** Categorías del sector transporte consideradas para el inventario nacional de GEI para Panamá, año 2013.

| Nombre y número de código |                      | Definición   |
|---------------------------|----------------------|--|
| 1 A 3a                    | Aviación civil*      | Emisiones de la aviación civil internacional y de cabotaje, incluidos despegues y aterrizajes. Abarca el uso civil comercial de aviones, incluido tráfico regular y chárter para pasajeros y carga, taxis aéreos y aviación general. |
| 1 A 3 b                   | Transporte terrestre | Todas las emisiones de la quema y la evaporación que emanan del uso de combustibles en vehículos terrestres, incluido el uso de vehículos agrícolas sobre carreteras pavimentadas.   |

Fuente: Elaboración propia a partir de Directrices 2006, Vol.2, Cap. 3, pág.3.8

\*Nota: Según las Directrices 2006 las emisiones procedentes de los combustibles usados para la aviación internacional (tanque de combustible) y según la Carta de las Naciones Unidas deben excluirse de los totales nacionales y declararse por separado como elementos recordatorios.

## 2.5.3. Metodología

De acuerdo al Cuadro 15 de la sección anterior, básicamente son dos fuentes de emisiones móviles para las cuales se ha identificado como datos de actividad relativos al consumo de combustible: (i) la aviación civil internacional y de cabotaje y (ii) el transporte terrestre dentro del territorio nacional.

Las emisiones de la aviación internacional se estiman, pero se excluyen de los totales nacionales, ya que se declaran por separado como elementos informativos, tal y como indican las Directrices del IPCC.

### 2.5.3.1. Elección del Factor de emisión

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por defecto para transporte terrestre suponen que el 100 por ciento del carbono presente en el combustible se oxida durante el proceso de combustión en todos los tipos de combustible; en cambio los factores de emisión por defecto para los gases CH<sub>4</sub> y

N<sub>2</sub>O dependen principalmente de la combustión y de la tecnología de control de emisiones presentes en los vehículos. Sin embargo, el país no dispone de datos sobre las distancias recorridas por los diferentes tipos de vehículos, de tal forma que los factores por defecto utilizados se han basado en el tipo de combustible que a la vez no detalla las especificaciones tecnológicas del vehículo.

Los factores de emisión del CO<sub>2</sub> procedentes de la subcategoría de Aviación Civil se basan en el tipo de combustible y el contenido de carbono. Los valores por defecto para el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O para los diferentes tipos de combinaciones de aeronave y motor, brindan factores de emisión específicos, los cuales también varían según la distancia volada. El Nivel 1 supone que todas las aeronaves tienen los mismos factores de emisión para el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, sobre la base del índice de consumo de combustible.

En el Cuadro 16 se presentan los factores de emisión para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O utilizados tanto para categoría transporte terrestre como para aviación civil.

**Cuadro 20.** Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en las categorías Transporte Terrestre y Aviación Civil, año 2013.

| Transporte terrestre                |   |   |  |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Tipo de combustible                 | FE por defecto de CO <sub>2</sub> (KG/TJ) | FE por defecto de CH <sub>4</sub> (KG/TJ) | FE por defecto de N <sub>2</sub> O (KG/TJ) |
| Gasolina para motores sin controlar | 69,300.00                                 | 33.00                                     | 3.20                                       |
| Diesel Oil                          | 74,100.00                                 | 3.90                                      | 3.90                                       |
| Aviación civil                      |   |   |  |
| Tipo de combustible                 | FE por defecto de CO <sub>2</sub> (KG/TJ) | FE por defecto de CH <sub>4</sub> (KG/TJ) | FE por defecto de N <sub>2</sub> O (KG/TJ) |
| Gasolina para la aviación           | 69,300.00                                 | 0.50                                      | 2.00                                       |
| Gasolina para motor a reacción      | 71,500.00                                 | 0.50                                      | 2.00                                       |

Fuente: Directrices 2006, Vol. 2, Cap. 3, págs. 3.16, 3.21 y 3.64

### 2.5.3.2. Elección de datos de actividad

Los datos de actividad (DA) fueron tomados del Compendio Estadístico de la Secretaría Nacional de Energía (SNE), en los archivos estadísticos del Sector de Hidrocarburos, según la clasificación de la información que posee el SNE. En el cuadro 17, se presentan los datos

de actividad (DA) del consumo de combustible tanto para el subsector del transporte terrestre, con base a las ventas de combustible en las estaciones y el consumo de combustible para la subcategoría de aviación civil, según el consumo nacional de derivados de petróleo.

**Cuadro 21.** Datos de actividad en las subcategorías de Aviación Civil y Transporte Terrestre, año 2013.

| Categoría                         | Tipo de combustible                         | Kbep     |
|-----------------------------------|---|----------|
| Aviación civil de cabotaje        | Gasolina para aviación <sup>1</sup>         | 11.71    |
| Aviación civil internacional      | Gasolina para motor a reacción <sup>1</sup> | 4,144.00 |
| Transporte terrestre <sup>2</sup> | Diésel oil                                  | 4,076.50 |
|                                   | Gasolina para motores                       | 5,320.13 |

<sup>1</sup>Cuadro C-SH-4B ConNacDerPet, Sector hidrocarburos, Compendio Estadístico del SNE.

<sup>2</sup>Cuadro C-SH-7B Sector Hidrocarburos, Compendio Estadístico del SNE.

## 2.6. Emisiones de fuentes de combustión móvil

Las emisiones provenientes del subsector de fuentes de combustión móvil se contabilizan en un total de 3,899.57 Gg de CO<sub>2</sub> eq, la cual casi su totalidad es emitida en la categoría transporte terrestre. Mientras que, las emisiones por concepto de aviación internacional superan los 1,000 Gg de CO<sub>2</sub> (cuadro 12).

**Cuadro 22.** Emisiones de GEI en fuentes de combustión móvil, año 2013.

| Categoría de fuente   | Emisiones            |                      |                       |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
|   | CO <sub>2</sub> (Gg) | CH <sub>4</sub> (Gg) | N <sub>2</sub> O (Gg) |
| 1 A 3 aii Aviación doméstica  | 4.76                 | 0.00                 | 0.00                  |
| 1 A 3b Transporte Terrestre   | 3,899.57             | 1.12                 | 0.19                  |
| Total de emisiones en fuentes móviles                                 | 3,904.33             | 1.12                 | 0.19                  |
| <b>Partidas informativas correspondientes al consumo de biomasa.</b>  |                      |                      |                       |
| 1 A 3 ai Aviación internacional (Tanque de combustible internacional) | 1,721.43             | 0.012                | 0.05                  |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.7. Método de Referencia

El método de referencia es un método de arriba hacia abajo que utiliza los datos de provisión de energía del país para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles principalmente (IPCC, 2006).

Es una buena práctica aplicar un método por sectores y el método de referencia para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> del país procedentes de la quema de combustible, y comparar los resultados de estas dos estimaciones independientemente.

El método de referencia consiste en estimar el consumo aparente de combustibles dentro del país para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a partir de la quema de combustibles que, como parte fundamental de su estructura química, contienen carbono, así una vez oxidados el carbón y el hidrógeno presentes en ellos reaccionan con el oxígeno, produciendo CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Se supone que el consumo de combustible utilizado a nivel nacional, es la misma cantidad de combustible quemado.

Para calcular la provisión de combustible al país, se necesitan los siguientes datos para el año del inventario:

- Las cantidades de combustibles primarios producidos;

- Las cantidades de combustible primarios y secundarios importados;
- Las cantidades de combustible primarios y secundarios exportados;
- Las cantidades de combustibles primarios y secundarios usados en los tanques internacionales;
- Los incrementos o la reducción netos de la existencia de combustibles primaria y secundaria.

Es importante diferenciar entre combustibles primarios y secundarios. El primero de ellos se refiere a los combustibles que se encuentran en estado natural, en cambio los secundarios son los que se derivan de los primarios a través de procesos de transformación, como por ejemplo la gasolina del petróleo crudo, y el coque del carbón. Esta diferenciación se realiza debido a que la contabilización total nacional de carbono emitido en el método de referencia se basa en el consumo total de combustibles primarios y de las cantidades de combustibles secundarios presentes en el país como resultados de un balance energético.

Panamá no cuenta con producción ni importación de combustibles primarios por lo que solo se contabilizan las importaciones de los derivados de petróleo. A partir del consumo de combustibles secundarios se puede obtener el consumo aparente de estos, utilizando la ecuación 6:

### Ecuación 6

Consumo aparente de combustible secundario

$$\begin{aligned}
 \text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} &= \text{Importacion}_{\text{combustible}} - \text{Exportacion}_{\text{combustible}} - \text{Tanques internacionales}_{\text{combustible}} \\
 &\quad - \text{Cambio en las existencias}_{\text{combustible}}
 \end{aligned}$$

Fuente: Directrices IPCC 2006, Vol. 2, Cap.6, pag.6.7.

En cuanto al bunker internacional, las Directrices del IPCC señalan que el combustible internacional debe ser excluido de la contabilización de emisiones a nivel nacional, sin embargo, solo debe notificarse como un dato informativo. Por cual, en el caso de Panamá se deben tomar en cuenta todos los combustibles secundarios importados utilizados para fines energéticos, para realizar el cálculo del consumo aparente, datos que encontramos en el Balance Energético de la Secretaría Nacional de Energía.

### 2.7.1. Metodología

La metodología del Método de referencia desglosa el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustible en 5 pasos:

- Paso 1: estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales.

- Paso 2: convertirlo en una unidad común de energía.
- Paso 3: multiplicarlo por el contenido de carbono para computar el carbono total.
- Paso 4: computar el carbono excluido.
- Paso 5: corregir el carbono sin oxidar y convertir en emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 2.7.2. Elección de datos de actividad

Para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> por el método de referencia en el sector de energía, fueron utilizados los datos de consumo a nivel nacional de derivados del petróleo a partir de importaciones de combustibles secundarios, la fuente de información para el cálculo del método de referencia es el Compendio Estadístico de la Secretaría Nacional de Energía 2005-2016. A continuación, se muestra en el cuadro 19 los datos de actividad recolectados.

**Cuadro 23.** Datos de actividad de consumo de derivados de petróleo en Panamá, año 2013.

| Tipo de combustible            | Kbep     |
|--------------------------------|----------|
| Gasolina para motores          | 5,141.80 |
| Queroseno                      | 115.70   |
| Diésel                         | 9,016.0  |
| Fuelóleo residual              | 2,49.80  |
| GLP                            | 1,289.50 |
| Gasolina para la aviación      | 11.71    |
| Gasolina para motor a reacción | 1,238.3  |
| Coque de petróleo              | 782.5    |

Fuente: Compendio Estadístico SNE. Balance Energético.

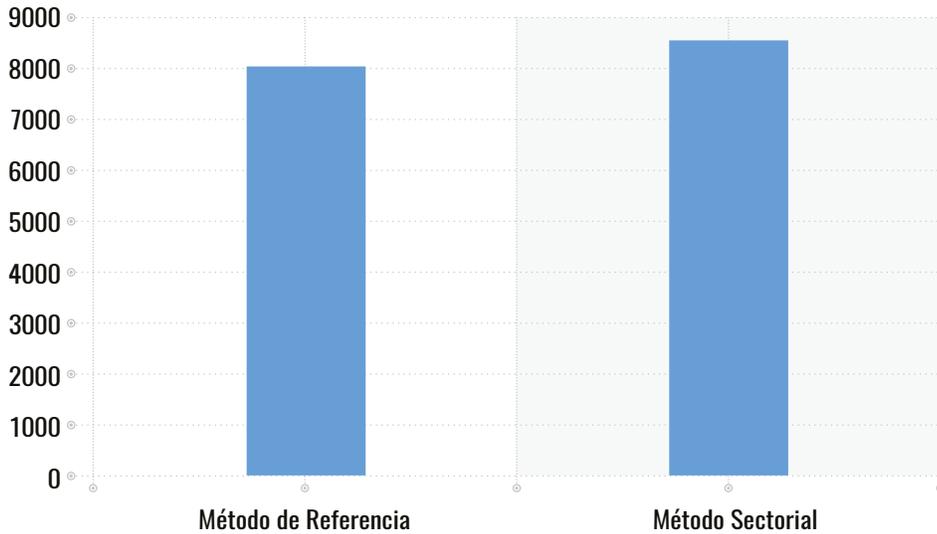
Con el método de referencia se contabilizan las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustible, se utilizan los datos estadísticos de energía, el consumo aparente de combustible en las unidades de volumen originales. En Panamá, estos datos se encuentran en miles de galones o miles de barriles equivalentes de petróleo, esta unidad se lleva a una unidad común de energía, Terajulios (TJ), se multiplica por el contenido de carbono que depende del tipo de combustible, para la obtención del carbono total (Gg C) y se estima que una pequeña parte del carbono combustible que ingresa en la combustión escapa de la oxidación y su valor por defecto es 1.

## 2.8. Comparación del Método de Referencia con el Método Sectorial

La comparación de los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> entre el Método de Referencia y el Método Sectorial, permite verificar la validez de los cálculos realizados. El método de referencia utiliza los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el método sectorial usa valores parcializados por cada categoría y subcategoría que forman parte del sector Energía.

Como se observa en la Figura 17, existe una diferencia en el consumo de energía entre ambos métodos; en el método de referencia, el consumo de energía es -6.0 % menor con respecto al método sectorial. Esta diferencia

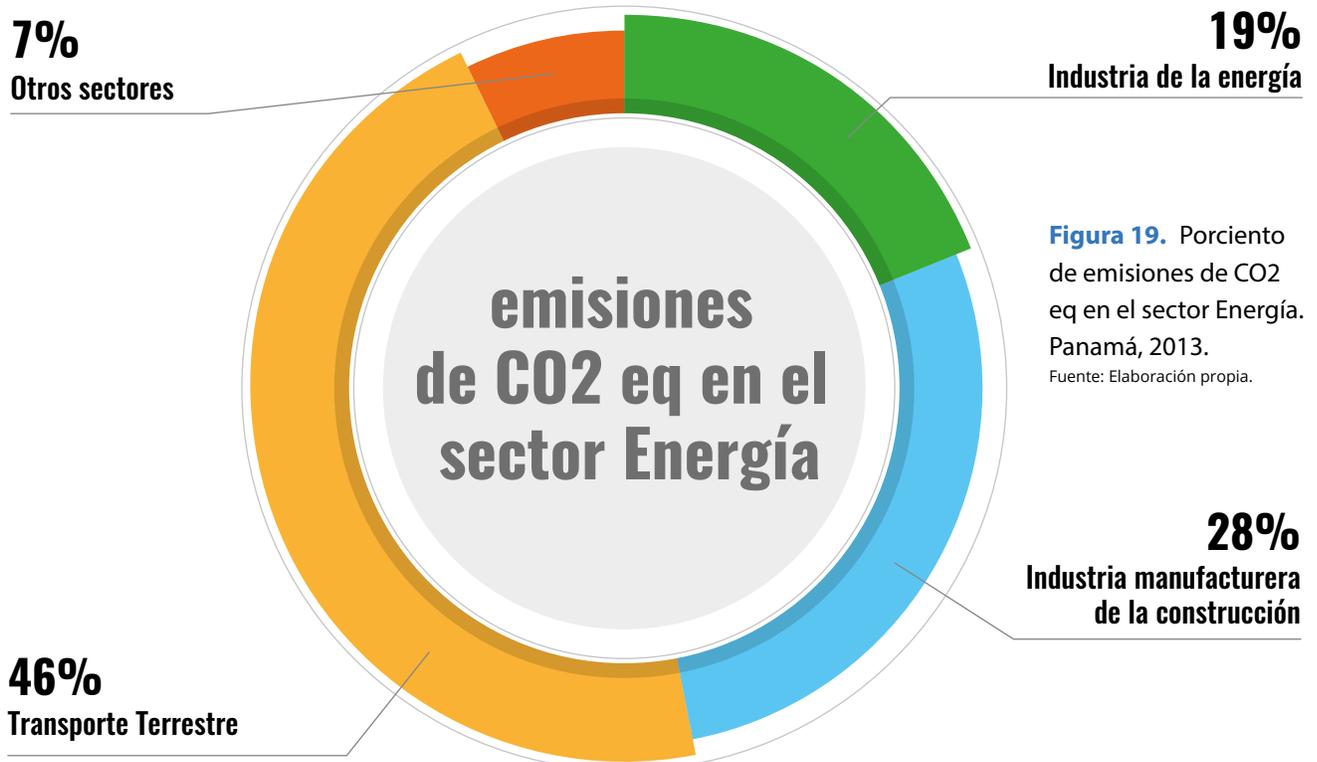
se debe en parte a que en el momento de conversión, de unidad de volumen a unidad de energía, en el método de referencia, se utilizan datos por defecto de los valores calóricos netos según el combustible contabilizado y en el método sectorial se utiliza datos convertidos directamente a las unidades de energía.



**Figura 18.** Comparación de las emisiones de CO2 por los métodos Sectorial y de Referencia. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.9. Análisis de Resultados del Sector de Energía

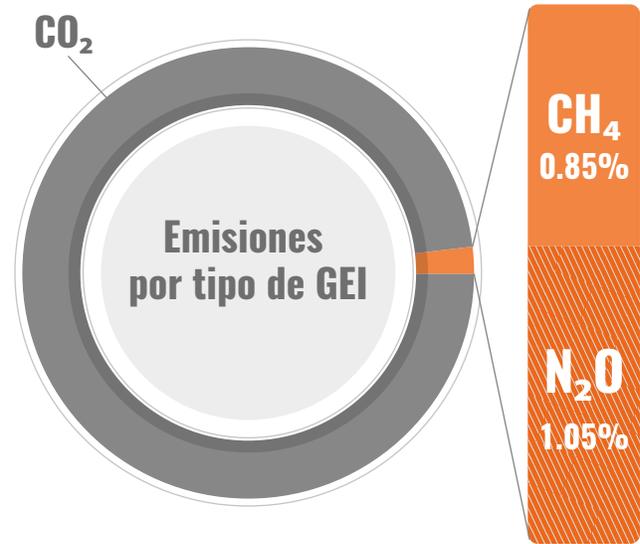
El sector Energía en su totalidad reportó para el año 2013, un total de 8,708.7Gg de CO<sub>2</sub> eq, estando compartidas las emisiones entre los subsectores fuentes estacionarias y fuentes móviles aproximadamente en un 50 % cada uno. De las 5 categorías evaluadas en este sector, la mayor emisión corresponde al transporte terrestre con un total de 3,987.51 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que equivale al 45.7 % de las emisiones totales de sector Energía. Le sigue en importancia la categoría, industrias de la energía (19 %), industria manufacturera y de la construcción (28 %) y, por último, Otros sectores con apenas el 7 % de las emisiones (figura 18).



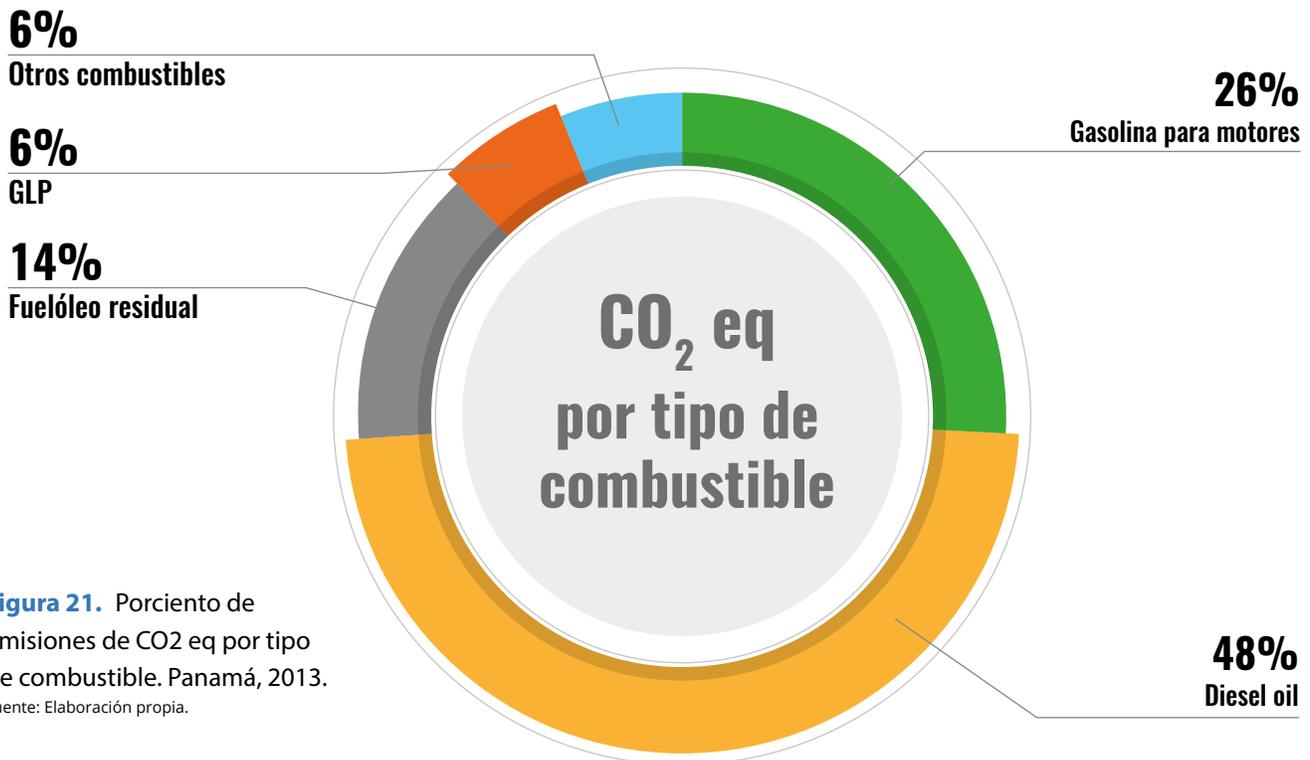
**Figura 19.** Porcentaje de emisiones de CO2 eq en el sector Energía. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19 se presentan las emisiones por tipo de gas, observamos que el CO<sub>2</sub> es el de mayor representatividad, con un aporte del 98.10 %, lo cual es una realidad debido a la combustión de hidrocarburos. En menores cantidades, pero no menos importantes están el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O con 0.85% y 1.05%, respectivamente.

El análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> eq por tipo de combustible, figura 20, muestra como resultado que las emisiones provenientes del diesel oil son las de mayor proporción con respecto al total, representando el 47 %. Además, sobresalen las emisiones provenientes de la gasolina para motores y fuel oleo residual, las cuales presentan en 24 y 18 % de las emisiones respectivamente. En total estos 3 combustibles, representan aproximadamente el 89 % del total de emisiones en el sector Energía, quedando solo un 9 % para el resto de combustibles contabilizados en el inventario.



**Figura 20.** Emisiones por tipo de GEI. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 21.** Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub> eq por tipo de combustible. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.10. Análisis de las incertidumbres del Sector Energía

La incertidumbre general en los datos de actividad es una combinación tanto de errores sistemáticos como aleatorios. Dado que en Panamá se cuenta con un sistema de recolección de datos relacionados con la energía, es probable que la incertidumbre general sea muy baja (5 %). En las mediciones de los factores de emisión y los valores caloríficos netos, los errores pueden considerarse principalmente aleatorios. Para los combustibles comercializados, la incertidumbre normalmente se considera muy pequeña ± 5% y menos (IPCC, 2000). Para los combustibles no comerciales, la incertidumbre puede ser mayor a consecuencia de la variabilidad en su composición.

## CAPITULO 3. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

En este sector se tratan las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades industriales que no están relacionadas con la combustión. Las principales fuentes en este apartado son aquellos procesos de producción industrial que transforman los materiales física o químicamente y que satisfacen sus requerimientos energéticos mediante transferencias de los procesos analizados en el sector anterior.

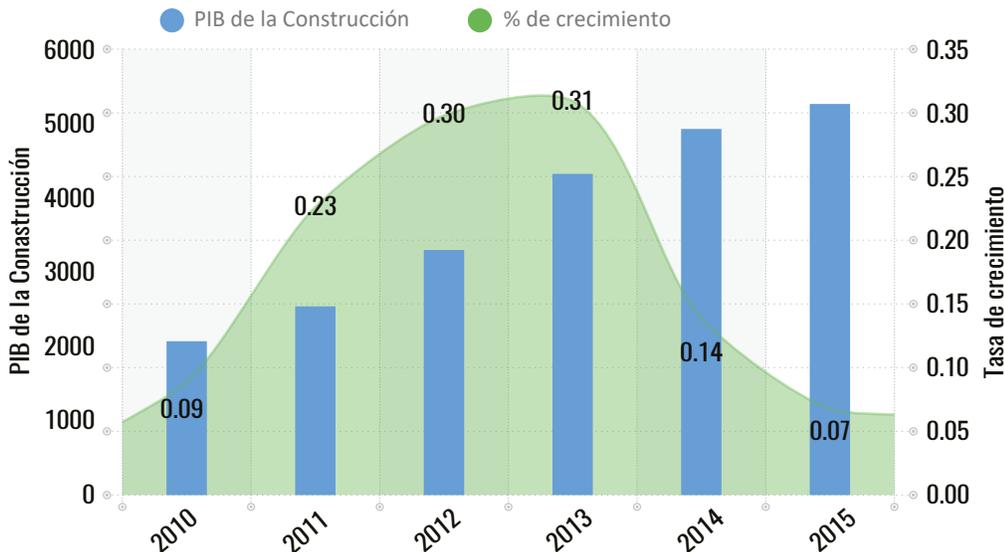
### 3.1. Panorama General del Sector

Panamá continúa siendo una economía mayormente orientada al sector de servicios, agricultura y construcción, por lo que el país no cuenta con un sector industrial o de producción de químicos representativo. En el contexto nacional, el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés) incluye las emisiones de los procesos de la industria de los minerales, siendo la industria de cemento la actividad industrial más relevante y única a la cual se le estimaron sus emisiones de GEI en este sector.

La producción de cemento es una de las categorías importantes para las emisiones de CO<sub>2</sub> en muchos países incluyendo Panamá. Con frecuencia, es la de mayor aporte a las emisiones del sector IPPU. Las emisiones de CO<sub>2</sub> no se producen durante la producción del cemento sino durante la producción de clinker de cemento, producto intermedio a partir del cual es fabricado el cemento.

La producción de cemento posee una relación muy directa con el Producto Interno Bruto (PIB) de la construcción, pues demanda de este producto para el desarrollo de la infraestructura. Como se observa en la figura 21, el PIB de la construcción en el período 2010 - 2015 ha presentado un fuerte crecimiento para el año 2013 y luego disminuye en los años siguientes, pasando de 30% a 14% del 2013 al 2014. Esto significa que la producción de cemento continua aumentando para el año del inventario.

Para el año 2013 se llevaba a cabo dos grandes construcciones que eran el Canal Ampliado y la línea 1 del Metro de Panamá, lo que represento un alto consumo de cemento y por consiguiente un aumento en la producción de clinker en el país.



**Figura 22.** PIB de la construcción y variación porcentual, período 2010-2015, a precios del 2007.

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras del INEC.

La producción u oferta de cemento en Panamá estaba a cargo de dos empresas, Cemento Panamá S.A.<sup>18</sup> y CEMEX Panamá. En el caso de Cemento Panamá desde el 2001 suspendió la fabricación de clinker, de tal forma que solo CEMEX Panamá está fabricando este material en el país. Según las Directrices del IPCC 2006, el cemento fabricado con clinker importado, hace que la planta de producción de cemento pueda ser considerada libre de toda emisión de CO<sub>2</sub> relacionada con el proceso de fabricación del cemento.

18 Desde el 2009 paso a llamarse ARGOS

### 3.1.1. Elección del nivel de cálculo

Para estimar las emisiones de GEI se utiliza el nivel dependiendo de la cantidad y calidad de los datos disponibles, y dado que la información disponible en el año 2013 para la estimación de emisiones GEI de esta categoría es la producción de clinker y su composición, según los datos de actividad entregados por CEMEX Panamá y de acuerdo a las Directrices 2006, se utilizó el nivel 2 en este cálculo de las emisiones de GEI, mediante la siguiente ecuación:

#### Ecuación 7

Emisiones basadas en los datos sobre producción de Clinker

$$Emisiones_{CO_2} = M_{cl} \times EF_{cl} \times CF_{ckd}$$

Donde:

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Emisiones de CO <sub>2</sub> | Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de cemento, toneladas        |
| $M_{cl}$                     | Peso (masa) de la cal producida, toneladas  |
| $EF_{cl}$                    | Factor de emisiones para el clinker, toneladas de CO <sub>2</sub> /toneladas de clinker |
| $CF_{ckd}$                   | Factor corrector de las emisiones para el CKD, sin dimensión                            |

### 3.1.2. Descripción de fuentes

Una de las categorías de evaluación dentro del sector Procesos Industriales se encuentra la Industria de los Minerales, en la cual se identifica la subcategoría de producción de cemento en el país. El clinker es un producto intermediario para la producción de cemento, y es el que produce las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el proceso de la producción de clinker, la piedra caliza (aproximadamente 95% de carbonato de calcio), es calentada (calcinada) para producir cal (CaO) y CO<sub>2</sub> como un subproducto. La principal dificultad a vencer para la estimación de la emisión, es que, tanto la fracción de clinker en el cemento, así como el contenido de CaO en el clinker pueden variar.

El clinker es creado en un horno de altas temperaturas donde se calcina el carbonato de calcio para obtener cal (CaO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El CaO reacciona luego con el dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) y otros óxidos para formar minerales hidráulicamente reactivos (principalmente silicatos de calcio) dentro de nódulos semi-vitrificados llamados clinker (o escoria de cemento). El clinker se muele luego finamente (generalmente, con una pequeña cantidad de yeso) para formar el cemento. El CO<sub>2</sub> proveniente de la fabricación de clinker (tanto el que proviene de la calcinación como el que produce la quema de combustibles para hornos de altas temperaturas) se libera normalmente en la atmósfera como un producto

de desecho y es una fuente significativa de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.3. Metodología

El método de Nivel 2 se basa en las siguientes hipótesis en relación con la industria del cemento y con la producción de clinker:

1. La mayor parte del cemento hidráulico es cemento portland o un cemento similar que requiere clinker de cemento portland;
2. En la composición del clinker, la proporción de CaO varía dentro de un intervalo muy limitado y el contenido de MgO se mantiene muy bajo;
3. En general, las plantas son capaces de controlar el contenido de CaO en las entradas de materias primas y de clinker dentro de un intervalo estrecho de tolerancia;
4. Aún, cuando la salida de clinker se calcula en vez de medirla directamente en la planta, a la hora de los controles de auditoría ambos métodos de determinación arrojan resultados concordantes;
5. Para una planta en particular, el contenido de CaO del Clinker tiende a no variar significativamente a través de los años;

6. Para la mayoría de las plantas la fuente principal de CaO es el  $\text{CaCO}_3$  y toda otra fuente de CaO cuyo origen no sean los carbonatos, está debidamente cuantificada, por lo menos al nivel de la planta;
7. Para las entradas de carbonatos usados en la fabricación de Clinker se alcanza un factor de calcinación del 100 por ciento (o muy cercano), incluidos (normalmente en menor escala) los materiales perdidos para el sistema como polvo de horno de cemento (CKD) no reciclado;
8. Los colectores de polvo de las plantas capturan casi la totalidad del CKD, aunque éste no necesariamente se recicle hacia el horno.

#### **3.1.3.1. Elección de Factor de emisión**

El factor de emisión a utilizar es el valor por defecto de 65 por ciento para el contenido de CaO del clinker, suponiendo que el 100 por ciento del CaO proviene del material carbonato de calcio. Durante la fabricación se va generar CKD, lo cual introduce un porcentaje de error, que se corrige multiplicándolo por el factor corrector del 2 por ciento, quedando el factor de emisión para el clinker de 0.52 toneladas de  $\text{CO}_2$  /toneladas de Clinker (IPCC, 2006).

#### **3.1.3.2. Elección de dato de actividad**

Las empresas cementeras en Panamá son CEMEX Panamá y Cemento Panamá S.A., Cemento Panama S.A. dejó de fabricar clinker desde el año 2001, así que los datos de actividad de la producción de clinker fueron facilitados por CEMEX Panamá, con la condición de confidencialidad. El clinker que producen es de Tipo I y lo utilizan para la fabricación de Cemento Portland Tipo I y Cemento Portland de uso general. Por otra parte, Cemento Panamá S.A. informó que el cemento fabricado se produce a partir del clinker comprado al mismo CEMEX o en casos especiales se importa, por lo cual la convierte en una planta de producción de cemento libre de toda emisión de  $\text{CO}_2$  relacionada con el proceso de fabricación.

## **3.2. Análisis de Resultados del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos**

Los resultados de las estimaciones de las emisiones de GEI para el sector Procesos Industriales y Uso de Productos, para el año 2013, fueron 790.90 Gg de  $\text{CO}_2$ , siendo la única fuente de emisión la producción de clinker. En el análisis del sector Procesos Industriales se estimó las emisiones de  $\text{CO}_2$  y este no se reporta otros GEI, diferentes del  $\text{CO}_2$ .

## **3.3. Análisis de incertidumbre**

Con relación a los datos de actividad utilizados (producción de clinker) se considera una incertidumbre del ( $\pm$  5-10%). La evaluación de la incertidumbre, a partir de cada paso del árbol de decisión, arroja que el error máximo al estimar la emisión de  $\text{CO}_2$ , utilizando datos de la producción de clinker, es del orden del 5-10% (IPCC, 2000).

# CAPITULO 4. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA

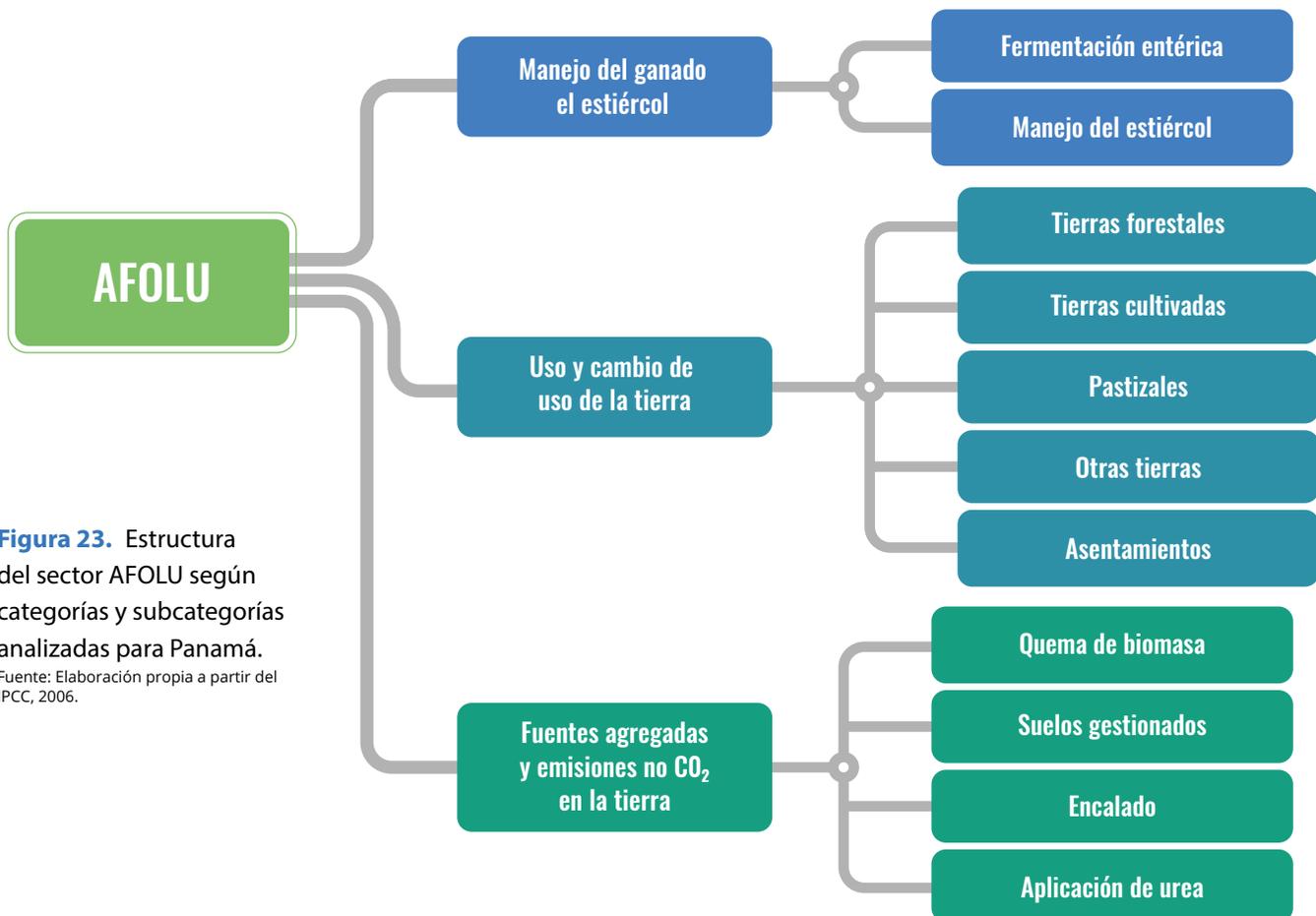
Este sector presenta la estimación del cambio en las existencias de carbono producidas por la biomasa, así como las emisiones producidas por el fuego. También se contabilizan las emisiones de GEI a partir de la actividad pecuaria, y las emisiones provenientes de los agregados de nitrógeno a la tierra. Todo lo correspondiente a este sector se cataloga bajo el nombre: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, del inglés).

absorciones de GEI. De acuerdo a las últimas evaluaciones (ONU-REDD Panamá 2015a y 2015b, Cherrington 2014) la cobertura boscosa ha disminuido desde el 2000, pero a pesar de esta tendencia, el país sigue contando con grandes extensiones de cobertura boscosa (por ejemplo, alrededor de 2.8 millón de hectáreas de bosque maduro, MIAMBIENTE Mapatón (2017)). En cuanto a la actividad agropecuaria el país tiene carácter extensivo y es manejada de forma tradicional, dependiendo de las condiciones climáticas.

## 4.1. Panorama General del Sector

Para los diferentes países de la región de Centroamérica, incluyendo Panamá, las emisiones (y las absorciones) del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra han representado significativas fuentes de emisiones y

Según el IPCC (2006) y lo visto anteriormente, en este acápite se evaluarán las emisiones y remociones de GEI provenientes de las siguientes actividades, subdivididas en 3 subsectores, los cuales contienen varias categorías y subcategorías de emisión (Figura 22).



**Figura 23.** Estructura del sector AFOLU según categorías y subcategorías analizadas para Panamá.

Fuente: Elaboración propia a partir del IPCC, 2006.

## 4.2. Cuestiones metodológicas

En las Guías del IPCC de 2006 se integran la orientación previa individual incluida en las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 para la Agricultura (Capítulo 4) y para Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura (Capítulo 5). En esta combinación se reconoce que los procesos que subyacen a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, así como las diferentes formas de carbono almacenado en tierra, pueden producirse en todos los tipos de tierras. Se reconoce que los cambios de uso de la tierra pueden producirse en todos los tipos de tierras. Con este método, se intenta mejorar la coherencia y la exhaustividad en la estimación y la declaración de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

Para lograr esta integración se realizaron algunos cambios, los cuales incluyen:

- La adopción de seis categorías de uso de la tierra que se utilizan en la GPG-LULUCF (es decir, tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras). Estas categorías de tierras se subdividen, además, en tierras que se mantienen en la misma categoría y aquellas que se convierten de una categoría a otra. Las categorías de usos de la tierra sirven para permitir la inclusión de toda la superficie de tierra gestionada en un país.
- Generación de informes sobre todas las emisiones de las fuentes y las absorciones por sumideros en tierras gestionadas, a las que se considera antropogénicas, mientras que no se declaran las emisiones o absorciones en tierras no gestionadas.
- Métodos genéricos para contabilizar los cambios en las existencias de C de la biomasa, la materia orgánica muerta y del suelo en todas las categorías de tierras y métodos genéricos para cuantificar las emisiones de gases de invernadero resultantes del quemado de biomasa que se puedan aplicar a todas las categorías de uso de la tierra.
- Incorporación de métodos para emisiones no-CO<sub>2</sub> procedentes de tierras gestionadas y del quemado de biomasa, y sistemas de caracterización de la población de ganado y de la gestión del estiércol en la Agricultura (Capítulo 5 de las Directrices del IPCC de 1996 y GPG 2000).
- Adopción de tres niveles jerárquicos para los métodos, que abarcan desde factores de emisión por defecto y simples ecuaciones hasta el uso de datos y modelos

específicos de cada país para adaptarlos a las circunstancias nacionales.

- Descripción de métodos alternativos para estimar y declarar cambios en las existencias de C relacionados con los productos de madera recolectada.
- Incorporación de análisis de categorías principales para las categorías de usos de la tierra, depósitos de C, y emisiones de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> y no-CO<sub>2</sub>.
- Cumplimiento con los principios de equilibrio de masas al calcular los cambios en las existencias de carbono.
- Mayor coherencia en la clasificación de las áreas terrestres a fin de seleccionar los factores adecuados de emisión y de cambio en las existencias, así como datos de la actividad.
- Mejoras en los factores por defecto de emisiones y cambios en emisiones y existencias, así como el desarrollo de una Base de datos de factores de emisión (EFDB, del inglés Emission Factor Database) que constituye una herramienta complementaria a las Directrices del IPCC de 2006, que aporta factores alternativos de emisión con su respectiva documentación.
- Incorporación de métodos para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> de las tierras inundadas con los métodos para las emisiones de CH<sub>4</sub>, que reflejen la limitada disponibilidad de información científica.

Un concepto fundamental en el sector AFOLU es que las emisiones antropogénicas y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero se definen como aquellas que se producen en «tierras gestionadas» o, mejor dicho, tierra donde ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas y/o sociales. Todas las definiciones y clasificaciones de tierras deberán especificarse a nivel nacional, describirse de manera transparente y aplicarse de forma coherente a lo largo del tiempo. No es necesario declarar las emisiones/absorciones de gases de efecto invernadero en tierras no gestionadas. Este método, es decir, el uso de la tierra gestionada como representación de los efectos antropogénicos fue adoptado por la GPG-LULUCF y ese uso se mantiene en las Directrices de 2006. La lógica clave de este método está en el hecho de que la enorme mayoría de los efectos antropogénicos se produce en tierras gestionadas. Por definición, todos los efectos directos inducidos por el hombre en las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero ocurren solamente en tierras gestionadas. Aunque está aceptado que no hay ninguna zona en la superficie de la Tierra totalmente libre de la influencia humana (p. ej. fertilización

con CO<sub>2</sub>), muchas de las influencias humanas indirectas sobre los gases de efecto invernadero (p. ej. mayor deposición de N, incendios accidentales) se van a manifestar, predominantemente, en tierras gestionadas, donde están concentradas las actividades humanas. Por último, la variabilidad local y a corto plazo de las emisiones y absorciones debidas a causas naturales puede ser sustancial, el «fondo» natural de las emisiones y absorciones por sumideros de

gases de efecto invernadero tiende a promediarse con el tiempo y en el espacio. Esto hace que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de tierras gestionadas constituyan el resultado dominante de la actividad humana (IPCC, 2006).

Para todos estos procesos y categorías, la formulación fundamental para la estimación de emisiones de GEI es la siguiente:

### Ecuación 8

$$DA \times FE = \text{Emisiones \& Absorciones}$$

Donde:

DA = Datos de Actividad: describen la magnitud de la actividad humana que resulta en emisión y absorción de GEI, que tienen lugar en una zona determinada y en un tiempo dado.

FE = Factor de emisión: son coeficientes que calculan las emisiones o absorciones de un gas por los datos de unidad de actividad. Están basados en muestras de medición, promediados en varios niveles de detalle que dependen de la metodología de nivel que sea utilizada.

## 4.3. Manejo del ganado y el estiércol

En este subsector se tratan las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) originadas por la fermentación entérica y el manejo del estiércol del ganado doméstico. Las mayores emisiones de CH<sub>4</sub> en las actividades agropecuarias, provienen del ganado doméstico y fundamentalmente de los rumiantes, en especial del ganado vacuno.

Al considerar las emisiones de GEI procedentes de esta categoría de fuente, es necesario diferenciar, tanto por sus características específicas como por el monto de las emisiones, dos categorías básicas:

1. La fermentación entérica (emisiones de CH<sub>4</sub>),
2. El manejo del estiércol (emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)

### 4.3.1. Elección del nivel de cálculo

Para este subsector se hizo uso de nivel 1 para estimar las emisiones de GEI, las cuales se obtienen sobre la base de la cantidad de cabezas por tipo de ganado, así como la gestión del estiércol de los animales.

A continuación, se presenta, en la ecuación 9 y 10 la formulación para la obtención de las emisiones de CH<sub>4</sub> en estas subcategorías.

### Ecuación 9

$$\text{Emisiones } CH_4 = FE_{(T)} * \left( \frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

### Ecuación 10

$$\text{Total } CH_4 = \sum_i E_i$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 10.30

**Donde:**

Emisiones de CH<sub>4</sub>: CH<sub>4</sub> emitido por manejo del ganado y el estiércol, Gg CH<sub>4</sub>/año

FE(T): factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

N(T): la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

T: especie/categoría de ganado

Total CH<sub>4</sub> Entérica: emisiones totales de metano por manejo del ganado y el estiércol, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>

E<sub>i</sub>: emisiones de las i subcategorías de ganado y sistemas de manejo de estiércol

Por su parte, las emisiones de  $N_2O$  poseen una característica muy particular pues se producen durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol antes de que este sea aplicado a la tierra. Estas emisiones proceden del nitrógeno contenido en el estiércol excretado por los animales. Para la estimación de dichas emisiones se hace uso de la siguiente ecuación:

### Ecuación 11

$$N_2O_{D(mm)} = \left[ \sum_S \left[ \sum_T \left( N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)} \right) * FE_{3(S)} \right] * \frac{44}{28} \right]$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 10.57

#### Donde:

$N_2O_{D(mm)}$ : emisiones directas de  $N_2O$  de la gestión del estiércol del país, kg  $N_2O$  año<sup>-1</sup>

$N_{(T)}$ : cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

$N_{ex(T)}$ : promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup>

$MS_{(T,S)}$ : fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de manejo del estiércol S en el país, sin dimensión

$FE_3$ : factor de emisión para emisiones directas de  $N_2O$  del sistema de gestión del estiércol S en el país, kg  $N_2O$ -N/kg N en el sistema de gestión del estiércol S

S: Sistema de gestión del estiércol

T: especie/categoría de ganado

44/28: Conversión de emisiones de  $N_2O$ -N<sub>(mm)</sub> a emisiones de  $N_2O$ <sub>(mm)</sub>

### 4.3.2. Descripción del subsector manejo del ganado y el estiércol

La producción ganadera genera emisiones provenientes de la fermentación entérica y emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), resultado de los sistemas de gestión de estiércol del ganado. Los sistemas digestivos rumiante de los vacunos constituyen una fuente importante de CH<sub>4</sub>. La gestión de estiércol tiende a producir menos emisiones de metano que las entéricas. Las emisiones más significativas se asocian con las operaciones de gestión de animales confinados, en la que el estiércol se maneja por medio de sistemas en líquido. Las emisiones de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol varía entre los tipos de sistemas de gestión utilizados, estos adicionalmente pueden provocar emisiones indirectas debido a otras formas de pérdida de nitrógeno del sistema (IPCC, 2006).

En animales poligástricos (rumiantes: bovinos lecheros, bovinos no lecheros, ovinos, etc.) y algunos mono-gástricos (no rumiantes), las fuentes alimenticias que contienen carbohidratos, durante la hidrólisis de transformación a azúcares solubles más simples y durante la absorción de nutrientes, produce metano, debido a la presencia de microorganismos metanogénicos (Suarez Donoso, 2009).

El metano que es generado por el manejo de estiércol, proviene de la descomposición en condiciones anaeróbicas. Estas condiciones se presentan por lo general cuando se cría elevada cantidad de animales en un área confinada (Suarez Donoso, 2009).

### 4.3.3. Metodología

En esta sección se presentan de manera específica los factores de emisión utilizados, así como los datos de actividad necesarios, utilizados por el compilador del inventario en las subcategorías que contribuyen en el subsector ganado y gestión del estiércol.

#### 4.3.3.1. Elección de los factores de emisión

En este reporte de inventario, tanto para la fermentación entérica como para el manejo del estiércol, se utilizan parámetros por defecto contemplados en las Guías del IPCC de 2006, para cada una de las categorías de animales que tienen un mayor peso en las emisiones y se dispuso de la información necesaria para abordar su estimación. En el cuadro 20 se precisan las categorías de ganado doméstico que se utilizaron en este reporte para calcular las emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica y el manejo del estiércol, con los respectivos factores de emisión utilizados.

**Cuadro 24.** Factores de emisión utilizados.

| Categorías de ganado  | Fermentación entérica                       | Manejo de estiércol                         |
|-----------------------|---|---|
|                       | Factor de Emisión (kg CH <sub>4</sub> /año) | Factor de Emisión (kg CH <sub>4</sub> /año) |
| Ganado vacuno lechero | 72.0  | 2.0   |
| Otro ganado vacuno    | 56.0  | 1.0   |
| Ovejas                | 5.0   | 0.2   |
| Carneros              | 5.0   | 0.2   |
| Caballos              | 18.0  | 2.2   |
| Mulos y asnos         | 10.0  | 1.2   |
| Cerdos                | 1.0   | 2.0   |
| Aves                  | -   | 0.02  |

Fuente: IPCC, 2006.

Además, en el caso de las emisiones de óxido nitroso, es necesario contar con información de los sistemas de manejo de excretas para cada una de las categorías de ganado. En el caso de Panamá, se asume que las excretas son manejadas mediante el pastoreo diario, lagunas anaeróbicas, la acumulación de estiércol y el compostaje. Y se cuenta con una serie de parámetros necesarios para en la estimación de las emisiones derivadas del manejo de estiércol, los cuales se presentan en los siguientes cuadros 21 y 22.

**Cuadro 25.** Otros valores utilizados por defecto.

| Categorías de ganado  | Fermentación entérica | Manejo de estiércol          |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
|                       | Peso del animal (kg)  | Tasa de excreción (kg N/año) |
| Ganado vacuno lechero | 400.0                 | 70.08                        |
| Otro ganado vacuno    | 305.0                 | 40.08                        |
| Ovejas                | 28.0                  | 11.96                        |
| Carneros              | 30.0                  | 15.00                        |
| Caballos              | 238.0                 | 39.96                        |
| Mulos y asnos         | 130.0                 | 21.83                        |
| Cerdos                | 28.0                  | 16.76                        |
| Aves                  | 1.8                   | 0.54                         |

Fuente: IPCC, 2006.

**Cuadro 26.** Factores de emisión directa de N<sub>2</sub>O por manejo de estiércol según sistema de manejo.

| Categorías de ganado     | Manejo de estiércol   |
|--------------------------|---|
|                          | Tasa de excreción (kg N <sub>2</sub> O-N/kg de N en el sistema de manejo) |
| Pastoreo*                | -   |
| Lagunas anaeróbicas      | 0.00  |
| Acumulación de estiércol | 0.07  |
| Compostaje               | 0.01  |

\* En el caso del pastoreo, solo se contabilizan las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O. Esto se realiza en el acápite de emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por tierras gestionadas para no duplicar resultados.

Fuente: IPCC, 2006.

Foto: Ivan Uribe



### 4.3.3.2. Elección de datos de actividad

Para las estimaciones de CH<sub>4</sub> procedentes de la fermentación entérica, se utilizaron datos sobre categorías de ganado y producción de leche para seleccionar factores de emisión por defecto.

Los datos correspondientes a la cantidad de bovino lechero y no lechero no estaban disponibles, por tal motivo se utilizó de referencia los porcentajes citados en el 2do. INGEI de Panamá, donde el 60 % correspondían a lechero y 40 % a no lechero. El total de cabezas de bovino existentes en Panamá se obtuvo de la base de datos del INEC. Este ganado es el de mayor importancia en el país, al contar con 1.7 millones de cabezas aproximadamente, representando las  $\frac{3}{4}$  partes de la masa ganadera del país en el año 2013, sin contar con las aves de corral.

Con relación al desglose por número de ovinos, equinos y mular, los mismos se obtuvieron de la base de datos FAOSTAT. En el caso de las cabras, no se pudo obtener datos de las cabezas existentes para el año en curso, por lo que se decidió dejar el mismo número que en el 2010. De estas subcategorías de ganado, la de mayor importancia es la equina reportando el 6 por ciento de la masa ganadera del país en el año 2013 (figura 23), sin contar con las aves de corral.

En cuanto al ganado porcino y aves, se utilizaron los datos del INEC, de los cuales el porcino aporta el 16 por ciento de la masa ganadera en el 2013 para Panamá. Por su parte, el total de aves de corral contabilizados en Panamá para el año 2013 fue de aproximadamente 19.8 millones de gallinas.

Para las emisiones del manejo de estiércol, se utilizaron datos sobre la población de ganado desglosado por especie y/o categoría de animales.



**Figura 24.** Población de ganado vacuno y no vacuno (con excepción de las aves). Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

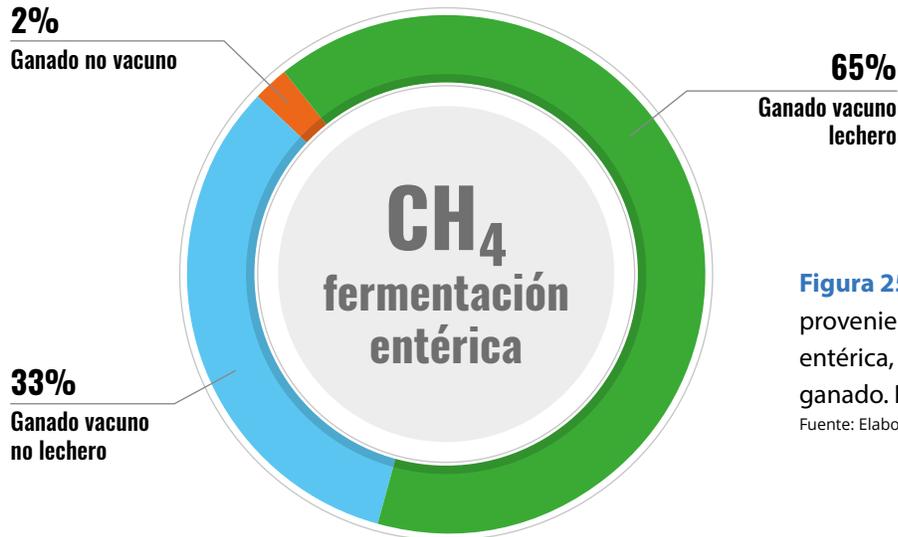
## 4.4. Emisiones del subsector manejo del ganado y el estiércol

En Panamá la actividad agropecuaria es de carácter extensivo, manejada de forma tradicional y depende de las condiciones climáticas, ya que las principales fuentes alimentarias son la biomasa de las praderas nativas, los residuos de cultivos y forrajes secos cultivados en época de estiaje. La población ganadera crece a medida que el agricultor cuenta con buena productividad de biomasa y dispone de residuos agrícolas y forraje para cubrir los requerimientos alimenticios del ganado.

El subsector de estudio culminó con un total de 119.99 Gg de CH<sub>4</sub> y tan solo 0.79 Gg de N<sub>2</sub>O emitidos, lo que representó un total de emisiones de 2765.05 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2013. El metano constituyó el 92.11% de las emisiones en este subsector, quedando el resto para el N<sub>2</sub>O.

De las dos categorías de emisión, la fermentación entérica emitió 115.88 Gg de CH<sub>4</sub> lo que representa el 88% del total de emisiones en CO<sub>2</sub> eq, y entre las subcategorías más importantes se encuentra el ganado vacuno lechero y no lechero, los cuales suman el 98% de las emisiones de esta categoría. Este resultado se debe al alto número

de cabezas de ganado vacuno existentes en el año evaluado, y a los elevados valores de factor de emisión que presentan ambas subcategorías (Figura 24).



**Figura 25.** Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica, por subcategorías de ganado. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la categoría de manejo del estiércol, esta presenta emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, las cuales representaron el 74 y 26 por ciento respectivamente, del total de emisiones en CO<sub>2</sub> eq en esta categoría. Como se observa en la figura siguiente, las mayores emisiones de CH<sub>4</sub> se obtuvieron en la subcategoría de ganado vacuno lechero con aproximadamente el 50.5% del total, mientras que le siguen en importancia el ganado vacuno no lechero, cerdos, aves y caballos, mientras que menos del 1% lo representaron las subcategorías de ovejas, carneros y mulos y asnos. El mayor aporte corresponde al ganado vacuno por ser el que presenta el mayor factor de emisión y, además de contar con el mayor número de animales, exceptuando a las aves, las cuales cuentan con 19 millones de cabezas.



**Figura 26.** Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del manejo de estiércol, por subcategorías de ganado. Panamá, 2013.  
Fuente: Elaborado por el autor.

Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de estiércol son muy pequeñas, pero convertidas a CO<sub>2</sub> eq llegan a ser de 244.90 Gg. Estas se estimaron solamente en las categorías de ganado donde se manejaba el estiércol como compost, en lagunas anaeróbicas y acumulación. En este caso solo se cuenta con emisiones en las subcategorías del ganado vacuno lechero, cerdos y aves, pues las demás categorías se depositaron sus excretas en el campo abierto durante el pastoreo. Según los resultados obtenidos (figura 26), el mayor porcentaje de emisiones pertenece al compostaje proveniente del ganado vacuno lechero y las aves, los cuales cuentan con masas de animales numerosas. Mientras, el menor por ciento de emisiones se debe a la acumulación de estiércol de los cerdos que, aunque presenta mayor factor de emisión que el compostaje, posee menor número de cabezas de ganado.



**Figura 27.** Emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de estiércol, por subcategorías. Panamá, 2013.

Fuente: Elaborado por el autor.

## 4.5. Uso y Cambio de Uso de la Tierra

El subsector uso y cambio de uso de la tierra incluye las estimaciones de las emisiones y remociones de dióxido de carbono, debido a actividades antrópicas y para ellos es necesario contar con información de clasificación de la superficie que represente uso de la tierra.

Las categorías de uso de la tierra definidas en las Directrices del 2006 del IPCC, para la declaración del TINGEI son:

### Tierras forestales

Estas incluyen todas las tierras con vegetación boscosa, incluyen también los sistemas con una estructura de vegetación que se encuentra por debajo, pero que potencialmente podría alcanzar in situ los valores utilizados por cada país para definir la categoría de tierras forestales.

La absorción de GEI incluye:

- la regeneración de bosques (crecimiento de bosques secundarios, plantaciones forestales y rastrojos).

Las emisiones son generadas por:

- cosecha de rollizos, recogida/cosecha/recolección de madera combustible, perturbaciones provocadas por incendios, insectos, enfermedades, etc.

Al producirse pérdidas, también se reduce la biomasa subterránea y se transforma en materia orgánica muerta (DOM).

### Tierras cultivadas

Incluyen la tierra cultivada, como arrozales y los sistemas de agro-silvicultura. Esta categoría se encuentra por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales.

La cantidad de carbón almacenado o emitido depende del tipo de cultivo, de las prácticas de gestión y las variables del suelo y el clima. Los cambios en la biomasa en tierras

Foto: Ivan Uribe



cultivadas se estiman únicamente para cultivos leñosos perennes, debido a que, en los cultivos anuales, el incremento de las existencias de biomasa de cada año equivale a las pérdidas de biomasa producidas por la cosecha y la mortalidad en el mismo año, por lo tanto, no hay acumulación neta de carbono en biomasa. La quema de residuos de cultivos produce una cantidad significativa de gases de efecto invernadero no CO<sub>2</sub>.

## Pastizales

Incluyen tierras de pastoreo y los pastizales que no se consideran tierras de cultivo. También incluyen hierbas, maleza y todos los pastizales, desde tierras sin cultivar hasta zonas de recreo.

La estimación de carbono se ve influenciada tanto por la actividad humana como por las perturbaciones naturales, incluyendo la degradación de los prados, el pastoreo, los incendios, la rehabilitación de las pasturas y su gestión.

## Humedales

Incluyen tierras saturada de agua durante todo el año o parte de éste, que no están dentro de las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizal o asentamiento. Incluye ríos naturales y los lagos como subdivisiones no gestionadas.

## Asentamientos

Estas tierras incluyen toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño.

## Otras tierras

Incluye suelo desnudo y todas las categorías que no están incluidas en ninguna de las otras cinco categorías. Permite que el total de la superficie de la tierra identificada, coincida con la superficie nacional de la que se tienen datos.

## Conversión del uso de la tierra

Las diferentes estimaciones de la existencia de carbono y los diferentes factores de emisión y absorción están asociados con las tierras antes y después de la transición.

Es una buena práctica desarrollar una serie temporal coherente de inventarios de emisión y absorción antrópica de GEI para todas las categorías de FOLU. Dado que solo se dispone de datos de la actividad cada uno pocos años, la coherencia de las series temporales puede exigir la inter-

polación o extrapolación de series temporales o tendencias más prolongadas (IPCC, 2006).

Adicionalmente la contabilización coherente y permanente a través del tiempo de las superficies territoriales requiere que los datos de la actividad para todas las categorías de uso de la tierra se estratifiquen a través de una definición en común de los tipos de climas y de suelos (IPCC, 2006).

## Cultivo del arroz

Dentro de las áreas de cultivo existe un acápite especial para el cultivo de arroz, debido a las características especiales que posee la misma, al considerarse un cultivo, pero a la misma vez un humedal. En esta categoría no se contabilizan solamente las áreas cultivadas, sino el área total de cultivo en el año (referida a que generalmente, en un año existe más de una campaña de siembra) debido a que las emisiones dependen sobre todo del tiempo de inundación de los campos de arroz.

### 4.5.1. Elección del nivel de cálculo

Para el subsector FOLU, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>, basadas en los cambios en las existencias de C en el ecosistema, se estiman para cada una de las categorías de uso de la tierra (incluyendo tanto las tierras que permanecen en una categoría dada de uso de la tierra como las que pasan a otra categoría de uso de la tierra). Y el total es la suma de cada una de las categorías explicadas anteriormente.

#### Tierras que permanecen en la misma categoría

Los cambios anuales de existencias de carbono de cualquier depósito pueden estimarse aplicando el *Método de pérdidas y ganancias* de carbono (ecuación 12). Donde las ganancias pueden atribuirse al crecimiento (aumento de la biomasa) y se marcan con signo positivo (+); mientras que las pérdidas se pueden atribuir a la cosecha, y se marcan siempre con signo negativo (-) (IPCC, 2006).

**Ecuación 12**

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.10

Donde:

$\Delta C$  = cambio en las existencias anuales de carbono del depósito, ton C año<sup>-1</sup>

$\Delta C_G$  = ganancia anual de carbono, ton C año<sup>-1</sup>

$\Delta C_L$  = pérdida anual de carbono, ton C año<sup>-1</sup>

Según el método de nivel 1, cuando el índice de crecimiento de biomasa se combina con el área de cada una de los tipos de uso de la tierra por estratos (p. ej. Zona climática, tipo de vegetación, tipo de suelo), y la fracción de carbono de materia seca se obtiene el incremento anual de existencias de carbono en la biomasa (ecuación 13).

**Ecuación 13**

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} * G_{TOTAL_{i,j}} * CF_{i,j})$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.16

Donde:

$\Delta C_G$  = incremento anual de las existencias de carbono en biomasa debido al crecimiento de la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra por tipo de vegetación y zona climática, ton C año<sup>-1</sup>

A = superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra, ha

$G_{TOTAL}$  = crecimiento medio anual de la biomasa, ton d. m. ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

i = zona ecológica i (i = 1 a n)

j = dominio climático j (j = 1 a m)

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (ton d.m.)<sup>-1</sup>

La pérdida anual de biomasa es la suma de las pérdidas por remoción de bosques (cosecha), la recogida de madera combustible (sin contar la recolección de detritos) y otras pérdidas producidas por perturbaciones, como incendios, tormentas e insectos y pestes (ecuación 14).

**Ecuación 14**

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} - L_{madera-combustible} - L_{perturbación}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.18

$\Delta C_L$  = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra, ton C año<sup>-1</sup>

$L_{remoción-bosques}$  = pérdida anual de carbono debida a remoción de bosques, ton C año<sup>-1</sup>

$L_{madera-combustible}$  = pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible, ton C año<sup>-1</sup>

$L_{perturbación}$  = pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones, ton C año<sup>-1</sup>

Cuando se utilizan los métodos de nivel 2 de la representación de tierras, tal y como es el caso para este inventario, se utiliza, la ecuación para contabilizar los cambios de existencia de carbono en la biomasa. El cambio con respecto a la ecuación anterior número 12, es que se le adiciona el cambio inicial en las existencias de carbono en la categoría que se esté evaluando. Esta ecuación también es válida para cuando hay cambios dentro de la misma categoría.

**Ecuación 15**

$$\Delta C = \Delta C_G + \Delta C_{conversión} - \Delta C_L$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.22

Para estimar el cambio inicial en las existencias de carbono en la biomasa convertida a otra categoría de la tierra se asume la siguiente ecuación (16), en la cual hay que tener presente la biomasa contenida en la tierra convertida antes y después.

**Ecuación 16**

$$\Delta C_{conversión} = \sum_i \{ (B_{después} - B_{antes}) * \Delta C_{A_{otras}} \} * CF$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.22

Donde:

$\Delta C_{conversión}$  = cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso, ton C año<sup>-1</sup>

$B_{después}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra i inmediatamente después de la conversión, ton d.m. ha<sup>-1</sup>

$B_{antes}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra i antes de la conversión, ton d.m. ha<sup>-1</sup>

$\Delta C_{A_{OTRAS}}$  = superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado, ha año<sup>-1</sup>

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C

i = tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

**Cultivo de arroz**

La descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados produce metano (CH<sub>4</sub>), que se libera a la atmósfera fundamentalmente mediante el transporte a través de las plantas del arroz. La cantidad anual de CH<sub>4</sub> emitido desde una superficie dada de arroz estará en función de la cantidad y la duración de los cultivos de que se trate, de los regimenes hídricos previos al período de cultivo, y -en el transcurso de éste- de los abonos orgánicos e inorgánicos del suelo. El tipo de suelo, la temperatura y el cultivar del arroz también afectan las emisiones de CH<sub>4</sub> (IPCC, 2006). Y la estimación se realiza a través de la siguiente formulación:

**Ecuación 17**

$$CH_{4\ RICE} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} * t_{i,j,k} * A_{i,j,k} * 10^{-6})$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 5.53

Donde:

CH<sub>4 Rice</sub> = emisiones anuales de metano producidas por el cultivo del arroz, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>

EF<sub>ijk</sub> = un factor de emisión diario para las condiciones i, j, y k, kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>

t<sub>ijk</sub> = período de cultivo del arroz para las condiciones i, j, y k, días

A<sub>ijk</sub> = superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k, ha año<sup>-1</sup>

i, j, y k = representan los diferentes ecosistemas, regimenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el arroz.

### 4.5.2. Descripción del uso de la tierra

Según el diagrama de flujo general del ciclo de carbono para la foresta existen cinco depósitos de carbono (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y suelos) en cada estrato de uso de la tierra, y los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato se estiman sumando los cambios de todos los depósitos.

Aunque el IPCC (2006) recomienda que la biomasa subterránea equivale a cero bajo el nivel 1, en el TINGEI se utilizan los cambios en las existencias de C de la biomasa subterránea, pues se cuenta con valores por defecto de la misma. Y, para los depósitos de madera muerta y de hojarasca, se supone que son equivalentes a cero para todas las categorías de uso de la tierra.

### 4.5.3. Metodología

En esta sección se presentan de manera específica los factores de emisión utilizados, así como los datos de actividad necesarios, utilizados por el compilador del inventario en las subcategorías que contribuyen en el subsector uso de la tierra. Para la representación de la tierra se hace uso del enfoque 1, donde se representan los totales de la superficie por tipo de uso, por lo que solo puede seguirse el cambio neto. Al declarar sólo las categorías que permanecen, las emisiones y absorciones incluirán, pero no reflejarán un cambio en la base de la tierra a través del tiempo. Esto puede sobreestimar o subestimar las emisiones en cada categoría.

#### 2.5.3.1. Elección de los factores de emisión

Las categorías de país son establecidas por la Ley 1 de Febrero de 1994 en donde se definen conceptos tales como:

1. Arbustos: Vegetal leñoso que tiende a ramificarse desde la base o próximo a ella. Su altura en estado adulto es inferior a los 5 metros.
2. Bosque Natural: Formación boscosa, constituida por especies leñosas y no leñosas arbóreas, arbustivas, herbáceas y otras, formando un conjunto de especies diversas que convivan en un determinado espacio. Se incluyen como bosques naturales los bosques primarios, secundarios, los intervenidos y los manejados.
3. Bosque Primario: Formación boscosa que no ha sufrido alteraciones por acción directa del hombre, especialmente en lo que se refiere a extracción de productos forestales, como madera, palmito y otros.
4. Bosque Secundario: Masa forestal que se desarrolla naturalmente después de la desaparición total o parcial

de otra anterior, cuyas características, en cuanto a composición y tamaño son diferentes a la masa arbórea que reemplaza. Es una formación vegetal constituida por especies herbáceas leñosas, arbustivas y arbóreas y está representada por especies pioneras de rápido crecimiento y pueden contener árboles dispersos aprovechables de diversos tamaños y especies.

5. Bosque intervenido: Es aquel que ha sido objeto de acciones de extracción de productos forestales como madera, palmito y otros, provocando importantes alteraciones en su estructura y composición florística original.
6. Humedal: Áreas naturales con vegetación arbustiva y/o arbórea que comprenden además, extensiones de marismas, pantanos, y turberas o superficies cubiertas de agua dulce, salobre o marinas bajo un régimen temporal o permanente, cuya profundidad no supera los 5 metros. También son consideradas extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.
7. Rastrojo: Formación vegetal constituida por especies herbáceas, arbustivas, leñosas y ocasionalmente arbóreas invasoras de uno (1) a cinco (5) años de edad, que no sobrepasan los cinco (5) metros altura promedio y que crece en terrenos deforestados y luego abandonados. Pueden contener algunos árboles aprovechables dispersos, de diversos tamaños y su potencial económico depende de las especies presentes. También se le denomina bosque secundario muy joven. También son formaciones naturales cerradas, cuyo estado de sucesión secundaria se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Se encuentran plantas de tipo herbáceas, bejucos, arbustos y las especies presentes no tienen gran valor comercial, pero ejercen funciones de mejoramiento de suelos y generan las condiciones ambientales necesarias para la colonización de especies propias de etapas más avanzadas. Las especies son de crecimiento rápido, con un dosel superior denso y homogéneo. Estos bosques se denominan también como bosques pioneros y de acuerdo con las normas legales son formaciones menores a cinco (5) años de edad.

Posteriormente, las categorías definidas por la Ley Forestal para los diferentes usos de la tierra fueron homologadas a las categorías definidas por las Directrices del 2006 del IPCC, resultando en las categorías que se incluyen en siguiente cuadro:

**Cuadro 27.** Homologación de cambios de uso de la tierra, categorías de país versus IPCC

| Homologación de cambios de uso de la tierra, categorías de país versus IPCC |  |
|---|--|
| IPCC  | Por Panamá   |
| Tierras Forestales  | Bosque Natural (bosques cativo, orey, rafia), Bosque Primario, Bosque Secundario, Bosque intervenido |
| Tierras de Cultivo  | Tierras de cultivos  |
| Pastizales  | Arbusto y Rastrojos  |
| Humedales   | Humedal  |
| Asentamientos   | Tierras urbanizadas  |
| Otras Tierras   | Otras tierras  |

En el cuadro 24 se presentan los factores utilizados en para el presente inventario. Se asumieron los valores por defecto según la categoría de uso de la tierra y clima, extraídos de las Guías del IPCC de 2006. Como se puede observar, los mayores valores de crecimiento de biomasa aérea se presentan en los bosques maduros, secundario y las plantaciones (con valores que oscilan desde 2 hasta las 8 toneladas de materia seca por hectárea al año), mientras que los menores valores se aprecian en los rastrojos, debido a las propias características de esta categoría, considerada como arbustos en el IPCC (2006).

**Cuadro 28.** Factores de emisión de los diferentes tipos de cobertura.

| Categoría                 | Sub-categoría                 | Biomasa aérea (t m.s / ha) | Crecimiento de biomasa aérea (t m.s / ha / año) |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|
| <b>Bosques</b>            | Bosque maduro                 | 300.00                     | 3.10  |
|                           | Bosque secundario             | 220.00                     | 2.00  |
|                           | Bosque intervenido            | 70.00                      | 2.00  |
|                           | Mangle                        | 220.00                     | 2.00  |
|                           | Orey                          | 220.00                     | 2.00  |
|                           | Cativo                        | 220.00                     | 2.00  |
|                           | Rafia                         | 220.00                     | 2.00  |
|                           | plantación <i>coníferas</i>   | 270.00                     | 7.00  |
|                           | plantación <i>latifoliada</i> | 100.00                     | 8.00  |
|                           | Bosque desconocido            | 220.00                     | 2.00  |
|                           | Rastrojo                      | 70.00                      | 1.00  |
| <b>Tierras cultivadas</b> | cultivos a largo plazo        | 45.00                      | 2.60  |
|                           | cultivos de subsistencia      | 10.00                      |   |
| <b>Pastizales</b>         | pastos mejorados              | 16.10                      |   |
|                           | pastos no mejorados           | 16.10                      |   |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de IPCC, 2006 – Volumen 4.

Para el caso del cultivo del arroz, los factores utilizados son los que se asumen en las Guías del IPCC (2006) por defecto para el cultivo del arroz. Los mismos se fueron tomando de acuerdo a las condiciones propias del país, y quedan explícitos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 29.** Factores utilizados para la estimación de CH<sub>4</sub> en el cultivo del arroz.

| Categoría   | Factor utilizado |
|---|------------------|
| Período de cultivo (días)   | 150              |
| Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )                            | 1.30             |
| Factor de régimen hídrico (Irrigado)  | 0.52             |
| Factor por regímenes hídricos previos al período de cultivo (inundado mayor de 30 días pre-temporada) | 1.22             |
| Factor de conversión para abono orgánico proveniente del estiércol de corral                          | 0.14             |
| Factor para tipo de suelo y cultivar del arroz  | 1.00             |

Fuente: IPCC, 2006

### 2.5.3.2. Elección de los datos de actividad

En la evaluación de este subsector fue necesaria la utilización de la información del área ocupada por cada una de las categorías de uso de la tierra ofrecidas por la por MIAMBIENTE, Mapatón 2017 realizado para el año 2013 (Cuadro 26).

**Cuadro 30.** Usos de la tierra de la República de Panamá. Año 2013.

| ALU - 2013 Subdivisión UT                   | 2013                | ALU - 2013 Subdivisión UT          | 2013                |
|---|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| <b>Tierras forestales</b>                   | <b>5,347,089.80</b> | Sabanas                            | 1,743,732.20        |
| Bosque Maduro                               | 2,846,079.93        | Vegetación herbácea                | 175,101.91          |
| Bosque Secundario                           | 1,241,800.82        | Pasto                              | 1,568,630.29        |
| Bosque intervenido                          | 60,118.21           | <b>Tierras húmedas</b>             | <b>86,620.44</b>    |
| Cativo                                      | 3,035.57            | Estanque para acuicultura          | 10,224.45           |
| Bosque Desconocido                          | 3,928.83            | Lago                               | 31,790.24           |
| Mangle                                      | 177,046.50          | Río                                | 23,620.87           |
| Orey  | 3,985.58            | Vegetación baja inundable          | 20,984.88           |
| Plantación - Coníferas                      | 3,960.60            | <b>Tierras urbanizadas</b>         | <b>123,174.04</b>   |
| Plantación Latifoliada                      | 31,330.97           | Área poblada                       | 89,728.20           |
| Rafia                                       | 13,186.12           | Infraestructura                    | 33,445.84           |
| RAS   | 962,616.67          | Otras tierras                      | 27,220.96           |
| <b>Tierras de cultivos</b>                  | <b>362,423.96</b>   | Desconocido                        | 4,649.37            |
| Arroz                                       | 86,321.95           | Explotación minera                 | 1,168.38            |
| Café  | 5,920.39            | Playa/Arenal                       | 1,401.50            |
| Caña de azúcar                              | 48,405.73           | Afloramiento rocoso/Tierra desnuda | 1,882.24            |
| Cítrico                                     | 6,579.28            | Salinera                           | 1,858.50            |
| Área heterogénea de producción agropecuaria | 5,131.75            |                                    |                     |
| Horticultura mixta                          | 9,459.37            | <b>TOTAL</b>                       | <b>7,690,261.56</b> |
| Maíz  | 37,369.53           |                                    |                     |
| Otro cultivo anual                          | 80,438.03           |                                    |                     |
| Otro cultivo permanente                     | 55,346.08           |                                    |                     |
| Palma aceitera                              | 25,582.93           |                                    |                     |
| Piña  | 1,868.92            |                                    |                     |

Fuente: MIAMBIENTE, Mapatón 2017

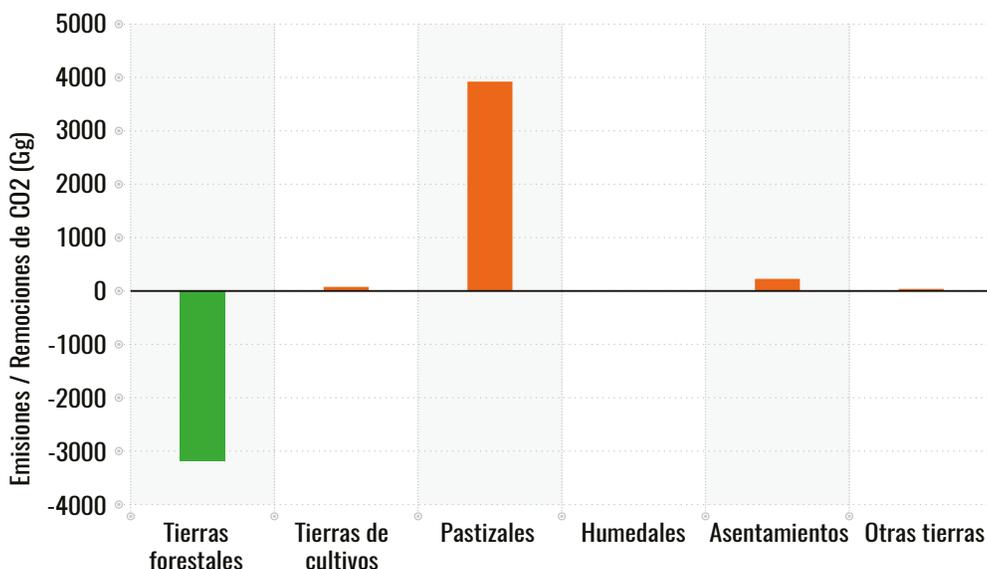
Para este inventario se asume que los bosques no intervenidos o con poca intervención se excluyen de las estimaciones de emisiones o absorciones al considerarse como tierras no gestionadas. Lo anterior se asume, dado que en CReW (2015) la superficie estimada de bosques, sin incluir los intervenidos, para el año 2000 ocupaba el 45% de la superficie total del país, lo que coincide con las cifras manejadas por el TINGEI. Dentro de estas categorías se encuentran todos los bosques naturales que se consideran en el cuadro 26.

## 4.6. Emisiones del subsector uso de la tierra

Los cambios de biomasa en los bosques y otros tipos de vegetación son de suma importancia, ya que la pérdida o disminución de la misma implica emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y los incrementos de biomasa constituyen la fijación o absorción de CO<sub>2</sub>. Los resultados de las estimaciones por uso de la tierra muestran como resultado una remoción de alrededor de 7.7 mil Gg de CO<sub>2</sub>, siendo la categoría de forestales la de mayor peso, aportando más de 7.3 mil Gg de CO<sub>2</sub>, siguiéndole en importancia los cultivos. En cuanto a las emisiones provenientes de este subsector, aparecen las provenientes por pérdidas de

carbono debido a extracción de leña, carbón y disturbios (incendios forestales) con un total de 4 mil gigagramos de CO<sub>2</sub>, mientras que debido al cambio de uso en las distintas categorías de la tierra se emiten 4.3 mil gigagramos de CO<sub>2</sub>.

Por su parte, las emisiones netas, que son el balance entre emisiones y remociones, ascienden a 787 gigagramos de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera por concepto de uso y cambio de uso de la tierra en Panamá para el año 2013 (Figura 27).



**Figura 28.** Emisiones netas de CO<sub>2</sub> por tipo de uso de la tierra. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las emisiones de las tierras de cultivos se encuentran las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del cultivo del arroz. Estas suman un total de 12.69 Gg de CH<sub>4</sub> lo que representa el 25% de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> eq para este subsector uso de la tierra (Figura 17).

## 4.7. Fuentes agregadas y emisiones no CO<sub>2</sub> en la tierra

En este subsector se aplican metodologías genéricas a adoptar para el inventario de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de suelos gestionados, incluidas las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de los agregados de N a la tierra, debidos a deposición y lixiviación, así como las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producidas por los agregados de materiales de encalado y de fertilizantes con contenido de urea, así como las emisiones provenientes de la quema de biomasa.

Para esto se cuenta con cuatro categorías de emisión:

- Emisiones de no CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa
- Emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados
- Emisiones de CO<sub>2</sub> por encalado
- Emisiones de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea

#### 4.7.1. Elección del nivel de cálculo

Para este subsector se hizo uso de nivel 1 para estimar las emisiones de GEI de cada una de las categorías presentadas.

En cuanto a las emisiones de no CO<sub>2</sub> producidas por el fuego, se puede aplicar la fórmula presentada en la ecuación 18 para estimar las emisiones de no CO<sub>2</sub> producidas por el fuego, empleando los datos por defecto que se proporcionan en las Guías del IPCC de 2006.

##### Ecuación 18

$$L_{fuego} = A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 2.48

Donde:

$L_{fuego}$  = cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero provocada por el fuego, ton de cada gas de efecto invernadero (GEI)

A = superficie quemada, ha

$M_B$  = masa de combustible disponible para la combustión, ton ha<sup>-1</sup>

$C_f$  = factor de combustión, sin dimensión

$G_{ef}$  = Factor de emisión, g kg<sup>-1</sup> de materia seca quemada

Las emisiones de N<sub>2</sub>O producidas por agregados antropogénicos de N o por mineralización del N se producen tanto por vía directa (ecuación 19) (es decir, directamente de los suelos a los que se agrega o libera el N) y a través de dos vías indirectas: (i) a partir de la volatilización de NH<sup>3</sup> y NO<sub>x</sub> de suelos gestionados (ecuación 20), y la subsiguiente redeposición de estos gases y sus productos NH<sup>4+</sup> y NO<sup>3-</sup> en suelos y aguas; y (ii) después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como NO<sup>3-</sup>, de suelos gestionados (ecuación 19).

Al hacer uso del nivel 1 para la estimación de N<sub>2</sub>O por agregados de N se siguen las siguientes ecuaciones:

##### Ecuación 19

$$N_2O_{Directas} - N = \left[ (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1 \right] + \left[ (F_{PRP, CPP} * EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, SO} * EF_{3PRP, SO}) \right]$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 11.11

Donde:

$N_2O_{Directas} - N$  = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O–N producidas a partir de suelos gestionados, kg N<sub>2</sub>O–N año<sup>-1</sup>

$F_{SN}$  = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N año<sup>-1</sup>

$F_{ON}$  = cantidad anual de estiércol animal, compost y otros aportes de N aplicada a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>

$F_{CR}$  = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>

$F_{SOM}$  = cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N año<sup>-1</sup>

$F_{PRP}$  = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, kg N año<sup>-1</sup> (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente).

$EF_1$  = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O de aportes de N, kg N<sub>2</sub>O–N (kg aporte de N)<sup>-1</sup>

$EF_{3PRP}$  = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N<sub>2</sub>O–N (kg aporte de N)<sup>-1</sup>

### Ecuación 20

$$N_2O_{(ATD)} = \left[ \left[ (F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) * Frac_{GASM}) \right] * EF_4 \right] * \frac{44}{28}$$

### Ecuación 21

$$N_2O_{(L)} = \left[ (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} * EF_5 \right] * \frac{44}{28}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 11.23

Donde:

$N_2O_{(ATD)}$  = emisiones de  $N_2O$  por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados,  $kg N_2O \text{ año}^{-1}$

$N_2O_{(L)}$  = emisiones de  $N_2O$  por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos,  $kg N_2O-N \text{ año}^{-1}$

$F_{SN}$  = cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos,  $kg N \text{ año}^{-1}$

$Frac_{GASF}$  = fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como  $NH_3$  y  $NO_x$ ,  $kg N \text{ volatilizado} (kg \text{ de N aplicado})^{-1}$

$F_{ON}$  = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos,  $kg N \text{ año}^{-1}$

$F_{PRP}$  = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas,  $kg N \text{ año}^{-1}$

$F_{CR}$  = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento,  $kg N \text{ año}^{-1}$

$F_{SOM}$  = cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento,  $kg N \text{ año}^{-1}$

$Frac_{GASM}$  = fracción de materiales fertilizantes de N orgánico ( $F_{ON}$ ) y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo ( $F_{PRP}$ ) que se volatiliza como  $NH_3$  y  $NO_x$ ,  $kg N \text{ volatilizado} (kg \text{ de N aplicado o depositado})^{-1}$

$EF_4$  = factor de emisión correspondiente a las emisiones de  $N_2O$  de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [ $kg N-N_2O (kg NH_3-N + NO_x-N \text{ volatilizado})^{-1}$ ]

$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$  = fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento,  $kg N (kg \text{ de agregados de N})^{-1}$

$EF_5$  = factor de emisión para emisiones de  $N_2O$  por lixiviación y escurrimiento de N,  $kg N_2O-N (kg N \text{ por lixiviación y escurrimiento})^{-1}$

En cuanto a la aplicación de carbonatos a las tierras gestionadas se siguió el nivel 1, lo cual queda registrado en la siguiente fórmula:

#### Ecuación 22

$$Emisión_{CO_2} = [(M_{Caliza} * EF_{Caliza}) + (M_{Dolomita} * EF_{Dolomita})] * \frac{44}{12}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 11.29

Emisión de CO<sub>2</sub> = emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de cal, ton C año<sup>-1</sup>

M = cantidad anual de piedra caliza cálcica (CaCO<sub>3</sub>) o dolomita (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), ton año<sup>-1</sup>

FE = factor de emisión, ton de C (ton de piedra caliza o dolomita)<sup>-1</sup>

Po su parte, la urea que es un fertilizante que conduce a una emisión de CO<sub>2</sub> se estima a partir de la fórmula 23:

#### Ecuación 23

$$CO_2 \text{ Emisión} = (M * EF) * \frac{44}{12}$$

Fuente: IPCC, 2006 – Volumen 4, AFOLU, pág. 11.34

Donde:

Emisión de CO<sub>2</sub> = emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea, ton C año<sup>-1</sup>

M = cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año<sup>-1</sup>

FE = factor de emisión, ton de C (ton de urea)<sup>-1</sup>

### 4.7.2. Descripción del subsector fuentes agregadas y emisiones no CO<sub>2</sub> en la tierra

El óxido nitroso se produce naturalmente en los suelos por los procesos de nitrificación y des-nitrificación. La nitrificación es la oxidación microbiana aeróbica del amonio en nitrato y la des-nitrificación es la reducción microbiana del nitrato en gas de nitrógeno (N<sub>2</sub>). En este caso el óxido nitroso es un producto intermedio gaseoso en la secuencia de reacción de la des-nitrificación y un producto derivado de la nitrificación que se fuga de las células microbianas al suelo, en última instancia a la atmósfera, y uno de los principales factores de control de esta reacción es la disponibilidad de N inorgánico en el suelo (IPCC, 2006).

En la mayoría de los suelos, un incremento del N disponible aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementan la producción de N<sub>2</sub>O. Los aumentos del N disponible pueden producirse por agregados de N inducidos por el hombre o por cambios en el uso de la tierra y/o en las prácticas de gestión que minera-

licen el N orgánico del suelo. Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados se estiman por separado, a partir de las emisiones indirectas, aunque empleando un conjunto común de datos de la actividad. En las metodologías de Nivel 1 no se tienen en cuenta las diferentes cubiertas terrestres, tipos de suelo, condiciones climáticas o prácticas de gestión (IPCC, 2006).

Además de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados que se producen por vía directa (es decir, directamente desde los suelos a los que se les aplica N), también tienen lugar emisiones de N<sub>2</sub>O por vías indirectas. La primera de estas vías es la volatilización de N como NH<sub>3</sub> y óxidos de N (NO<sub>x</sub>), y la deposición de estos gases y de sus productos NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sobre los suelos y la superficie de los lagos y otras masas de agua. Las fuentes de N como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> son la aplicación de fertilizantes de N sintético y orgánico y/o de la deposición de orina y estiércol de los animales en pastoreo. La segunda vía es la lixiviación y el escurrimiento desde la tierra de N de agregados de fertilizantes sintéticos y orgánicos, residuos agrícolas, mineralización de N relacionada con pérdida de C del

suelo en suelos minerales y en suelos orgánicos drenados/gestionados por los cambios en el uso de la tierra o las prácticas de gestión, y la deposición de orina y estiércol de los animales en pastoreo. Parte del N inorgánico del suelo o sobre el suelo, principalmente en forma de  $\text{NO}_3^-$ , puede evitar los mecanismos de retención biológica del sistema suelo/vegetación por transporte en el flujo de agua por tierra (escurrimiento) y/o fluir a través de los macroporos del suelo o del drenaje por tuberías. Cuando hay un exceso de  $\text{NO}_3^-$  más allá de la demanda biológica. Los procesos de nitrificación y desnitrificación descritos al comienzo de este capítulo transforman parte del  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{N}_2\text{O}$ . Esto puede suceder en las aguas subterráneas que están debajo de la tierra a la que se aplicara N, en zonas ribereñas que reciben el agua de drenaje o escurrimiento, o en las acequias, corrientes, ríos y estuarios (y sus sedimentos) a los cuales fluye en algún momento el agua de drenaje de las tierras (IPCC, 2006).

Por otra parte, los agregados de urea y cal a los suelos son necesarios para la fertilización y reducción de la acidez de los suelos, respectivamente. El primero de los procesos, agregado de urea, conduce a una pérdida de  $\text{CO}_2$  que se fija en el proceso de producción industrial. La urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) se convierte en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), ión hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) en presencia de agua y de enzimas de ureasa. Mientras que el segundo proceso, el encalado, se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, particularmente en tierras agrícolas y bosques gestionados. Los agregados de carbonatos a suelos en forma de cal conducen a emisiones de  $\text{CO}_2$  ya que la cal se disuelve y libera bicarbonato ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) que se transforma en  $\text{CO}_2$  y agua (IPCC, 2006).

### 4.7.3. Metodología

En esta sección se presentan de manera específica los factores de emisión utilizados, así como los datos de actividad necesarios, utilizados por el compilador del inventario en las subcategorías que contribuyen en el subsector fuentes agregadas y emisiones no  $\text{CO}_2$  en la tierra.

#### 4.7.3.1. Elección de los factores de emisión

En este reporte de inventario, tanto para la fertilización, incendios forestales, y encalado se utilizan parámetros por defecto contemplados en las Guías del IPCC de 2006, y se dispuso de la información necesaria para abordar su estimación.

En cuanto a los incendios, se utilizó el factor de masa de combustible disponible para la combustión por defecto, el cual es de 160.4, presentado en IPCC (2006). Mientras que

el factor de combustión es de 0.5, y el factor de emisión de 6.8 gramos de GEI por kg de materia seca quemada).

El factor de emisión utilizado en cuanto a las emisiones directas de la adición de N en lo suelos fue de 0.01 kg  $\text{N}_2\text{O}$ -N/kg N aplicado, presentado como el factor por defecto en el IPCC (2006). Y para las emisiones provenientes de la orina y excretas depositadas en las pasturas por el ganado, se tomaron diferentes valores de factor por defecto para las categorías de ganado (0.02 kg  $\text{N}_2\text{O}$ -N/kg N depositado para el grupo de ganado vacuno, aves y cerdos, y 0.01 kg  $\text{N}_2\text{O}$ -N/kg N depositado para el resto del ganado).

En el caso de las emisiones indirectas por deposición y volatilización de N, se hizo uso del valor de 0.1 kg ( $\text{NH}_3$ -N +  $\text{NO}_x$ -N) /kg N para el caso del fertilizante sintético que se volatiliza, y la fracción de N orgánico del material de orina y excretas depositadas en las praderas fue de 0.2. El factor de emisión utilizado en este acápite fue de 0.01 kg  $\text{N}_2\text{O}$ -N/(kg  $\text{NH}_3$ -N +  $\text{NO}_x$ -N).

Para las emisiones indirectas provenientes del manejo de las excretas del ganado, solo se contabilizaron las emisiones provenientes de los cerdos con tratamiento de excretas mediante lagunas anaeróbicas, en los cuales la fracción de volatilización de N es de 0.4, y el factor de emisión es al igual que el caso anterior de 0.01 kg  $\text{N}_2\text{O}$ -N/(kg  $\text{NH}_3$ -N +  $\text{NO}_x$ -N).

Mientras que, en la obtención de las emisiones de  $\text{CO}_2$  de la aplicación de urea se hizo uso del factor de emisión por defecto (0.2 toneladas de C por tonelada de urea aplicada).

Para la estimación de las emisiones de  $\text{CO}_2$  provenientes del encalado de la tierra, se utilizó el valor de emisión por defecto de 0.12 toneladas de C por toneladas de limo depositada.

#### 4.7.3.2. Elección de datos de actividad

Para la extensión del área afectada por incendios se utilizó la información proveniente de Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, donde para el 2013, se detectaron un total de 199 incendios, de los cuales un total de 3,365.5 hectáreas pertenecieron a bosques, mientras 1,803.6 hectáreas fueron afectadas en áreas de uso agropecuario.

La estimación de las emisiones derivadas de la fertilización nitrogenada se realizó a partir de datos de actividad provenientes de la FAOSTAT. En la misma se obtuvieron los datos sobre consumo, en el año 2013, por tipo de fertilizante, los cuales se llevaron a consumo neto de nitrógeno (N) multi-

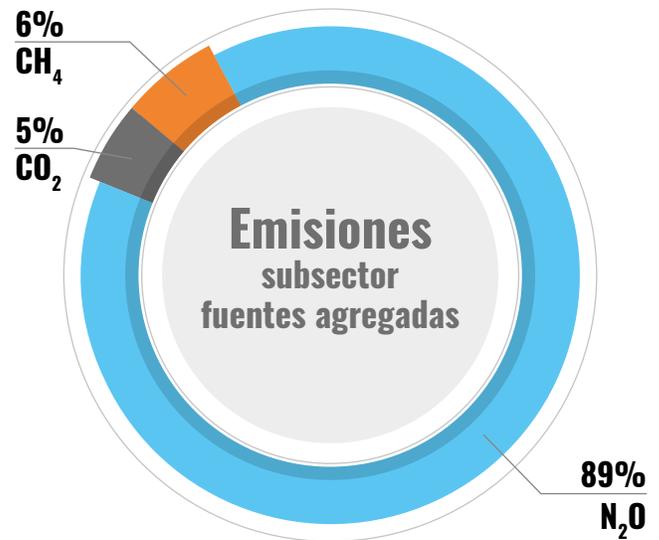
plicando el consumo de fertilizantes por el porcentaje de N en cada tipo (como promedio el contenido de N en los fertilizantes nitrogenados es de 30%, aunque los porcentajes utilizados varían desde 0.1 a 0.33). Mientras que los agregados orgánicos también se obtuvieron de la base de datos FAOSTAT. El dato final de fertilizantes utilizados en el 2013 en la República de Panamá fue de 19,072.36 toneladas de fertilizantes nitrogenados, y de 21,600 toneladas de fertilizantes orgánicos.

En la estimación de calizas aplicadas a fincas, los datos de actividad se tomaron de los informes preliminares generados por MIAMBIENTE en el 2016 con un total de 77,159 toneladas de cal aplicadas en el año 2010, y se utilizó este mismo dato para el año 2013, dada la no disponibilidad del dato para el presente. Y en el caso de la aplicación de urea como fertilizante, se recogió el dato de la base de FAOSTAT, en el cual se publica un total de 13,725.94 toneladas de urea consumida en el país para el 2013.

#### 4.8. Emisiones de las fuentes agregadas y no CO<sub>2</sub> en la tierra

En este subsector lo más significativo son las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de fertilizantes en la tierra. Como se observa en la siguiente Figura 28, el peso del N<sub>2</sub>O es de 89% con respecto al total de emisiones de CO<sub>2</sub> eq para este subsector, y con menos importancia aparecen en orden, el dióxido de carbono y el metano con 5 y 6 por ciento, respectivamente.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> proceden del encalado y uso de urea para la fertilización del suelo. Estas dos actividades sumaron un total de 55.83 Gg de CO<sub>2</sub>, siendo el mayor

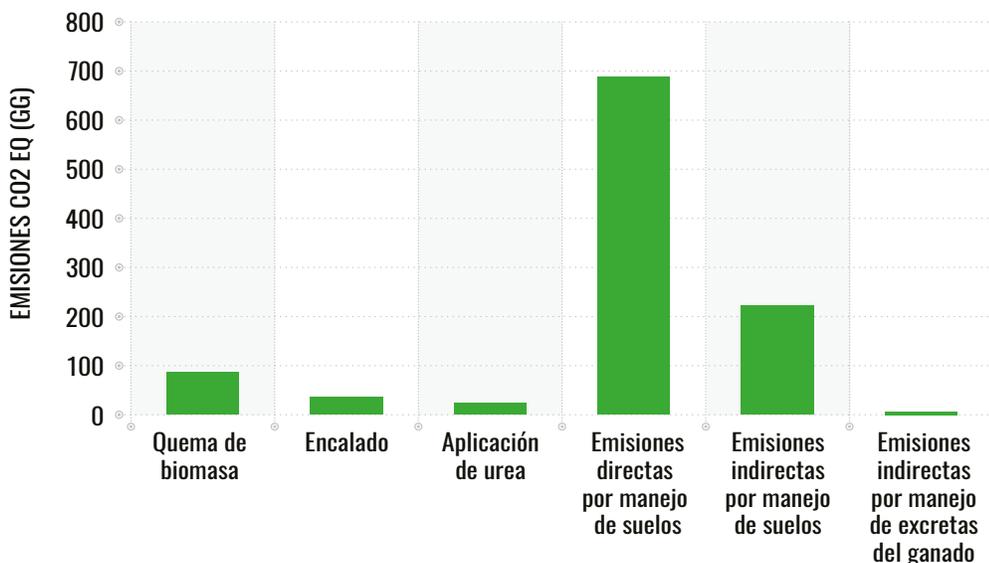


**Figura 29.** Porcentaje de emisiones por gases en el subsector fuentes agregadas y no CO<sub>2</sub> en la tierra. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

porcentaje para el encalado. Mientras, los incendios provocaron una emisión de 2.8 Gg de metano y tan solo 0.09 Gg de N<sub>2</sub>O, procediendo las emisiones más importantes del quemado de bosques (Figura 29).

Por su parte, las emisiones por manejo de la tierra sumaron 3.03 Gg de óxido nitroso, siendo la subcategoría de mayor importancia la de emisiones directas con 2.22 Gg, al contabilizar las emisiones directas provenientes del uso de la fertilización nitrogenada (Figura 29).

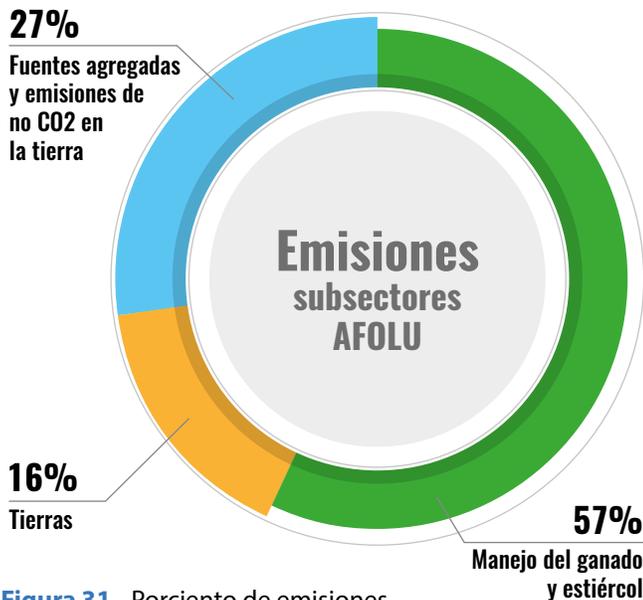


**Figura 30.** Porcentaje de emisiones por gases en el subsector fuentes agregadas y no CO<sub>2</sub> en la tierra. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.9. Análisis de Resultados del Sector AFOLU

Del total de emisiones que aporta el sector AFOLU, 61.44% proviene del CH<sub>4</sub>, el 22.61% del N<sub>2</sub>O y el resto del CO<sub>2</sub>. Este resultado refleja el peso tan importante que tiene el subsector manejo del ganado y excretas, pues es el mayor emisor de CH<sub>4</sub> en este sector (figura 30).



**Figura 31.** Porcentaje de emisiones por subsectores de AFOLU. Panamá, 2010.

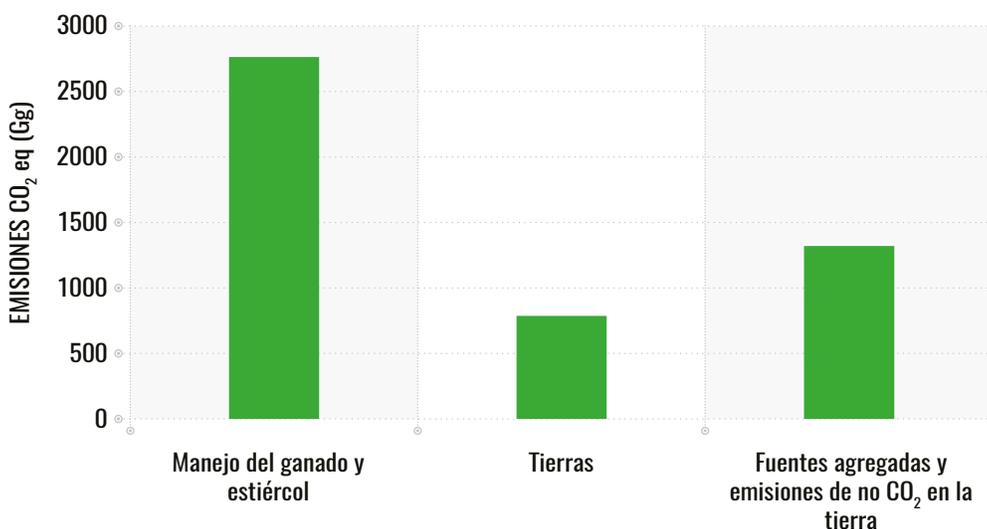
Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> eq ascienden a 5.2 mil Gg. Por su parte, las emisiones de metano alcanzan los 153.47 Gg, y el N<sub>2</sub>O solo obtiene 3.83 Gg. En cuanto al monto de emisiones se nota la importancia de la ganadería en el país, mientras que el cambio y uso de la tierra muestra en su balance neto emisiones que sobrepasan los 700 Gg de CO<sub>2</sub> (Figura 31).

## 4.10. Análisis de incertidumbres del Sector AFOLU

La incertidumbre en este sector dependerá en gran magnitud de la seguridad de la caracterización efectuada del ganado doméstico, así como la categorización del uso de la tierra, y si corresponden con las circunstancias nacionales.

En el caso del subsector de ganadería, los datos de actividad de ganado vacuno, porcino y aves por ser específicos del país, de acuerdo al IPCC (2000) se asumió una incertidumbre baja de alrededor del 10 %, mientras que la incertidumbre asociada a las demás categorías del ganado se asume una incertidumbre media de 25%. En cuanto al factor de emisión de la fermentación entérica, el IPCC (2006), asume que el grado de exactitud es mayor al +-30% y pueden ser inciertos hasta en +-50%. Debido a esto, se asume que el grado de incertidumbre para los factores de emisión de la fermentación entérica es de +-40%.



**Figura 32.** Emisiones y remociones por subsectores de AFOLU. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

El factor de emisión de CH<sub>4</sub> para la gestión de las excretas, según el IPCC (2006), es probable que estén sobre  $\pm 30\%$ . Y el dato de actividad, como depende de la caracterización del ganado, se asumieron las incertidumbres resumidas en el párrafo anterior.

Con relación al manejo del estiércol, la mayor fuente de incertidumbres se relaciona con los sistemas de manejo de manejo del estiércol y la cantidad de animales manejados en cada uno de estos, por lo que se asume una incertidumbre de alta de  $\pm 50\%$ . Con respecto a las incertidumbres del factor de emisión para esta subcategoría de fuente, se asume los propuestos en el IPCC (2006) ( $-50\%$  a  $+100\%$ ).

El principal insumo para los cálculos del sub-sector de uso del suelo del AFOLU fueron datos sobre las extensiones de las categorías de la tierra, los cuales fueron obtenidos de las incertidumbres de MIAMBIENTE Mapatón (2017). Las mismas se comportaron con elevada exactitud en la mayoría de las categorías (5% Forestales, 10% Cultivos, 5% Pastizales, 20% Humedales, 15% Asentamientos y 95% Otras tierras).

La cantidad de posibles fuentes de incertidumbre en las estimaciones de superficie tiende a incrementarse desde el Método 1 al 3, puesto que se incorporan sucesivamente más datos a la evaluación. Sin embargo, esto no implica que se incremente la incertidumbre, dadas las pruebas cruzadas adicionales que son posibles gracias a los datos nuevos y por la reducción general en las incertidumbres debida a la cancelación de errores (IPCC, 2006). Según el IPCC (2006), las incertidumbres tienen diversas fuentes, y el porcentaje de error puede ser entre 10-30% para el total de la superficie de cada categoría, y mayor para los cambios de superficie, puesto que se derivan directamente de los anteriores. Los valores por defecto de los distintos factores utilizados en la estimación de las remociones y emisiones en este subsector, traen aparejado elevadas incertidumbres en el rango entre 50 y 100%.

Para el caso de las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el arroz la incertidumbre parte del dato de actividad, el cual al ser de las estadísticas nacionales se estima que tiene una baja incertidumbre, alrededor del 10%. Y los factores de emisión utilizados poseen incertidumbres desde 26 a 69%, lo que al hacer el análisis se obtiene una incertidumbre elevada del 75%.

Por su parte, la incertidumbre en los datos de actividad de los incendios al provenir de fuentes nacionales se puede asignar una incertidumbre entre baja (10%), y para la biomasa combustible, al utilizarse valores por defecto del IPCC (2006), las incertidumbres son media-altas, rondando el 40%. Además, el factor de combustión presenta una incertidumbre del 10%. En cuanto a los factores de emisión, el CH<sub>4</sub> 30% para el caso de los bosques, y las sabanas 40%. Y el N<sub>2</sub>O, el factor de emisión presenta una incertidumbre del 50% para las sabanas y los bosques.

Las incertidumbres en las estimaciones de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados son provocadas por las incertidumbres relacionadas con los factores de emisión, variabilidad natural, fracciones de subdivisión, datos de la actividad, falta de cobertura de las mediciones, agregación espacial, y falta de información sobre prácticas rurales específicas. Se incorporará más incertidumbre en un inventario cuando se usen mediciones de emisión que no sean representativas de todas las condiciones del país. Los datos de actividad con los que se trabajó se extrajeron de la base de datos de la FAO, por lo que el rango de incertidumbres es elevado (50%), y los factores de emisión por defecto presentan una incertidumbre muy elevada entre 100 y 200%.

Para la fertilización por uso de la urea y el encalado, los datos también provienen de FAOSTAT, y los factores de emisión tienen una incertidumbre del 20%.

## CAPITULO 5. DESECHOS

El sector Desechos proporciona las estimaciones de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) procedentes de las siguientes categorías:

- Eliminación de desechos sólidos,
- Tratamiento biológico de los desechos sólidos,
- Incineración e incineración abierta de desechos,
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales.

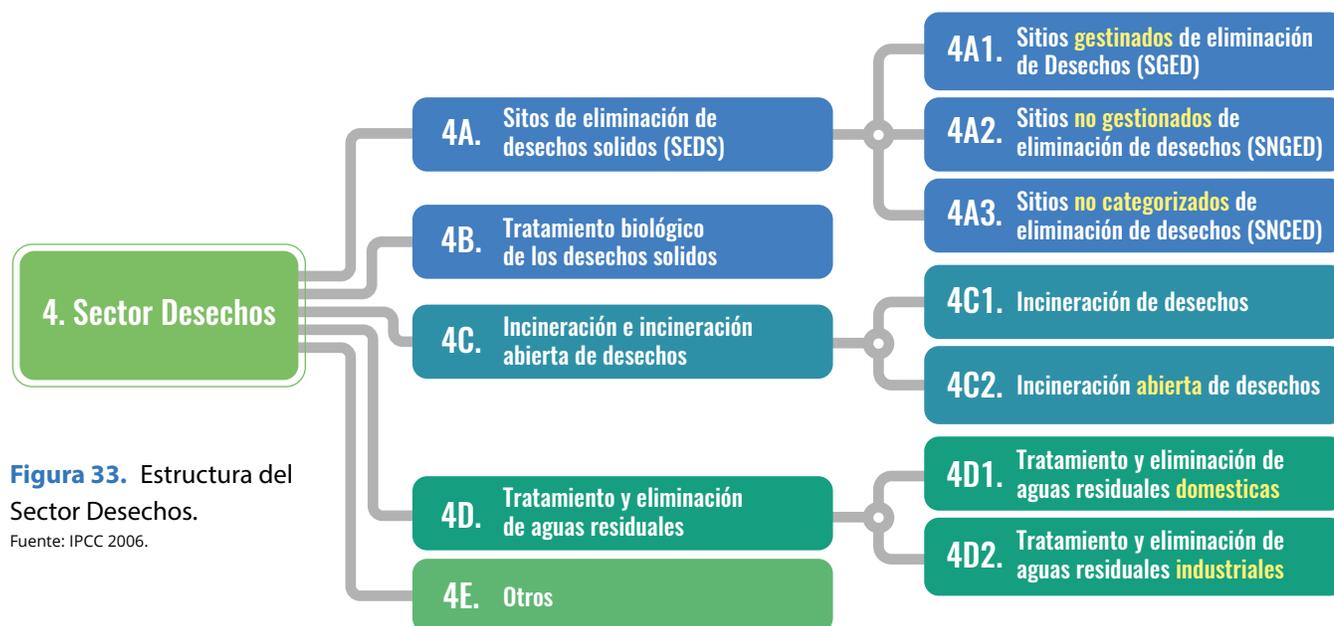
Generalmente las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de los Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS), son la mayor fuente de emisión de gases de efecto invernadero del Sector Desechos. Las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales pueden ser importantes también (IPCC, 2006).

### 5.1. Panorama general del sector

Este sector comprende la contabilización de las emisiones de CH<sub>4</sub> originadas por la descomposición anaerobia de los desechos sólidos municipales (domésticos, comerciales e industriales), las aguas residuales (domésticas) y los efluentes industriales. Además, incluye la emisión de N<sub>2</sub>O procedente de excremento humano, calculado de forma indirecta a partir del consumo de proteínas diarias por persona.

### 5.2. Cuestiones metodológicas

De acuerdo al IPCC (1997), en este sector deben reportarse las emisiones de GEI dentro de la estructura de categorías y códigos establecidos, como se muestra en la figura 32.



**Figura 33.** Estructura del Sector Desechos.

Fuente: IPCC 2006.

En el caso específico de la República de Panamá, para el sector desechos se contabilizan las emisiones de metano provenientes de las actividades de eliminación de residuos sólidos y del tratamiento de aguas residuales domésticas. Asimismo, se reportan las emisiones de óxido nitroso procedentes del consumo promedio de proteínas por habitante. No se incluyen para este inventario las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la incineración e incineración abierta de residuos, debido a que no se han encontrado indicios de que esta actividad se contabilice<sup>19</sup> en el país y de las emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales por no contar con los datos de actividad.

<sup>19</sup> En el caso de la incineración de desechos hospitalarios en Panamá, hay empresas privadas como Servicios Tecnológicos de Incineración S.A. (STI); sin embargo, los desechos hospitalarios que tratan no tienen significancia en cuanto a emisiones, debido a que la mayoría de los hospitales públicos y privados envían sus residuos al relleno sanitario de Cerro Patacón (Ciudad de Panamá y San Miguelito); mientras que, en el resto del país, van a los vertederos municipales. Página web de STI: <http://www.stipanama.com/>

### 5.2.1. Metodología

En las guías del IPCC (2006), el uso del método de balance de masa es fuertemente desaconsejado y no se incluye ya entre los métodos que proporcionan estas guías. En su lugar se propone un método de Nivel 1 basado también en el modelo de descomposición de primer orden (DPO) junto a otras dos variantes de este modelo de mayor complejidad y calidad (Nivel 2 y 3). Además, en estas guías se resuelven algunas deficiencias detectadas en el modelo DPO en la forma que venía expresado en las IPCC (2000), se incluyen nuevos y mayor cantidad de valores por defecto para los parámetros claves incluido en el modelo, y se incluyen los DSI y otros tipos de desechos diferentes a los DSM.

En este reporte para el año 2013, se utiliza la versión más reciente del modelo DPO combinando, para el caso de los DSM, datos de actividad específicos del país y algunos parámetros por defecto de las IPCC (2006). La descripción detallada de las ecuaciones del modelo DPO utilizadas en el cálculo de las emisiones de  $\text{CH}_4$ , derivadas de esta categoría, pueden verse en el Volumen 5 de las IPCC 2006.

La versión 2.18 del software del IPCC 2006 para la estimación de GEI, proporciona las siguientes dos opciones para la estimación de las emisiones derivadas de la disposición en la tierra de los DSM, que se seleccionan en dependencia de la disponibilidad de datos de actividad.

- I. La primera opción, es un modelo multifase basado en la composición de los desechos y en la que son analizadas, de forma separada, la cantidades y emisiones de cada tipo (fracción) de material degradable del desecho (restos de alimentos, desechos de jardines y parques, papel, cartón, madera, textiles, etc.).
- II. La segunda opción, es un modelo de fase simple basado en el desecho general mezclado.

En este reporte del inventario, para el caso de los DSM se utiliza la opción multifase del modelo.

El método DPO asume que el carbono orgánico degradable (DOC) en los desechos sólidos, se descompone lentamente durante unas pocas décadas formando  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ . La tasa de producción de  $\text{CH}_4$  depende básicamente de la cantidad de carbono que va quedando en los desechos cada año. Por este motivo, las emisiones resultantes de un desecho depositado en un SEDS son mayores en los primeros años y después van disminuyendo gradualmente en la medida que el carbono degradable es consumido por las bacterias.

### 5.2.2. Eliminación de Desechos Sólidos

La generación de los desechos sólidos comprende todas las formas en que se generan y se producen los bienes, que posteriormente se transformarán en residuos de las diversas fuentes (domésticas, comerciales, industriales, institucionales, municipales y en general, en cualquier actividad económica), independientemente del volumen generado y de sus características.

Los vertederos son los sitios de eliminación de desechos destinados y preparados para contener desechos de características homogéneas y heterogéneas, por lo general, de forma controlada bajo tierra o en la superficie.

Estos SEDS son fuentes reconocidas de metano ( $\text{CH}_4$ ) por la emisión de este gas a la atmósfera, y se estima que alrededor del 10 por ciento de las emisiones antrópicas globales de  $\text{CH}_4$  se derivan de esta categoría de fuente (López, 2011).

Como se mencionó anteriormente, dentro de esta categoría de fuente se consideran dos subcategorías:

- Disposición de desechos en sitios gestionados (vertederos controlados);
- Disposición de desechos en sitios no gestionados (vertederos no controlados o clandestinos).

El primer paso para la estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  procedentes de la disposición de desechos sólidos municipales (DSM) en la tierra, es la compilación de datos de actividad sobre la generación, composición y manejo de este tipo de desechos. Para este objetivo, se combinaron datos de actividad específicos del país y algunos parámetros por defecto proporcionados en las IPCC (2006).

Con el objetivo de calcular los DSM generados se realizó primero una reconstrucción de la serie de generación promedio per cápita de desechos (kg/hab/día) en Panamá para el período 1960 - 2015. Se partió de los datos de este parámetro para el año 2003, y para la reconstrucción de la serie de la generación per cápita promedio a nivel general del país (Cuadro 27), se partió de los datos del PIB per cápita, cifra referenciada en el Banco Mundial (BM)<sup>20</sup>. Se calculó un factor de dependencia entre la generación per cápita del año 2003 y el PIB de ese año, el cual se aplicó a la serie de PIB recogida desde 1960 hasta 2015.

20 <http://datos.bancomundial.org/pais/panama?view=chart>

**Cuadro 31.** Generación diaria de desechos sólidos por provincias y comarcas para el territorio de Panamá.

| Provincia      | Población        | Generación Diaria         |             |
|----------------|------------------|---------------------------|-------------|
|                |                  | Kg/hab./día               | Toneladas   |
| Bocas del Toro | 108,026          | 0.77                      | 83          |
| Coclé          | 227,047          | 0.61                      | 138         |
| Colón          | 235,299          | 0.94                      | 221         |
| Chiriquí       | 409,483          | 0.61                      | 250         |
| Darién         | 44,575           | 0.57                      | 25          |
| Herrera        | 110,600          | 0.77                      | 85          |
| Los Santos     | 89,426           | 0.51                      | 45          |
| Panamá         | 1,653,200        | 0.94                      | 1554        |
| Veraguas       | 224,186          | 0.61                      | 137         |
| Kuna Yala      | 36,804           | 0.57                      | 21          |
| Emberá         | 9,359            | 0.57                      | 5           |
| Ngnobe Buglé   | 135,890          | 0.77                      | 104         |
| <b>Total</b>   | <b>3,283,959</b> |                           | <b>2668</b> |
|                |                  | Generación en Kg/hab./día | 0.81        |
|                |                  | Generación en Kg/hab./año | 296.5       |

Fuente: ANAM, 2007.

En la aplicación del método DPO se requieren datos históricos sobre la disposición de desechos sólidos (cantidad y composición) en aproximadamente 40 - 50 años previos al año del inventario para el que se realizan los cálculos. En el estudio, para el período en que no se disponía de información, se realizó su estimación a partir de los métodos de sustitución propuesto en las IPCC (2000 y 2006) (López, 2011). Este método consistió en calcular un factor de dependencia entre el PIB y la generación per cápita de desechos de Panamá para el año 2003 (único año con el

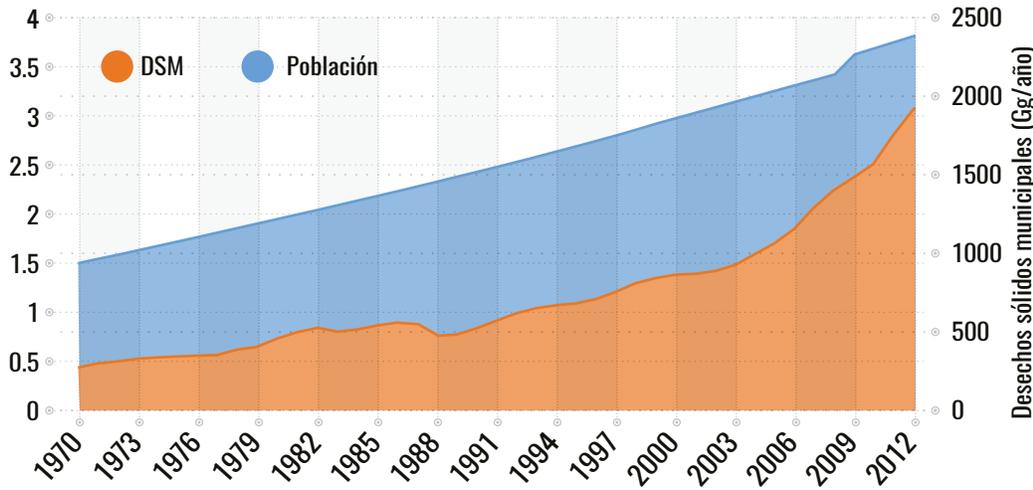
que se cuenta con información de generación per cápita en Panamá); una vez calculado este factor, se le aplicó a la serie completa de PIB obtenida del Banco Mundial desde 1960 hasta la actualidad. A continuación, se muestran (figura 33) los resultados obtenidos de generación per cápita de DSM en Panamá en un período de cinco años, observándose el crecimiento elevado que ha tenido en los últimos años, provocado por el brusco crecimiento que presentó el PIB per cápita a partir de 1990.



**Figura 34.** Generación per cápita estimada de desechos sólidos municipales a nivel nacional en Panamá, período 2002-2014.  
Fuente: Elaboración propia.

Después de reconstruida la serie de generación per cápita de DSM, se procedió al cálculo de la generación y disposición anual de DSM del país en cada año del período 1960 – 2015. Para este objetivo, se utilizaron los datos anuales, actualizados, de la serie oficial de población residente obtenidos de la Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), para el período 1999-2015. Para lograr completar la serie 1960-2015 se recopilamos los datos de población obtenidos en la base de datos de CEPAL.

La figura 34, muestra la estimación realizada de la serie de generación anual en Panamá para el período 1970-2013. El comportamiento que se observa en la figura, es una consecuencia tanto del crecimiento de la población, como de los cambios ocurridos en la generación per cápita de desechos en los años evaluados.



**Figura 35.** Estimación de los DSM en Panamá, período 1970-2013  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3. Elección de nivel de cálculo

En el sector Desechos se contabilizan las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes de la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos dispuestos en sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS). La metodología para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por los SEDS se detalla a continuación.

Para el caso de Panamá la estimación de emisiones se realizó por medio del método de Nivel 1, sobre la base de la información disponible. Este método por defecto se basa en la ecuación siguiente:

#### Ecuación 24

Emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por los residuos sólidos

$$Emisiones\ de\ CH_4(Gg/año) = [\sum CH_4\ generado_{x,t} - R_t] * (1 - OX_t)$$

Fuente: IPCC, 2006.

Donde:

|        |   |   |
|--------|---|---|
| $t$    | = | Año del inventario                              |
| $x$    | = | Categoría o tipo de desecho y/o material        |
| $R_t$  | = | CH <sub>4</sub> recuperado el año t, Gg         |
| $OX_t$ | = | Factor de oxidación durante el año t (fracción) |

## Generación de metano

En la ecuación anterior es necesario calcular el potencial de generación de metano, el cual se estima a través de la siguiente ecuación:

### Ecuación 25

Potencial de generación de CH<sub>4</sub>

$$DDOCm = W * DOC * DOC_f * MCF$$

Donde:

---

$DDCm$  = Masa de DDOC depositado, Gg

---

$W$  = Masa de los desechos depositados, Gg

---

$DOC$  = Carbono orgánico degradable durante el año de deposición, fracción, Gg de C/Gg de desechos

---

$DOC_f$  = Fracción de DDOC que puede descomponerse (fracción)

---

$MCF$  = Factor de corrección de CH<sub>4</sub> para la descomposición aeróbica durante el año de deposición (fracción)

---

Fuente: IPCC, 2006.

A continuación, se calcula el carbono orgánico degradable para así poder estimar el potencial de generación de metano, este se obtiene a través de la siguiente ecuación:

### Ecuación 26

Carbono orgánico degradable

$$DOC = \sum (DOC_i * W_i)$$

Donde:

---

$DOC$  = Fracción de carbono orgánico degradable en los desechos brutos, Gg de C/Gg de desechos

---

= Fracción de carbono orgánico degradable en los desechos de tipo i

---

= Fracción de tipo de desecho i por categoría de desecho

---

### 5.3.4. Parámetros de emisión

#### 5.3.4.1. Vertederos Controlados

La principal función de un vertedero controlado, es eliminar residuos complejos en condiciones tales, que minimicen los efectos negativos sobre el ambiente. Siempre y cuando, este tipo de vertederos cuente con las regulaciones necesarias (áreas específicas para depositar los residuos, control de la recolección de la basura, controles de incendios, compactado mecánico o nivelación de los desechos) se consigue la degradación de la materia orgánica, que posibilita el aprovechamiento adecuado de los gases generados y la reutilización futura de la zona (parques, áreas deportivas, otros)<sup>21</sup> (25 por ciento gestionado aeróbico, IPCC, 2006).

#### 5.3.4.2. Vertederos no Controlados

Los vertederos no controlados se consideran como botaderos a cielo abierto y no cuentan con regulación alguna, como las mencionadas para los vertederos controlados. Los vertederos no controlados se subdividen, de acuerdo a su profundidad, en poco profundos (<5 m) y profundos (≥5 m). La importancia de esta clasificación radica en el hecho de que la emisión de metano se correlaciona con la profundidad de los desechos; de esta forma, a mayor profundidad, se espera mayor producción de metano (SCN El Salvador, 2010) (40 y 35 por ciento, IPCC, 2006).

#### 5.3.4.3 Gestión de los Desechos Sólidos en Panamá

En Panamá, se han realizado diversas acciones para la apropiada gestión de los desechos sólidos; sin embargo, la generación de estos desechos actualmente es una actividad poco controlada.

Para los años 1999 al 2010, la gestión de desechos sólidos estuvo a cargo de la DIMAUD, adscrita a los Municipios de Panamá, San Miguelito y Colón, dentro del proceso de descentralización pública de los municipios, tratándose de que los mismos resolvieran los problemas de sus comunidades<sup>22</sup>.

A partir del año 2010, debido a una crisis institucional de la Dirección Municipal de Aseo Urbano y Domiciliario (DIMAUD), la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD) se convierte en la entidad gubernamental encargada de la prestación del servicio de recolección y disposición final de los desechos a nivel domiciliario, institucional y empresarial; la misma fue creada con competencia nacional, para regular y brindar el servicio de recolección

de desechos en todos los municipios, iniciando en el Distrito de Panamá (MUPA-BID, 2015).

De acuerdo a las últimas estimaciones de la AAUD, en Panamá hay un total de 65 vertederos a cielo abierto, de los cuales 33 se localizan en provincias centrales (Veraguas, Coclé, Los Santos y Herrera), originando problemas de contaminación ambiental, salud pública e inclusive, afectando las actividades turísticas de estas regiones.<sup>23</sup>

Panamá presenta una generación de desechos sólidos domésticos (DSD) per cápita de 0.81 Kg/hab/día<sup>24</sup>, lo cual sobrepasa el promedio regional de 0.6 kg/hab/día<sup>25</sup>. Esta elevada tasa de generación aumenta los requerimientos de infraestructuras de recolección, tratamiento y disposición final de desechos (MUPA-BID, 2015).

#### 5.3.4.4. Elección de los factores de emisión

Para estimar las emisiones de la categoría residuos sólidos se requieren de distintas variables y factores de emisión. Parte de estas se estiman en base a información nacional disponible y en otros casos se usan valores por defecto del IPCC (2006).

#### Fracción del carbono orgánico degradable no asimilado (DOC<sub>f</sub>)

El valor de DOC<sub>f</sub> es una estimación de la fracción de carbono que en definitiva se degrada y libera de los DSM, y refleja el hecho de que parte del carbono orgánico que se deposita en los residuos sólidos no se degrada, o lo hace lentamente (IPCC, 2000). De acuerdo con la guía del IPCC (2000), se utilizó un valor de 0.5.

#### Factor de corrección para el metano (FCM)

Este factor de corrección de CH<sub>4</sub> refleja el hecho que, a partir de una cantidad determinada de desechos, los botaderos (vertederos no controlados) producen menos CH<sub>4</sub> que los rellenos sanitarios (controlados), debido a que la fracción de residuos que se descompone aeróbicamente en las capas superiores de los vertederos o lugares de disposición no controlados es menor por la presencia de oxígeno, evitándose la metanogénesis. En ese sentido, la determinación de este factor es concluyente para la estimación final de emisiones.

Según las características de los lugares de eliminación de residuos sólidos en Panamá se consideraron los tipos siguientes: Gestionado semi-aeróbico, con un MCF=0.5,

21 Tomado de: <http://www.recicla.info/gestion-de-residuos-2/vertederos-controlados/>

22 Página web de la AAUD, disponible en: [http://www.aaud.gob.pa/index.asp?id=his\\_mis\\_vis](http://www.aaud.gob.pa/index.asp?id=his_mis_vis)

23 Comunicado de prensa nacional, disponible en: [http://www.prensa.com/sociedad/Contaminacion-cielo-abierto\\_0\\_4436556398.html](http://www.prensa.com/sociedad/Contaminacion-cielo-abierto_0_4436556398.html)

24 Este dato se obtuvo de la generación diaria en ton/hab/año para el 2003 en la República de Panamá.

25 Dato encontrado en el Informe de Evaluación Regional y Manejo de Residuos sólidos Urbanos de ALC del año 2010, documento publicado por la OPS, AIDIS y el BID.

sitios no gestionados profundos con un MCF=0.8 y sitios no gestionados poco profundos con un MCF=0.4. Los datos por defecto son referenciados de las IPCC (2000).

#### Fracción de CH<sub>4</sub> en el gas de vertedero (F)

El gas de un vertedero está compuesto de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Se considera que la fracción del CH<sub>4</sub> tiene un valor de 0.5. La descomposición de los residuos genera gases con aproximadamente un 50 % de CH<sub>4</sub>, esto se señala en las IPCC (2000).

#### Recuperación de metano (R)

La recuperación de metano es la cantidad de CH<sub>4</sub> generado en los VRS que se recupera y se quema en una antorcha o en algún dispositivo de recuperación de energía. En Panamá para el año 2013 no se conoce ninguna experiencia de recuperación de metano en los rellenos sanitarios para la generación de energía, por lo tanto, el valor por defecto utilizado fue cero.

#### Factor de oxidación (OX)

El factor de oxidación (OX) refleja la cantidad de CH<sub>4</sub> de los sitios de disposición de DSM que se oxida en el suelo u otro material que cubre los desechos. El valor por defecto para el factor de oxidación es cero, lo que corresponde a SEDS gestionados (pero no cubierto con material aireado), no gestionados y no categorizados (IPCC, 2006).

#### Carbono orgánico degradable (DOC)

El carbono orgánico degradable (DOC) es el carbono orgánico que puede ser objeto de descomposición bioquímica. Su determinación se basa en la composición de los desechos y se calcula sobre la base del promedio ponderado del contenido de carbono de los distintos componentes de estos. Para la estimación se utilizaron las ecuaciones y valores por defecto del contenido de carbono de las diferentes fracciones de los desechos proporcionados en las IPCC (2006).

En la opción multifase para los DSM, se consideraron valores separados para el DOC y t 1/2 para cada tipo de desecho, por lo que se asume que la descomposición de los diferentes tipos de material es independiente una de otra. Para el cálculo del DOC de los DSM se utilizaron los resultados obtenidos en el cuadro 28.

**Cuadro 32.** Composición típica de los desechos sólidos en Panamá.

| Tipo            | % (a) | % (b) | % (c)  | % Final (e) |
|-----------------|-------|-------|--------|-------------|
| Resto de comida | 42    | 41    | 45     | 42.7        |
| Jardines        | 3     | 29    |        | 3           |
| <b>Papel</b>    | 26    | 6     | 26 (d) | 26          |
| Madera          | 1     | 1     |        | 1           |
| Textiles        | 4     | 1     |        | 2.5         |
| Plástico        | 12    | 14    | 12     | 24.8 (f)    |
| Cartón          | -     | 7     | -      | -           |
| Hule            | -     | 1     | -      | -           |
| Vidrio          | -     |       | 8      | -           |
| Metales         | -     |       | 5      | -           |
| Otros           | -     |       | 4      | -           |

Fuente: APRONAD, Estudio sobre densidad, volumen y composición química de los residuos sólidos del Municipio de Panamá, dentro del Plan de Manejo de Desechos Sólidos Municipales de Panamá JICA, 2002.

#### Leyenda:

- (a) Vallester, E. 2010 sobre el estudio de la JICA-2002
- (b) ANAM, 2007 sobre el estudio de la JICA-2002
- (c) Es la suma de los porcentajes correspondientes a papel y cartón.
- (d) Corresponden a los porcentajes utilizados en el software del IPCC para el Sector Desechos
- (e) Corresponde a la sumatoria del porcentaje de desechos plásticos y otro.

Para esta información se promediaron los valores correspondientes a las composiciones de desechos que aparecían repetidas, citadas bajo la misma fuente, pero presentadas por diferentes autores. Los datos permitieron establecer el porcentaje de composición de alimentos, madera, papel, textiles, plásticos y otros. Los valores por defecto para la fracción de carbono orgánico degradable en los desechos se encuentran en el cuadro 29.

**Cuadro 33.** Valores por defecto para la fracción de DOC en los desechos.

| Tipo de desecho | Valor utilizado |
|-----------------|-----------------|
| Resto de comida | 0.15            |
| Jardines        | 0.20            |
| Papel           | 0.40            |
| Madera          | 0.43            |
| Textiles        | 0.24            |

Fuente: IPCC, 2006.

## 5.4. Eliminación de desechos sólidos industriales

La composición media de los desechos industriales es muy diferente de la composición media de los DSM, y varía por tipo de industria, pese a que muchos de los tipos de desechos podrían incluirse tanto en los desechos industriales como en los DSM. El DOC y el carbono fósil de los desechos industriales se encuentran generalmente en los mismos tipos de desechos de los DSM. El DOC se encuentra en el papel y el cartón, los textiles, los alimentos y la madera. El cuero sintético, el caucho y los plásticos son las principales fuentes de carbono fósil. Los aceites de desecho y los solventes son también importantes fuentes de carbono fósil de los desechos industriales líquidos. Papel, cartón y plásticos se generan en varios tipos de industrias, principalmente como resultado del trabajo en oficinas y por desechos de embalajes. La madera se encuentra en desechos de pulpa y papel, de industrias manufactureras de madera y de actividades de construcción y demolición. Las industrias de alimentos, bebidas y tabaco, son las principales fuentes de desechos de alimentos. Los detalles de los productos y/o la actividad de cada industria varían de un país a otro (IPCC, 2006).

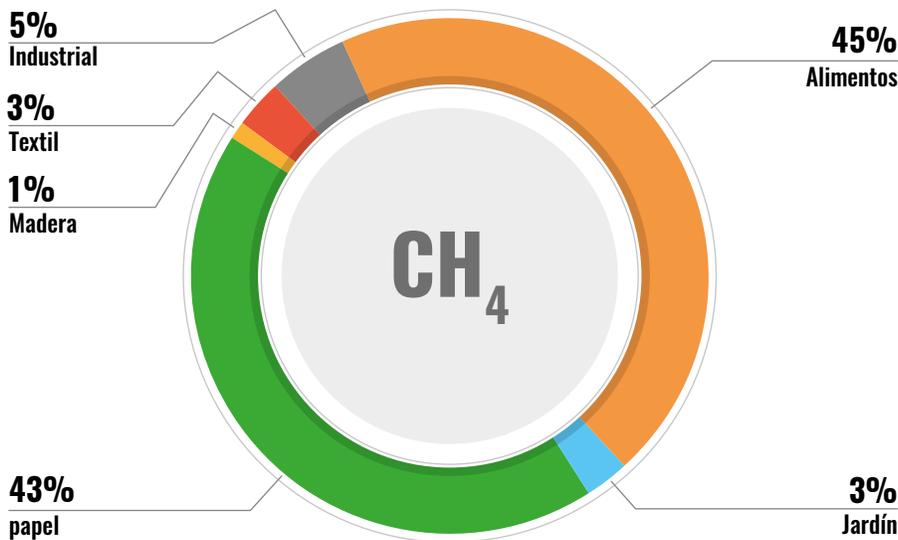
Con el objetivo de calcular los desechos sólidos industriales (DSI) generados se realizó primero la reconstrucción de la serie en Panamá para el período 1960 - 2015. Se partió de los datos de recolección de 80.87 Gg de DSI al año, para el 2003, referenciado en ANAM (2003) citado por Vallester E. (2010) y CReW (2014). Se calculó un factor de dependencia entre la generación de DSI y el PIB para el año 2003, y se le aplicó a la serie de PIB del Banco Mundial<sup>26</sup> desde 1960 hasta 2015.

## 5.3. Emisiones de los desechos sólidos

Las emisiones totales de CH<sub>4</sub> en Panamá procedentes de la disposición de desechos sólidos municipales en SEDS resultaron en el año 2013 de 29.00 Gg. El análisis del aporte de cada fracción o tipo de material de los DSM a la generación de CH<sub>4</sub> en los SEDS (figura 35), verifica que las emisiones de los restos de alimentos y el papel fueron las de mayor aporte relativo de las fracciones evaluadas, aportando 13.01 y 12.42 Gg de metano en el año 2013.

En cuanto a la generación de metano procedente de los DSI representó el 6 por ciento del total de emisiones de procedentes del manejo de los residuos sólidos.

<sup>26</sup> <http://datos.bancomundial.org/pais/panama?view=chart>



**Figura 36.** Aporte a la generación de CH<sub>4</sub> en los SEDS de las diferentes fracciones de los desechos sólidos en porcentaje. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales

Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse en situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües (IPCC 2006).

En las aguas residuales como en los lodos se producen tanto metano (CH<sub>4</sub>) como óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el primero, a causa de la degradación anaeróbica que depende de la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales, de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento. En cambio, el N<sub>2</sub>O, se produce por la degradación de los componentes nitrogenados en las aguas residuales, como son la urea, Miasinitrato y proteínas.

De acuerdo al IPCC (1997), las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales que pueden tratarse o eliminarse sin tratamiento alguno.

Esta categoría de fuentes incluye las siguientes subcategorías:

- el tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales<sup>27</sup>
- el tratamiento de aguas residuales industriales.

De acuerdo a IPCC (1997, citado en IPCC, 2006), en la subcategoría de fuente correspondiente a las aguas residuales domésticas, se calculan las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; mientras que para el tratamiento de aguas residuales industriales y comerciales, solo se calculan las emisiones de CH<sub>4</sub>.

Nota: Como no se cuenta (al momento de este inventario) con datos confiables<sup>28</sup> a nivel de país sobre el sector aguas residuales industriales, esta subcategoría no se contabiliza.

<sup>27</sup> Esta clasificación es de acuerdo al IPCC; sin embargo, los datos disponibles a nivel de país agrupan a las aguas residuales industriales con las comerciales.

<sup>28</sup> Producción Industrial Total (Ton/año), Aguas residuales generadas (m<sup>3</sup>/año), DQO (Kg/m<sup>3</sup>), Tipo de tratamiento y descarga, Remoción de lodos industriales (Kg de DQO/año).

## 5.5. Aguas residuales domésticas

En los países desarrollados, la mayor parte de las aguas residuales domésticas se trata en instalaciones y estanques anaeróbicos. En los países en desarrollo, una pequeña parte de las aguas residuales domésticas se recoge mediante sistemas de alcantarillado, y el resto queda en fosas o letrinas (IPCC, 2000).

### 5.5.1. Elección del nivel de cálculo

Las aguas residuales domésticas generan emisiones de metano debido a sus procesos de tratamiento en situaciones anaeróbicas. Para Panamá se recolectó información sobre la caracterización de las vías de tratamiento de las aguas residuales, no existen mediciones por país de las emisiones de los sistemas de tratamientos, tampoco se tiene los factores de emisión específicos del país por lo se utiliza los factores de emisión por defecto para la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (B<sub>0</sub> MCF) y otros, después se estiman las emisiones, por lo que el método aplicado en nuestro caso es de Nivel 1.

Una vez identificada la metodología, sobre la base de la información disponible, se procedió a estimar las emisiones siguiendo las siguientes ecuaciones.

#### Ecuación 27

Total de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas

$$TOW = P \times DBO \times 0.001 \times I \times 365$$

Donde:

|       |  |
|-------|--|
| TOW   | Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año.   |
| P     | Población del país en el año del inventario (personas).  |
| DBO   | DBO per cápita específica del país en el año del inventario, g/personas/día.   |
| 0.001 | Conversión de gramos de DBO a kilogramos de BOD.   |
| I     | Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1.25, si no es recolectado el valor por defecto es 1.00). |

Fuente: Directrices IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 6, pág. 6.14

Una vez obtenido, el total de materia orgánica degradable en las aguas residuales, se calcula el factor de emisión de CH<sub>4</sub>, a través de la siguiente ecuación:

### Ecuación 28

Factor de emisión de CH<sub>4</sub> para cada sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas

$$FE_j = B_o \times FCM_j$$

Donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| FE <sub>ARD</sub> | Factor de emisión, kg de CH <sub>4</sub> /kg de DBO                                  |
| j                 | Tipo de tratamiento y/o eliminación  |
| B <sub>o</sub>    | Capacidad máxima de producción de CH <sub>4</sub> , kg de CH <sub>4</sub> /kg de DBO |
| MCF <sub>i</sub>  | Factor corrector para el metano (fracción)   |

Fuente: Directrices IPCC 2006, Vol. 5, Cap.6, página 6.12

Nota: el FCM es un valor que depende de las características del sistema de tratamiento de aguas.

Finalmente se estiman las emisiones de metano procedentes de las aguas residuales domésticas por medio de la siguiente ecuación:

### Ecuación 29

Emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[ \sum_{i,j} (U_i \times T_{i,j} \times EF_j) \right] \times (TOW - S) - R$$

Donde:

|                 |  |
|-----------------|--|
|                 | Emisiones de CH <sub>4</sub> durante el año del inventario, kg de CH <sub>4</sub> /año   |
| TOW             | Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año.   |
| S               | Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de DBO/año.  |
| U <sub>i</sub>  | Fracción de la población del grupo de ingresos ii en el año de inventario.   |
| T <sub>ij</sub> | Grado de utilización de vi o sistema de tratamiento y/o eliminación j, para cada fracción de grupo de ingresos i en el año del inventario. |
| i               | Grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos.   |
| j               | Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación.   |
| EF <sub>j</sub> | Factor de emisión, kg de CH <sub>4</sub> /kg de DBO.   |

Fuente: Directrices del IPCC 2006, Vol.5, Cap.6, pág. 6.11

## 5.5.2. Descripción de las fuentes

Las aguas residuales domésticas, conocidas también como aguas servidas, provienen de los residuos de aguas utilizadas en los hogares (IPCC, 2006), entre ellos: desechos humanos, baño, cocina y otros, que generalmente son recolectados por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (industriales y comerciales)<sup>29</sup>, o son vertidos directamente a fuentes de aguas superficiales.

En esta subcategoría, se determinan las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O provenientes de las actividades de manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales.

## 5.5.3. Metodología

### 5.5.3.1. Elección de los factores de emisión

Para estimar las emisiones de las aguas residuales domésticas se utilizaron distintas variables y factores de emisión. Al no disponerse de información nacional se usaron valores por defecto sugeridos por el IPCC, estos factores se presentan en el cuadro 30.

<sup>29</sup> [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_135\\_183\\_88\\_1242.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_135_183_88_1242.pdf)

**Cuadro 34.** Factores de emisión usados para aguas residuales domésticas.

| Factor                                    | Valor            | Unidad                     |
|---|------------------|----------------------------|
| FCM para eliminación en río, lago y mar.  | 0,1 <sup>1</sup> |                            |
| FCM para sistema séptico.                 | 0.5 <sup>1</sup> |                            |
| FCM para letrina.                         | 0.1 <sup>1</sup> |                            |
| FCM reactor anaeróbico.                   | 0.8 <sup>2</sup> |                            |
| DBO per cápita.                           | 40 <sup>2</sup>  | g/persona/día              |
| Capacidad máxima de producción de metano. | 0.6 <sup>3</sup> | Kg CH <sub>4</sub> /kg DBO |
| Factor de corrección para DBO industrial. | 1 <sup>4</sup>   |                            |

Fuente: <sup>1</sup> Directrices del IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 6, pág. 6.13, Cuadro 6.3

<sup>2</sup> Directrices del IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 6, pág. 14, Cuadro 6.4

<sup>3</sup> GBP 2000, Cap. 5 pag.5.18

<sup>4</sup> Directrices del IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 6 pág. 6.14

### 5.5.3.2 Elección de datos de actividad

Para establecer el grado de utilización de los diferentes sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas y estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> se utilizó la información descrita en los cuadros 31 y 32.

**Cuadro 35.** Cobertura de saneamiento a nivel nacional.

| Tipo                     | Hogares | %    | Población |
|--------------------------|---------|------|-----------|
| Alcantarillado Sanitario | 296,704 | 33.1 | 1,186,816 |
| Tanque Séptico           | 268,704 | 30.0 | 1,074,816 |
| Letrina                  | 281,463 | 31.4 | 1,125,852 |
| No tiene                 | 49,179  | 5.5  | 196,716   |

Fuente: CReW, 2014; MINSA, 2014.

De acuerdo a el cuadro 31 y apoyados en la información disponible a nivel de país, se estima que en la población rural prevalece el uso de letrinas como medio de disposición de aguas residuales domésticas; mientras que, para la población urbana, el uso de los sistemas de tratamiento dependerá del ingreso económico de dicha población. En este sentido se estimó que dentro de la población urbana de ingresos altos (ver Cuadro 34 para la estimación del porcentaje de la población urbana con ingresos altos y bajos) no se utiliza letrinas, puesto que las descargas se realizan a mares, ríos y lagos por medio de los sistemas de alcantarillado sanitario. Por otra parte, el uso de tanques sépticos tiene un porcentaje de utilización considerable en esta población.

**Cuadro 36.** Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Panamá, año 2002.

| Sistema de Tratamiento | Cantidad |
|------------------------|----------|
| Laguna de Oxidación    | 7        |
| Tanques Sépticos       | 233      |
| Tanques Innhoff        | 31       |
| Planta de Tratamiento  | 3        |
| Total                  | 274      |

Fuente: IDAAN, 2008 (Citado en CReW, 2014).

**Cuadro 37.** Decisiones para la estimación de las emisiones de Metano a partir de las aguas residuales domésticas de acuerdo al grado de utilización del tipo de tratamiento o vía de descarga.

| Subcategoría: Tratamiento y Descarga de Aguas Residuales Domésticas |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
| Grupo   | Tipo de Tratamiento o vías de descarga | Grado de utilización (Fracción) |
| Rural   | Descarga en mar, ríos y lagos          | 0.15                            |
|   | Sistemas Sépticos                      | 0.25                            |
|   | Letrinas                               | 0.60                            |
| Urbano de ingresos altos  | Reactor anaeróbico                     | 0.60                            |
| Sistemas Sépticos   |  | 0.40                            |
|   | Letrinas                               | 0.00                            |
| Urbano de ingresos bajos  | Reactor anaeróbico                     | 0.35                            |
|   | Sistemas Sépticos                      | 0.55                            |
|   | Letrinas                               | 0.10                            |

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la población urbana con ingresos bajos, el uso de tanques sépticos es superior a los sistemas de alcantarillado para la disposición de aguas residuales y se estima un porcentaje pequeño en el uso de letrinas en esta población (Cuadro 34).

**Cuadro 38.** Estimación del porcentaje de la población urbana con ingresos altos y bajos en Panamá para el año 2013.

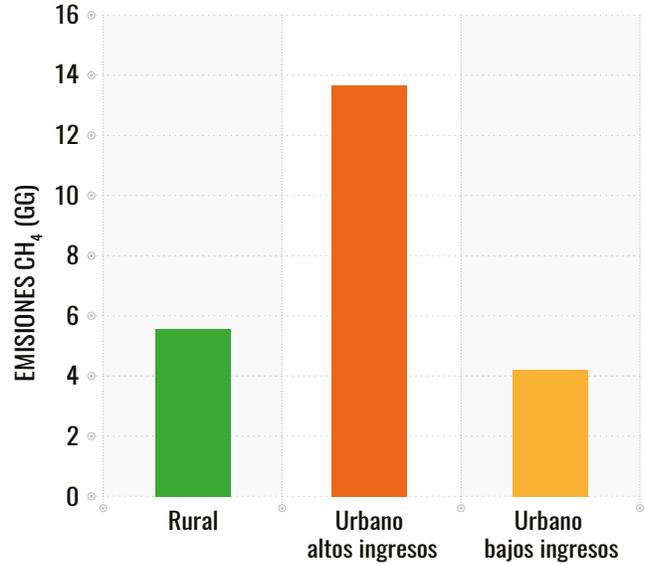
|                           | Población    | % de Población Urbana con Ingresos bajos | % de Población Urbana con Ingresos Altos |
|---------------------------|--------------|--|--|
| Población total           | 3,850,735    |  |  |
| Población urbana/personas | 2,508,368.78 |  |  |
| Población urbana (%)      | 65.14        | 10.81                                    | 54.33                                    |
| Población Rural/personas  | 1342366.22   |  |  |
| Población Rural (%)       | 34.86        |  |  |

Fuente: INEC: Estimaciones de la Población Urbana y Rural de Panamá años 2013.

Para estimar el porcentaje de población urbana de ingresos altos y bajos, se revisó la información sobre el índice de pobreza per cápita (porcentaje de población urbana con pobreza) para el año 2013 (Cuadro 34). En el caso particular del año 2013, se realizó una estimación de acuerdo al dato para el 2006, estableciéndose que para el 2010 el 16.6% de la población urbana total vivía en estado de pobreza.

## 5.6. Resultados de las emisiones de metano provenientes de las aguas residuales domésticas

Las emisiones de metano provenientes de las aguas residuales fueron de 22.12 Gg para el año 2013 en Panamá. En cuanto a la representatividad de cada uno de los sectores en los que se distribuyó la población panameña, se observa en la figura 36, como el sector poblacional considerado como urbano con altos ingresos fue el mayor emisor, provocado en primera instancia por el mayor porcentaje de personas (Cuadro 34). Además, el sistema de tratamiento reactor anaeróbico, que también es el mayor sistema de tratamiento de aguas en Panamá, es el que presenta mayor fracción de corrección de metano, por lo que es el sistema con mayor representatividad en Panamá en el año 2010 (figura 37).



**Figura 37.** Emisiones de metano proveniente del manejo de aguas residuales domésticas. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 38.** Representatividad de las emisiones por sistemas de manejo de aguas residuales domésticas. Panamá, 2013.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.7. Emisiones de Óxido Nitroso provenientes de las aguas residuales

Las emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o mar (IPCC, 2006).

### 5.7.1. Metodología

Para Panamá se estimaron las emisiones de  $N_2O$  de efluentes de aguas servidas domésticas utilizando la metodología de emisiones indirectas de  $N_2O$  la cual se simplifica en la siguiente ecuación:

#### Ecuación 30

Nitrógeno total en los efluentes

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLUENTE} \times EF_{EFLUENTE} \times 44/28$$

Donde:

|                     |   |
|---------------------|---|
| Emisiones de $N_2O$ | Emisiones de $N_2O$ durante el año del inventario, kg de $N_2O$ /año  |
| $N_{EFLUENTE}$      | Nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg de N/año   |
| $EF_{EFLUENTE}$     | Factor de emisión para las emisiones de $N_2O$ provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg de $N_2O$ /kg. de N |
| El factor 44/28     | Conversión de kg de $N_2O$ n en kg de $N_2O$ .  |

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 5, Cap.6, págs. 6.27 y 6.28.

El Nitrógeno total en los efluentes se estima con la ecuación 31:

#### Ecuación 31

Nitrógeno total en los efluentes

$$N_{EFLUENTE} = (P \times Proteína \times F_{NPR} \times F_{NON-CON} \times F_{IND-COM}) - N_{LODO}$$

Donde:

|                |  |
|----------------|--|
| $N_{EFLUENTE}$ | Cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, kg de N/año              |
| P              | Población humana   |
| Proteína       | Consumo per cápita anual de proteínas, kg/personas/año   |
| $F_{NPR}$      | Fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto es 0.16 kg. de N/kg de proteína              |
| $F_{NON-CON}$  | Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales                            |
| $F_{IND-COM}$  | Factor para las proteína industriales y comerciales eliminadas en los sistemas de alcantarillado |
| $N_{LODO}$     | Nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0), kg de N/año.                          |

Fuente: Directrices del IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 6, pág. 6.28.

### 5.7.1.1. Elección de los factores de emisión

El factor de emisión por defecto del IPCC para las emisiones de N<sub>2</sub>O derivadas de aguas servidas domésticas de efluentes con nitrógeno es de 0.005 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N.

### 5.7.1.2 Elección de los datos de la actividad

Los datos de la actividad requeridos para la estimación de emisiones de N<sub>2</sub>O son el contenido de nitrógeno en el efluente de aguas servidas, la población del país, y el promedio anual de generación de proteína per cápita (Kg/persona/año). La ingesta de proteína per cápita en la República de Panamá durante el año 2010 se describe en el cuadro 35.

**Cuadro 39.** Consumo de proteínas diario por habitantes en la República de Panamá, año 2010.

| Año  | Proteína Total (g/día) | P. Animal (g/día) | P. Vegetal (g/día) | Proteína Total (Kg/año) |
|------|------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| 2010 | 78.20                  | 45.70             | 32.50              | 28.54                   |

Fuente: INEC, 2013.

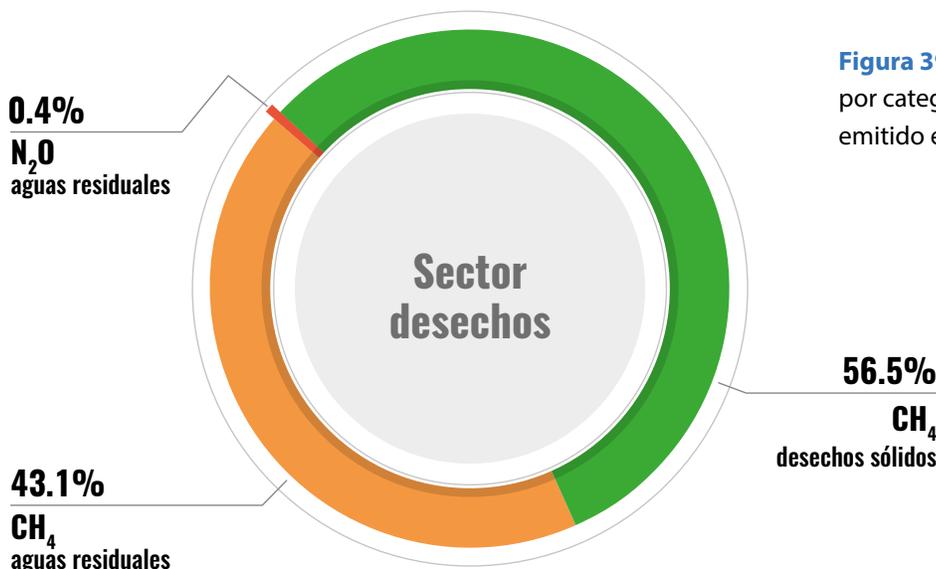
## 5.8. Resultado de la estimación de óxido nitroso proveniente de las aguas residuales

La generación de nitrógeno proveniente de las aguas residuales en la República de Panamá para el año 2013 fue de poco más de 23.5 Gg al año, lo que representó una emisión de apenas 0.18 Gg de óxido nitroso en esta subcategoría.

## 5.9. Análisis de Resultados del Sector Desechos

En total, las emisiones de CH<sub>4</sub> procedente de las categorías de fuente contempladas en el sector Desechos, para el año 2013 suman 44.20 Gg, donde la subcategoría de mayor relevancia es la deposición de desechos sólidos que representa el 52% de las emisiones de CH<sub>4</sub> para este sector.

En cuanto a las emisiones por los distintos GEI, el de mayor importancia es el metano con aproximadamente el 99 por ciento de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> eq, y el resto pertenece al N<sub>2</sub>O (figura 38).



**Figura 39.** Porcentaje de emisiones por categoría del sector desechos y gas emitido en Gg de CO<sub>2</sub> eq. Panamá, 2013.

## 5.10. Análisis de las incertidumbres del Sector Desechos

En cuanto a la categoría desechos sólidos, en los países donde los datos acerca de la generación de metano son de baja calidad, las incertidumbres podrían ser del orden de  $\pm 50\%$ . El dato de menor calidad para la estimación de  $DOC_f$  corresponde a la determinación del DOC que depende de la composición de los desechos. Por este motivo, se estima una incertidumbre para  $DOC_f$  del orden de  $\pm 35\%$ . La estimación de  $W$  (cantidad de desechos dispuestos en el año), depende de los datos de población que reciben servicio de recogida de desechos y de la tasa de generación de desechos por habitantes. El primer dato se considera de calidad media  $\pm 15\%$ , debido a que se recogió la información de población urbana de la CEPAL. El segundo proviene de la única determinación realizada en el país en el año 2003. El equipo redactor no dispone de información suficiente para evaluar la incertidumbre de estas determinaciones realizadas por los autores, en el mismo no se incluyó este tipo de evaluación. En países con datos de buena calidad (con determinaciones del peso de los desechos mediante básculas en todos los SEDS) la incertidumbre de  $W$  es alrededor de  $\pm 10\%$ . En el caso de la estimación realizada en este trabajo se considera del orden del  $\pm 35\%$ . Para el

caso de la constante de la tasa de generación de metano  $k$ , el rango de incertidumbre reportado es para el valor por defecto (0,05) recomendado en las IPCC (2000).

Para las aguas residuales domésticas en las IPCC (2000), aparecen los siguientes rangos por defecto para los parámetros utilizados en la estimación anterior: Población ( $\pm 5\%$ ); DBO/persona ( $\pm 12.5\%$ ); Bo ( $\pm 30\%$ ). Con relación a la fracción sometida a tratamiento, se asume un factor de incertidumbre de 1,1 (incertidumbre de  $\pm 10\%$ ).

Con relación a las emisiones de  $N_2O$ , la información disponible sobre el factor de emisión FE es escasa y extremadamente variable. En las IPCC (2006) se asume un intervalo para el valor por defecto (0,005) entre 0,0005 y 0,25. La fracción del nitrógeno existente en la proteína no muestra grandes variaciones, por lo que el valor por defecto utilizado se asume con muy pequeña incertidumbre ( $\pm 5\%$ ), igual valor de incertidumbre que el asignado al dato de población residente que se considera de calidad en Panamá. Para el consumo anual de proteína per cápita se asume una incertidumbre de  $\pm 5\%$  al utilizarse datos de una fuente nacional del país. Con relación al factor introducido para tomar en cuenta las co-descargas de nitrógeno industrial en el sistema de alcantarillado, en las IPCC (2006) se proporciona una incertidumbre de  $\pm 20\%$  para el valor por defecto utilizado.

# CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LAS INCERTIDUMBRES

## 6.1. Introducción

Los estimados de incertidumbre son un elemento esencial de un inventario de emisiones, especialmente para comparar las emisiones determinadas. No obstante, la determinación de incertidumbres en los inventarios de emisiones de gases de invernadero es una tarea compleja, dado que los valores de emisión calculados dependen de un elevado y variado número de parámetros y datos de entrada. En la práctica, no es posible conocer todos estos parámetros y datos con exactitud y por esto a los que se utilizan en los cálculos se les denomina como “las mejores estimaciones disponibles”.

La información sobre incertidumbres, no está dirigida a disputar la validez de los estimados del inventario, sino para ayudar a priorizar los esfuerzos para mejorar la seguridad de este en el futuro y guiar las decisiones acerca de las elecciones metodológicas. Aunque, para la mayor parte de los países y categorías de fuentes, los estimados de emisiones de gases de invernadero son razonablemente seguros, no obstante, los reportes del inventario preparados utilizando las Guías del IPCC normalmente contienen un amplio rango de estimados de emisiones con diferente grado de calidad.

Desde el punto de vista de los inventarios, la incertidumbre puede considerarse “como un término general e impreciso que refleja la ausencia de certidumbre (en los componentes del inventario), como consecuencia de cualquier factor causal tal como fuentes y sumideros no identificados, ausencia de transparencia etc.” (IPCC, 2000). El análisis de incertidumbre de un modelo se destina a proporcionar mediciones cuantitativas de la incertidumbre de los valores de salida provocada por las propias incertidumbres del modelo y sus valores de entrada, así como a examinar la importancia relativa de esos factores. En este caso, un aspecto importante de un análisis de incertidumbres concierne a las vías sobre cómo expresar las incertidumbres asociadas con estimados individuales del inventario total.

Los rangos de incertidumbres deben ser dados como intervalos de confianza del 95%. Para la estimación de percentiles, es necesario conocer una distribución de

probabilidad. Los factores de emisión, los datos de actividad y las emisiones son normalmente valores positivos (con la excepción de las remociones en el sector LULUCF). Si las incertidumbres son bastante altas, una distribución normal puede conducir a probabilidades diferentes de cero para valores negativos. Por este motivo, las IPCC-GPG 2000 (IPCC, 2000) propone utilizar distribuciones lognormales para valores con altas incertidumbres (desviaciones estándar (DS) > 30%). Para las incertidumbres menores esas guías proponen utilizar la distribución normal. El intervalo de confianza del 95% está limitado por aproximadamente dos veces la DS desde la media (para ser más precisos 1,96 veces la DS). En la práctica, la distribución normal y la distribución lognormal para rangos bajos de incertidumbre pueden considerarse similares. A mayores incertidumbres ya la distribución normal no puede aplicarse.

Las incertidumbres en los inventarios provienen, al menos, de tres procesos diferentes (IPCC, 2000):

- Incertidumbres procedentes de las definiciones (significados no claros o incompletos, o definiciones incompletas sobre una emisión o absorción etc.).
- Incertidumbres procedentes de la variabilidad natural de los procesos que producen una emisión o una captación.
- Incertidumbres resultantes de la evaluación de los procesos, incluyendo, en dependencia del método utilizado: i) incertidumbres de las mediciones; ii) incertidumbres de los muestreos; iii) incertidumbres de datos referenciados que puedan estar descritos de forma incompleta; y iv) incertidumbres de los criterios de expertos.

En este módulo para la determinación de las incertidumbres, se utilizan los métodos recomendados en las IPCC-GPG 2000 (IPCC, 2000) en combinación con los rangos de incertidumbre, específicos para cada categoría de fuente, indicados en los diferentes módulos del inventario.

## 6.2. Aspectos metodológicos

En las IPCC-GPG 2000 (IPCC, 2000) se incluyen métodos de dos niveles para realizar el cálculo de las incertidumbres en los estimados de emisiones para cada categoría de fuente del inventario y gas de invernadero, así como la incertidumbre general para las emisiones totales del inventario y su tendencia en cada año evaluado.

- **Nivel 1:** Estimación de incertidumbres por categorías de fuentes utilizando la ecuación de propagación del error vía dos reglas (A y B) y la combinación simple de las incertidumbres obtenidas para cada categoría de fuente, con el objetivo de estimar la incertidumbre general del inventario para un año dado, así como la incertidumbre en la tendencia.
- **Nivel 2:** Estimación de incertidumbres por categorías de fuentes, utilizando el análisis de Monte Carlo, seguido por el uso de esa técnica para estimar la incertidumbre general del inventario para un año dado, así como la incertidumbre en la tendencia.

En la actualidad, se considera como una buena práctica reportar los resultados con el método de Nivel 1 (método simplificado) para el análisis de incertidumbre y si se dispone de recursos suficientes aplicar también el método de Nivel 2. En este inventario se utiliza el método de Nivel 1.

### 6.2.1. Método de Nivel 1: Ecuación de Propagación del error

El método de Nivel 1, es un enfoque simplificado que posibilita calcular un indicador cuantitativo de la incertidumbre de las emisiones totales del país, utilizando métodos aritméticos clásicos para la combinación de incertidumbres, asumiendo distribuciones Gaussianas típicas, variables independientes e incertidumbres menores que el 60%. Para realizar el cálculo de Nivel 1, lo primero que se requiere, es disponer de una estimación de la incertidumbre de los datos de actividad, factores y parámetros de emisión utilizados en cada categoría de fuente.

Una vez que han sido determinadas las incertidumbres en los datos de actividad y los factores y parámetros de emisión de cada categoría de fuente del inventario, estas pueden combinarse con el objetivo de obtener estimados de incertidumbres para las categorías de fuentes, los sectores, el inventario completo en cualquier año, así como la incertidumbre en la tendencia general en el tiempo. La ecuación de propagación del error incluye dos reglas convenientes para combinar incertidumbres no correlacionadas bajo adición y multiplicación las que se describen en detalle en IPCC-GPG 2000 (IPCC, 2000).

#### Combinación de Incertidumbres

Una vez que han sido determinadas las incertidumbres en los datos de actividad y los factores y parámetros de emisión de cada categoría de fuente del inventario, estas pueden combinarse con el objetivo de obtener estimados de incertidumbres para las categorías de fuentes, los sectores, el inventario completo en cualquier año, así como la incertidumbre en la tendencia general en el tiempo. La ecuación de propagación del error incluye dos reglas convenientes para combinar incertidumbres no correlacionadas bajo adición y multiplicación las que se describen en detalle en IPCC-GPG 2000 (IPCC, 2000).

#### Regla A:

Para los casos en que las cantidades inciertas tienen que ser combinadas por adición, la desviación estándar de la suma, será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que son adicionadas con las desviaciones estándar, todas expresadas en términos absolutos (esta regla es exacta para variables no correlacionadas). Utilizando esa interpretación, es posible obtener una ecuación simple para la incertidumbre de la suma la que, cuando es expresada en términos de porcentajes, se transforma en:

#### Ecuación 32

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{(U_1 * X_1)^2 + (U_2 * X_2)^2 + \dots + (U_n * X_n)^2}}{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$$

Fuente: Directrices del IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 3, pág. 3.31.

Donde:

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| $U_{Total}$   | = | Es el porcentaje de incertidumbre en la suma de las cantidades (mitad del intervalo de confianza del 95% dividido por el total (es decir media), y expresada como porcentaje). |
| $X_i$ y $U_i$ | = | Son las cantidades inciertas y el porcentaje de incertidumbre asociado con ellas, respectivamente.   |

**Regla B:**

Para los casos en que las cantidades inciertas tienen que ser combinadas por multiplicación, se aplica la misma regla anterior, excepto que todas las desviaciones estándar deben ser expresadas como fracciones de los valores medios apropiados (esta regla es aproximada para todas las variables aleatorias). Una ecuación simple puede también ser obtenida para la incertidumbre del producto, la que expresada en términos porcentuales queda como:

**Ecuación 33**

$$U_{Total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Fuente: Directrices del IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 3, pág. 3.31.

**Donde:**

$U_{total} (%)$  = Es el porcentaje de incertidumbre en el producto de las cantidades (mitad del intervalo de confianza del 95% dividido por el total y expresado como un porcentaje).

$U_i$  = Son los porcentajes de incertidumbres asociadas con cada una de las cantidades.

La incertidumbre combinada, representada en la ecuación 33, no es más que la raíz cuadrada de la suma de los errores relativos en los diferentes datos de entrada que se utilizan en el cálculo de la emisión. La conversión desde  $U_{total} (%)$  a  $U_{factor}$  y al contrario deberá ser realizada con la fórmula siguiente:

**Ecuación 34**

$$U_{factor} = 1 + \frac{U_{Total} \%}{100\%}$$

Fuente: Directrices del IPCC 2000.

**Donde:**

$U_{factor}$  = El intervalo de confianza del 95%, expresado como un factor

$U_{\%}$  = El intervalo de confianza del 95%, expresado como un porcentaje

El inventario de emisiones y remociones de gases de invernadero, es principalmente la suma de productos de factores emisión, parámetros de emisión y tasas de actividad (datos de actividad). Las reglas A y B pueden ser utilizadas repetidamente para estimar las incertidumbres del inventario total. En la práctica, las incertidumbres encontradas en las categorías de fuentes del inventario varían desde un pequeño porcentaje hasta órdenes de magnitud y en algunos casos pudieran estar correlacionadas. Esto no es totalmente consistente con las asunciones de las Reglas A y B de que las variables no están correlacionadas. No obstante, aún bajo esas circunstancias, las Reglas A y B pueden ser utilizadas para obtener un resultado aproximado.

En el método de Nivel 1, se estiman las incertidumbres utilizando la ecuación de propagación del error en dos pasos.

- Primero: Se utiliza la Regla B para combinar rangos de factores de emisión y datos de actividad por categoría de fuentes y GEI.
- Segundo: Se utiliza la Regla A para obtener la incertidumbre general en las emisiones nacionales, así como la tendencia en las emisiones nacionales entre el año base y el año actual.

Para estimar las incertidumbres de las tendencias, se utilizan dos sensibilidades, pero en nuestro caso esta incertidumbre no se lleva a cabo, debido a que el análisis es solo para el año 2010.

- Sensibilidad del Tipo A: Es el cambio en la diferencia en las emisiones generales entre el año base y el año actual (otro año seleccionado para el cálculo), expresado como un porcentaje resultante del 1% de incremento en las emisiones de una categoría de fuente dada y gas tanto en el año base como el actual.
- Sensibilidad del Tipo B: Es el cambio en la diferencia en las emisiones generales entre el año base y el año actual, expresado como un porcentaje resultante del 1% de incremento en las emisiones de una categoría de fuente dada y gas solamente en el año actual.

Conceptualmente, la sensibilidad del Tipo A procede de las incertidumbres que afectan igualmente tanto las emisiones en el año base como en el actual, y el Tipo B procede de las incertidumbres que afectan solamente a las emisiones en el año actual. Las incertidumbres que están totalmente correlacionadas entre los años estarán asociadas con el Tipo A y las que no están correlacionadas entre los años, estarán asociadas con el Tipo B. Se sugiere que las incertidumbres de los factores de emisión tenderán a tener sensibilidades del Tipo A, y las incertidumbres de los datos de actividad tenderán a tener del tipo B (IPCC, 2000). No obstante, esto no siempre es así, y es posible aplicar el Tipo A a los datos de actividad y el Tipo B a los factores de emisión, si se requiere reflejar circunstancias nacionales particulares. Las sensibilidades A y B son simplificaciones introducidas para el análisis de correlación. Una vez que se han calculado las incertidumbres introducidas en las emisiones nacionales por los tipos de sensibilidad A y B, estas pueden sumarse utilizando la ecuación de propagación del error (Regla A) para obtener la incertidumbre general en la tendencia.

## 6.3. Resultados obtenidos

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos en la determinación de incertidumbres de las emisiones determinadas por categorías de fuentes, gases y para el inventario en general correspondiente al año 2013 en Panamá. Las columnas de estos cuadros para el cálculo y reporte de incertidumbres (Nivel 1) son identificadas por las letras desde la A a la H y contienen la siguiente información (IPCC, 2006).

- A y B muestran la categoría del IPCC y el gas de efecto invernadero.
- C y D son las estimaciones del inventario en el año de base y en el año actual respectivamente, para la categoría y el gas especificado en las Columnas A y B, expresado en equivalentes de CO<sub>2</sub>.
- E y F contienen las incertidumbres para los datos de la actividad y los factores de emisión, respectivamente, derivados de una mezcla de datos empíricos y dictámenes de expertos, como se describió con anterioridad en este capítulo, especificadas como la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento dividido por la media y expresado como porcentaje. El motivo por el cual se divide por la mitad el intervalo de confianza del 95 por ciento es que el valor introducido en las columnas E y F corresponde al valor familiar más o menos, cuando las incertidumbres se citan en términos generales como «más o menos x por ciento», por lo que los dictámenes de expertos de este tipo pueden introducirse directamente en la hoja de cálculo. Si se sabe que la incertidumbre es muy asimétrica, especifique la mayor diferencia porcentual entre la media y el límite de confianza.
- G es la incertidumbre combinada por categoría derivada de los datos de las Columnas E y F mediante la ecuación de propagación del error. Por lo tanto, la entrada de la Columna G es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las entradas de las Columnas E y F.

### Ecuación 35

$$G_x = \sqrt{E_x^2 + F_x^2}$$

- H muestra la incertidumbre de la Columna G como porcentaje de las emisiones nacionales totales en el año actual. La entrada de cada fila de la Columna H es el cuadrado de la entrada de la Columna G multiplicado por el cuadrado de la entrada de la

Columna D, dividido por el cuadrado del total al pie de la Columna D. El valor al pie de la Columna H es una estimación del porcentaje de incertidumbre de las emisiones netas nacionales totales del año actual, calculado a partir de las entradas anteriores. Se obtiene este total sumando las entradas de la Columna H y tomando la raíz cuadrada.

#### Ecuación 36

$$H_x = \frac{G_x * D_x}{\sum D_i}$$

#### Ecuación 37

$$Total\ columna\ H = \frac{\sqrt{\sum_x [(\sum_x D_x)^2 * (H_x)^2]}}{\sum_x D_x}$$

En los siguientes cuadros se separa por gases para que se observe como las incertidumbres varían de acuerdo al gas que se esté evaluando.

En el caso que se presenta, se observa como la incertidumbre total del inventario es de 23% aproximadamente, mientras que el gas que más incertidumbre introduce en el inventario es el N<sub>2</sub>O (62%), seguido por el CO<sub>2</sub> (34%) y por último el CH<sub>4</sub> (22%).

**Cuadro 40.** Incertidumbres en las categorías que emiten CO<sub>2</sub>, Panamá, 2013.

| Categoría IPCC 2006   | Gas             | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|---|-----------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| <b>1 - Energía</b>  |                 |  |   |   |                             |   |
| 1.A.1.a.i - Industrias de la Energía-Combustibles líquidos                  | CO <sub>2</sub> | 1679.58  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 1.66  |
| 1.A.1.c.ii - Otras industrias de la energía - Combustibles líquidos         | CO <sub>2</sub> | 48.99  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-combustibles líquidos | CO <sub>2</sub> | 2429.58  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 3.46  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-Biomasa               | CO <sub>2</sub> | 430.07   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.11  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil-combustibles líquidos                           | CO <sub>2</sub> | 4.76   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Transporte terrestre-Combustibles líquidos                      | CO <sub>2</sub> | 3899.57  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 8.92  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa   | CO <sub>2</sub> | 23.57  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - combustibles líquidos                   | CO <sub>2</sub> | 171.57   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.02  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                                 | CO <sub>2</sub> | 2.48   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - combustibles líquidos                               | CO <sub>2</sub> | 316.43   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.06  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa   | CO <sub>2</sub> | 799.79   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.38  |
| <b>2 - Procesos industriales y uso de productos</b>                         |                 |  |   |   |                             |   |
| 2.A.1 - Producción de Cemento   | CO <sub>2</sub> | 790.90   | 0.10                                    | 10.00                                     | 10.00                       | 0.73  |
| <b>3 - Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo</b>                 |                 |  |   |   |                             |   |
| 3.B.1.a - Tierras forestales que permanecen como tales                      | CO <sub>2</sub> | -4965.19   | 5.00                                    | 50.00                                     | 50.25                       | 730.51  |
| 3.B.1.b.i - Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales            | CO <sub>2</sub> | -31.49   | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.04  |
| 3.B.1.b.ii - Pastizales convertidos en tierras forestales                   | CO <sub>2</sub> | -517.89  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 8.18  |
| 3.B.1.b.iii - Humedales convertidos en tierras forestales                   | CO <sub>2</sub> | -3.92  | 120.00                                  | 50.00                                     | 130.00                      | 0.00  |

| Categoría IPCC 2006  | Gas             | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|--|-----------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 3.B.2.a – Tierras de cultivo que permanecen como tales           | CO <sub>2</sub> | -235.93  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 1.70  |
| 3.B.2.b.i – Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo | CO <sub>2</sub> | 437.18   | 30.00                                   | 50.00                                     | 58.31                       | 7.63  |
| 3.B.2.b.ii – Pastizales convertidos en tierras de cultivos       | CO <sub>2</sub> | 32.26  | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.04  |
| 3.B.2.b.v – Otras tierras convertidas en tierras de cultivo      | CO <sub>2</sub> | -0.01  | 100.00                                  | 50.00                                     | 111.80                      | 0.00  |
| 3.B.3.a – Pastizales que permanecen como tales                   | CO <sub>2</sub> | -23.83   | 5.00                                    | 50.00                                     | 50.25                       | 0.02  |
| 3.B.3.b.i – Tierras forestales convertidas en pastizales         | CO <sub>2</sub> | 3675.27  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 412.14  |
| 3.B.3.b.ii – Tierras de cultivo convertidas en pastizales        | CO <sub>2</sub> | 0.99   | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.00  |
| 3.B.3.b.iii – Humedales convertidos en pastizales                | CO <sub>2</sub> | -0.50  | 450.00                                  | 50.00                                     | 452.77                      | 0.00  |
| 3.B.3.b.v – Otras tierras convertidas en pastizales              | CO <sub>2</sub> | -4.05  | 100.00                                  | 50.00                                     | 111.80                      | 0.00  |
| 3.B.5.b.i – Tierras forestales convertidas en asentamientos      | CO <sub>2</sub> | 203.43   | 55.00                                   | 50.00                                     | 74.33                       | 2.68  |
| 3.B.5.b.ii – Tierras de cultivos convertidos en asentamientos    | CO <sub>2</sub> | 2.65   | 60.00                                   | 50.00                                     | 78.10                       | 0.00  |
| 3.B.5.b.iii – Pastizales convertidos en asentamientos            | CO <sub>2</sub> | 15.40  | 35.00                                   | 50.00                                     | 61.03                       | 0.01  |
| 3.C.2 - Encalado   | CO <sub>2</sub> | 33.95  | 50.00                                   | 20.00                                     | 53.85                       | 0.04  |
| 3.C.3 – Aplicación de Urea                                       | CO <sub>2</sub> | 21.88  | 50.00                                   | 20.00                                     | 53.85                       | 0.02  |
| 3.D.1 – Producto de madera recolectada                           | CO <sub>2</sub> | -6.37  | 0.00                                    | 0.00                                      | 0.00                        | 0.00  |
| <b>4 - Desechos</b>  |                 |  |   |   |                             |   |
| <b>5.B – Otros</b>   |                 |  |   |   |                             |   |
| <b>Total</b>   |                 | <b>Suma:<br/>9231.12</b>   |   |   |                             | <b>Incertidumbre en el inventario total: 34.33</b>    |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 41.** Incertidumbres en las categorías que emiten CH<sub>4</sub>. Panamá, 2013.

| Categoría IPCC 2006  | Gas             | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|--|-----------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| <b>1 - Energía</b>   |                 |  |   |   |                             |   |
| 1.A.1.a.i - Industrias de la Energía-Combustibles líquidos                   | CH <sub>4</sub> | 1.38   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.c.ii - Otras industrias de la energía - Combustibles líquidos          | CH <sub>4</sub> | 0.04   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción- combustibles líquidos | CH <sub>4</sub> | 1.87   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-Biomasa                | CH <sub>4</sub> | 2.58   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil- combustibles líquidos                           | CH <sub>4</sub> | 0.00   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Combustibles líquidos                              | CH <sub>4</sub> | 23.41  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa  | CH <sub>4</sub> | 0.13   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Combustibles líquidos                    | CH <sub>4</sub> | 0.49   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                                  | CH <sub>4</sub> | 0.09   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Combustibles líquidos                                | CH <sub>4</sub> | 0.53   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa  | CH <sub>4</sub> | 44.94  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.01  |
| <b>3 - Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo</b>                  |                 |  |   |   |                             |   |
| 3.A.1.a.i - Vacas lecheras - fermentación entérica                           | CH <sub>4</sub> | 1567.01  | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 261.68  |
| 3.A.1.a.ii - Otro ganado- fermentación entérica                              | CH <sub>4</sub> | 812.52   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 70.36   |
| 3.A.1.c - Ovejas- fermentación entérica                                      | CH <sub>4</sub> | 1.96   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |
| 3.A.1.d - Cabras- fermentación entérica                                      | CH <sub>4</sub> | 0.89   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |
| 3.A.1.f - Caballos- fermentación entérica                                    | CH <sub>4</sub> | 43.47  | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.26  |
| 3.A.1.g - Mulas y asnos- fermentación entérica                               | CH <sub>4</sub> | 0.50   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |

| Categoría IPCC 2006  | Gas             | Emisiones o remociones del año base (Gg CO2 equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|--|-----------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 3.A.1.h - Cerdos- fermentación entérica                          | CH <sub>4</sub> | 7.18   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.01  |
| 3.A.2.a.i – Vacas lecheras – Gestión de estiércol                | CH <sub>4</sub> | 43.53  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.12  |
| 3.A.2.a.ii – Otro ganado   | CH <sub>4</sub> | 14.51  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.01  |
| 3.A.2.c – Ovejas – gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub> | 0.08   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.d – Cabras - gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub> | 0.04   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.f – Caballos - gestión de estiércol                        | CH <sub>4</sub> | 5.29   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.g – Mulas y asnos - gestión de estiércol                   | CH <sub>4</sub> | 0.06   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.h – Cerdos - gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub> | 14.36  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.01  |
| 3.A.2.i – Aves de corral - gestión de estiércol                  | CH <sub>4</sub> | 8.34   | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.00  |
| 3.C.1.a – Quemado de biomasa en tierras forestales               | CH <sub>4</sub> | 57.48  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.21  |
| 3.C.1.b – Quemado de biomasa en tierras de cultivo               | CH <sub>4</sub> | 0.00   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.00  |
| 3.C.1.c – Quemado de biomasa en pastizales                       | CH <sub>4</sub> | 1.24   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.00  |
| 3.C.7 – Cultivo de arroz   | CH <sub>4</sub> | 266.52   | 10.00                                   | 75.00                                     | 75.66                       | 25.49   |
| <b>4 - Desechos</b>  |                 |  |   |   |                             |   |
| 4.A – Eliminación de desechos sólidos                            | CH <sub>4</sub> | 609.11   | 35.00                                   | 50.00                                     | 61.03                       | 86.64   |
| 4.D.1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas | CH <sub>4</sub> | 464.46   | 35.00                                   | 35.00                                     | 49.50                       | 33.13   |
| <b>5.B – Otros (sírvase especificar)</b>                         |                 |  |   |   |                             |   |
| <b>Total</b>   |                 | <b>3994.00</b>   |   |   |                             | <b>21.86</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 42.** Incertidumbres en las categorías que emiten N<sub>2</sub>O. Panamá, 2013.

| Categoría IPCC 2006   | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|---|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| <b>1 – Energía</b>  |                  |  |   |   |                             |   |
| 1.A.1.a.i – Generación de electricidad - Combustibles líquidos                | N <sub>2</sub> O | 4.09   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.c.ii – Otras industrias de energía - Combustibles líquidos              | N <sub>2</sub> O | 0.12   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-- Combustibles líquidos | N <sub>2</sub> O | 4.44   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-- Biomasa               | N <sub>2</sub> O | 5.07   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil- combustibles líquidos                            | N <sub>2</sub> O | 0.04   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - combustibles líquidos                               | N <sub>2</sub> O | 59.30  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.10  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa   | N <sub>2</sub> O | 0.29   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - combustibles líquidos                     | N <sub>2</sub> O | 0.42   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                                   | N <sub>2</sub> O | 0.01   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - combustibles líquidos                                 | N <sub>2</sub> O | 0.16   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa   | N <sub>2</sub> O | 8.83   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| <b>3 - Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo</b>                   |                  |  |   |   |                             |   |
| 3.A.2.a.i – Vacas lecheras – gestión del estiércol                            | N <sub>2</sub> O | 135.86   | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 85.31   |
| 3.A.2.h – Cerdos - gestión del estiércol                                      | N <sub>2</sub> O | 78.14  | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 28.22   |
| 3.A.2.i – Aves de corral - gestión del estiércol                              | N <sub>2</sub> O | 31.28  | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 4.52  |
| 3.C.1.a – Quemado de biomasa en tierras forestales                            | N <sub>2</sub> O | 24.96  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.92  |
| 3.C.1.b – Quemado de biomasa en tierras de cultivos                           | N <sub>2</sub> O | 0.00   | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.00  |

| Categoría IPCC 2006   | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO2 equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|---|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 3.C.1.c – Quemado de biomasa en pastizales  | N <sub>2</sub> O | 1.67   | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.00  |
| 3.C.4 – Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados                | N <sub>2</sub> O | 687.99   | 50.00                                   | 100.00                                    | 111.80                      | 3365.50   |
| 3.C.5 – Emisiones indirectos de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados              | N <sub>2</sub> O | 220.69   | 50.00                                   | 100.00                                    | 111.80                      | 346.29  |
| 3.C.6 – Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión de estiércol | N <sub>2</sub> O | 5.21   | 10.00                                   | 100.00                                    | 100.50                      | 0.16  |
| <b>4 - Desechos</b>   |                  |  |   |   |                             |   |
| 4.D.1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas                        | N <sub>2</sub> O | 57.32  | 35.00                                   | 20.00                                     | 40.31                       | 3.04  |
| <b>5.B - Other (please specify)</b>   |                  |  |   |   |                             |   |
| <b>Total</b>  |                  | <b>1325.90</b>   |   |   |                             | <b>61.92</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 43.** Incertidumbres generales por categorías y gases. Panamá, 2013.

| Categoría IPCC 2006   | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO2 equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|---|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| <b>1 - Energy</b>   |                  |  |   |   |                             |   |
| 1.A.1.a.i - Generación de electricidad - Combustibles líquidos              | CO <sub>2</sub>  | 1679.58  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.67  |
| 1.A.1.a.i - Generación de electricidad - Combustibles líquidos              | CH <sub>4</sub>  | 1.38   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.a.i - Generación de electricidad - Combustibles líquidos              | N <sub>2</sub> O | 4.09   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.c.ii - Otras industrias de energía - Combustibles líquidos            | CO <sub>2</sub>  | 48.99  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.c.ii - Otras industrias de energía - Combustibles líquidos            | CH <sub>4</sub>  | 0.04   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.1.c.ii - Otras industrias de energía - Combustibles líquidos            | N <sub>2</sub> O | 0.12   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-combustibles líquidos | CO <sub>2</sub>  | 2429.58  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 1.39  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-combustibles líquidos | CH <sub>4</sub>  | 1.87   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-combustibles líquidos | N <sub>2</sub> O | 4.44   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-Biomasa               | CO <sub>2</sub>  | 430.07   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.04  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-Biomasa               | CH <sub>4</sub>  | 2.58   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la Construcción-Biomasa               | N <sub>2</sub> O | 5.07   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil-combustibles líquidos                           | CO <sub>2</sub>  | 4.76   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil-combustibles líquidos                           | CH <sub>4</sub>  | 0.00   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.a.ii - Aviación civil-combustibles líquidos                           | N <sub>2</sub> O | 0.04   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Combustibles líquidos                             | CO <sub>2</sub>  | 3899.57  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 3.59  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Combustibles líquidos                             | CH <sub>4</sub>  | 23.41  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Combustibles líquidos                             | N <sub>2</sub> O | 59.30  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |

| Categoría IPCC 2006   | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|---|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa                           | CO <sub>2</sub>  | 23.57  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa                           | CH <sub>4</sub>  | 0.13   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.3.b.i - Automóviles - Biomasa                           | N <sub>2</sub> O | 0.29   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Combustibles líquidos   | CO <sub>2</sub>  | 171.57   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.01  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Combustibles líquidos   | CH <sub>4</sub>  | 0.49   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Combustibles líquidos   | N <sub>2</sub> O | 0.42   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                 | CO <sub>2</sub>  | 2.48   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                 | CH <sub>4</sub>  | 0.09   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.a - Comercial/Institucional - Biomasa                 | N <sub>2</sub> O | 0.01   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Combustibles líquidos               | CO <sub>2</sub>  | 316.43   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.02  |
| 1.A.4.b - Residencial - Combustibles líquidos               | CH <sub>4</sub>  | 0.53   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Combustibles líquidos               | N <sub>2</sub> O | 0.16   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa                             | CO <sub>2</sub>  | 799.79   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.15  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa                             | CH <sub>4</sub>  | 44.94  | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| 1.A.4.b - Residencial - Biomasa                             | N <sub>2</sub> O | 8.83   | 5.00                                    | 5.00                                      | 7.07                        | 0.00  |
| <b>2 - Procesos industriales y uso de productos</b>         |                  |  |   |   |                             |   |
| 2.A.1 - Producción de cemento                               | CO <sub>2</sub>  | 790.90   | 0.10                                    | 10.00                                     | 10.00                       | 0.30  |
| <b>3 - Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo</b> |                  |  |   |   |                             |   |
| 3.A.1.a.i - Vacas lecheras - fermentación entérica          | CH <sub>4</sub>  | 1567.01  | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 19.72   |
| 3.A.1.a.ii - Otro Ganado - fermentación entérica            | CH <sub>4</sub>  | 812.52   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 5.30  |
| 3.A.1.c - Ovejas - fermentación entérica                    | CH <sub>4</sub>  | 1.96   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |
| 3.A.1.d - Cabras - fermentación entérica                    | CH <sub>4</sub>  | 0.89   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |
| 3.A.1.f - Caballos - fermentación entérica                  | CH <sub>4</sub>  | 43.47  | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.02  |
| 3.A.1.g - Mulas y asnos - fermentación entérica             | CH <sub>4</sub>  | 0.50   | 25.00                                   | 40.00                                     | 47.17                       | 0.00  |
| 3.A.1.h - Cerdos - fermentación entérica                    | CH <sub>4</sub>  | 7.18   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.00  |
| 3.A.2.a.i - Vacas lecheras - gestión de estiércol           | N <sub>2</sub> O | 135.86   | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 0.71  |

| Categoría IPCC 2006  | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|--|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 3.A.2.h – Cerdos - gestión de estiércol                          | N <sub>2</sub> O | 78.14  | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 0.23  |
| 3.A.2.i – Aves de corral - gestión de estiércol                  | N <sub>2</sub> O | 31.28  | 50.00                                   | 75.00                                     | 90.14                       | 0.04  |
| 3.A.2.a.i – Vacas lecheras - gestión de estiércol                | CH <sub>4</sub>  | 43.53  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.01  |
| 3.A.2.a.ii – Otro Ganado - gestión de estiércol                  | CH <sub>4</sub>  | 14.51  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.00  |
| 3.A.2.c – Ovejas - gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub>  | 0.08   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.d – Cabras - gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub>  | 0.04   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.f – Caballos - gestión de estiércol                        | CH <sub>4</sub>  | 5.29   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.g – Mulas y asnos - gestión de estiércol                   | CH <sub>4</sub>  | 0.06   | 25.00                                   | 30.00                                     | 39.05                       | 0.00  |
| 3.A.2.h – Cerdos - gestión de estiércol                          | CH <sub>4</sub>  | 14.36  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.00  |
| 3.A.2.i – Aves de corral - gestión de estiércol                  | CH <sub>4</sub>  | 8.34   | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.00  |
| 3.B.1.a – Tierras forestales que permanecen como tales           | CO <sub>2</sub>  | -4965.19   | 5.00                                    | 50.00                                     | 50.25                       | 294.00  |
| 3.B.1.b.i – Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales | CO <sub>2</sub>  | -31.49   | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.01  |
| 3.B.1.b.ii – Pastizales convertidos en tierras forestales        | CO <sub>2</sub>  | -517.89  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 3.29  |
| 3.B.1.b.iii – Humedales convertidos en tierras forestales        | CO <sub>2</sub>  | -3.92  | 120.00                                  | 50.00                                     | 130.00                      | 0.00  |
| 3.B.2.a – Tierras de cultivo que permanecen como tales           | CO <sub>2</sub>  | -235.93  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.68  |
| 3.B.2.b.i – Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo | CO <sub>2</sub>  | 437.18   | 30.00                                   | 50.00                                     | 58.31                       | 3.07  |
| 3.B.2.b.ii – Pastizales convertidas en tierras de cultivo        | CO <sub>2</sub>  | 32.26  | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.02  |
| 3.B.2.b.v – Otras tierras convertidas en tierras de cultivo      | CO <sub>2</sub>  | -0.01  | 100.00                                  | 50.00                                     | 111.80                      | 0.00  |
| 3.B.3.a – Pastizales que permanecen como tales                   | CO <sub>2</sub>  | -23.83   | 5.00                                    | 50.00                                     | 50.25                       | 0.01  |
| 3.B.3.b.i – Tierras forestales convertidas a pastizales          | CO <sub>2</sub>  | 3675.27  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 165.87  |
| 3.B.3.b.ii – Tierras de cultivo convertidas en pastizales        | CO <sub>2</sub>  | 0.99   | 25.00                                   | 50.00                                     | 55.90                       | 0.00  |
| 3.B.3.b.iii – Humedales convertidos en pastizales                | CO <sub>2</sub>  | -0.50  | 450.00                                  | 50.00                                     | 452.77                      | 0.00  |

| Categoría IPCC 2006  | Gas              | Emisiones o remociones del año base (Gg CO <sub>2</sub> equivalente) | Incertidumbre de datos de actividad (%) | Factor de emisión de la incertidumbre (%) | Incertidumbre combinada (%) | Contribución a la variación por categoría en el año T |
|--|------------------|--|---|---|-----------------------------|---|
| 3.B.3.b.v – Otras tierras convertidas en pastizales                                      | CO <sub>2</sub>  | -4.05  | 100.00                                  | 50.00                                     | 111.80                      | 0.00  |
| 3.B.5.b.i – Tierras forestales convertidas en asentamientos                              | CO <sub>2</sub>  | 203.43   | 55.00                                   | 50.00                                     | 74.33                       | 1.08  |
| 3.B.5.b.ii – Tierras de cultivo convertidas en asentamientos                             | CO <sub>2</sub>  | 2.65   | 60.00                                   | 50.00                                     | 78.10                       | 0.00  |
| 3.B.5.b.iii – Pastizales convertidos en asentamientos                                    | CO <sub>2</sub>  | 15.40  | 35.00                                   | 50.00                                     | 61.03                       | 0.00  |
| 3.C.1.a – Quemado de biomasa en tierras forestales                                       | CH <sub>4</sub>  | 57.48  | 10.00                                   | 30.00                                     | 31.62                       | 0.02  |
| 3.C.1.a - Quemado de biomasa en tierras forestales                                       | N <sub>2</sub> O | 24.96  | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.01  |
| 3.C.1.b - Quemado de biomasa en tierras de cultivo                                       | CH <sub>4</sub>  | 0.00   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.00  |
| 3.C.1.b - Quemado de biomasa en tierras de cultivo                                       | N <sub>2</sub> O | 0.00   | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.00  |
| 3.C.1.c - Quemado de biomasa en pastizales   | CH <sub>4</sub>  | 1.24   | 10.00                                   | 40.00                                     | 41.23                       | 0.00  |
| 3.C.1.c - Quemado de biomasa en pastizales   | N <sub>2</sub> O | 1.67   | 10.00                                   | 50.00                                     | 50.99                       | 0.00  |
| 3.C.2 - Encalado   | CO <sub>2</sub>  | 33.95  | 50.00                                   | 20.00                                     | 53.85                       | 0.02  |
| 3.C.3 – Aplicación de urea   | CO <sub>2</sub>  | 21.88  | 50.00                                   | 20.00                                     | 53.85                       | 0.01  |
| 3.C.4 – Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados                 | N <sub>2</sub> O | 687.99   | 50.00                                   | 100.00                                    | 111.80                      | 27.94   |
| 3.C.5 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados               | N <sub>2</sub> O | 220.69   | 50.00                                   | 100.00                                    | 111.80                      | 2.88  |
| 3.C.6 – Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol | N <sub>2</sub> O | 5.21   | 10.00                                   | 100.00                                    | 100.50                      | 0.00  |
| 3.C.7 – Cultivos de arroz  | CH <sub>4</sub>  | 266.52   | 10.00                                   | 75.00                                     | 75.66                       | 1.92  |
| 3.D.1 – Productos de madera recolectada  | CO <sub>2</sub>  | -6.37  | 0.00                                    | 0.00                                      | 0.00                        | 0.00  |
| <b>4 - Waste</b>   |                  |  |   |   |                             |   |
| 4.A – Eliminación de desechos sólidos  | CH <sub>4</sub>  | 609.11   | 35.00                                   | 50.00                                     | 61.03                       | 6.53  |
| 4.D.1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domesticas                         | CH <sub>4</sub>  | 464.46   | 35.00                                   | 35.00                                     | 49.50                       | 2.50  |
| 4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domesticas                         | N <sub>2</sub> O | 57.32  | 35.00                                   | 20.00                                     | 40.31                       | 0.03  |
| <b>5.B - Otros (sirvase especificar)</b>   |                  |  |   |   |                             |   |
| <b>Total</b>   |                  | <b>14551.01</b>  |   |   |                             | <b>23.28</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 44.** ANEXO A Resultados del TINGEI 2013

| Categorías   | Emisiones (Gg)       |                 |                  |                    |
|--|----------------------|-----------------|------------------|--------------------|
|  | CO <sub>2</sub> neto | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> eq |
| <b>Total de Emisiones y Absorciones Nacionales</b>                           | <b>10178.18</b>      | <b>208.19</b>   | <b>4.28</b>      | <b>15876.08</b>    |
| 1 - Energía  | 8550.47              | 3.59            | 0.27             | 8708.70            |
| 1.A - Actividades de quema de combustible                                    | 8550.47              | 3.59            | 0.27             | 8708.70            |
| 1.A.1 - Industria de la energía  | 1728.57              | 0.07            | 0.01             | 1734.21            |
| 1.A.2 - Industria manufactureras y de la construcción                        | 2429.58              | 0.21            | 0.03             | 2443.53            |
| 1.A.3 - Transporte   | 3904.34              | 1.12            | 0.19             | 3987.51            |
| 1.A.4 - Otros sectores   | 487.99               | 2.19            | 0.03             | 543.46             |
| 2 - Procesos Industriales y Uso de Productos                                 | 790.90               | 0.00            | 0.00             | 790.90             |
| 2.A - Industria de los minerales   | 790.90               | 0.00            | 0.00             | 790.90             |
| 2.A.1 - Producción de cemento  | 790.90               |                 |                  | 790.90             |
| 2.A.5 - Otros  | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 3 - Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra                      | 836.81               | 153.47          | 3.83             | 5245.57            |
| 3.A - Ganado   | 0.00                 | 119.99          | 0.79             | 2765.05            |
| 3.A.1 - Fermentación entérica  |                      | 115.88          |                  | 2433.56            |
| 3.A.2 - Gestión de estiércol   |                      | 4.10            | 0.79             | 331.48             |
| 3.B - Tierra   | 787.34               | 0.00            | 0.00             | 787.34             |
| 3.B.1 - Tierras forestales   | -3186.92             |                 |                  | -3186.92           |
| 3.B.2 - Tierras de cultivo   | 71.47                |                 |                  | 71.47              |
| 3.B.3 - Pastizales   | 3647.91              |                 |                  | 3647.91            |
| 3.B.4 - Humedales  | 0.00                 |                 | 0.00             | 0.00               |
| 3.B.5 - Asentamientos  | 221.48               |                 |                  | 221.48             |
| 3.B.6 - Otras tierras  | 33.40                |                 |                  | 33.40              |
| 3.C - Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> en la tierra | 55.83                | 15.49           | 3.03             | 1321.58            |
| 3.C.1 - Quemado de biomasa   |                      | 2.80            | 0.09             | 85.35              |
| 3.C.2 - Encalado   | 33.95                |                 |                  | 33.95              |
| 3.C.3 - Aplicación de urea   | 21.88                |                 |                  | 21.88              |
| 3.C.4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados     |                      |                 | 2.22             | 687.99             |

| Categorías   | Emisiones (Gg)       |                 |                  |                    |
|--|----------------------|-----------------|------------------|--------------------|
|  | CO <sub>2</sub> neto | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> eq |
| 3.C.5 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados                     |                      |                 | 0.71             | 220.69             |
| 3.C.6 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol       |                      |                 | 0.02             | 5.21               |
| 3.C.7 - Cultivos de arroz  |                      | 12.69           |                  | 266.52             |
| 3.C.8 -Otros (sirvase a especificar)   |                      | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 3.D - Otros  | -6.37                | 0.00            | 0.00             | -6.37              |
| 3.D.1 - Productos de madera recolectada  | -6.37                |                 |                  | -6.37              |
| 3.D.2 - -Otros (sirvase a especificar)   | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 4 -Desechos  | 0.00                 | 51.12           | 0.18             | 1130.90            |
| 4.A - Eliminación de desechos sólidos  | 0.00                 | 29.01           | 0.00             | 609.11             |
| 4.B - Tratamiento biológico de los desechos sólidos  | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 4.C - Incineración e incineración abierta de desechos  | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 4.D -Tratamiento y eliminación de aguas residuales   | 0.00                 | 22.12           | 0.18             | 521.79             |
| 4.E - -Otros (sirvase a especificar)   | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| 5 - Otros  | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| Elementos recordatorios  | 0.00                 | 0.00            | 0.00             | 0.00               |
| Tanques de combustible internacional   |                      |                 |                  | 0.00               |
| 1.A.3.a.i -Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)                       |                      |                 |                  | 0.00               |
| 1.A.3.d.i - Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional) | 1721.43              | 0.01            | 0.05             | 1736.61            |
| 1.A.5.c -Operaciones multilaterales  | 1721.43              | 0.01            | 0.05             | 1736.61            |

## REFERENCIAS

1. ANAM (2007). Presentación: Gestión de Desechos Sólidos en Panamá. Taller de Modelo de Emisiones en Relleno Sanitario para la Región de Centroamérica, San Salvador.
2. ANAM (2009). Plan Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Panamá 2008-2012.
3. ANAM (2011). Panamá: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. República de Panamá, 2011
4. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2012. Segunda comunicación nacional ante de Convención Marco de las Nacionales Unidas sobre el Cambio Climático. Gobierno de Panamá. Numero de referencia PAN / COM / 2E. 158 páginas. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pannc2.pdf>
5. Caribbean Regional Fund for Wastewater Management (CRewW), (2014). Evaluación de la Línea Base Gestión de Aguas Residuales Panamá.
6. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC). 2011. Mapa Centroamericano de cobertura y uso de la tierra: Cambios de cobertura y uso de la tierra 1980-1990-2000-2010. Informe técnico. CATHALAC / Programa Regional para la Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (PREVDA). 164 paginas.
7. Cherrington, E.A. 2014. Comparación de los mapas nacionales de cobertura boscosa de Panamá de 1992, 2000, 2008, y 2012. Informe técnico del proyecto 'Asistencia técnica para el mapeo de la cobertura boscosa de Panamá, estimación de tasas de deforestación y proyección de cobertura boscosa del 2014 al 2035.' Panamá, República de Panamá. 30 paginas.
8. CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.
9. CMNUCC. (2011). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.
10. CMNUCC. (2006). Directrices actualizadas de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales, tras la incorporación prevista en la decisión 14/CP.11.
11. Contraloría General de la Republica. 2011. Informe metodológico del VII Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Panamá, República de Panamá. 151 paginas. <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P6611Informe%20Metodologico%20del%20Censo%20Agropecuario%202011.pdf>
12. Compendio Estadístico Energético. SNE <http://www.energia.gob.pa/Compendio-Estadistico-Energetico>
13. Defensoría del Pueblo de la República de Panamá (2007). Informe Especial sobre el Manejo de los Residuos Sólidos en Panamá. Panamá, República de Panamá.
14. Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., y K. Tanabe (Eds.). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry, and Other Land Use. Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC). Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan on behalf of the IPCC. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
15. FAO. (s.f.). Fertilizantes. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: [http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R\\*/S](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R*/S)
16. FAO. (s.f.). Población Vacuno. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/RF/S>
17. FAO. (s.f.). Producción de Cultivos. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>
18. GPG2000 Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
19. Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan on behalf of the IPCC. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

20. IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
21. IPCC. (2003). Guía de buenas prácticas para Uso de la tierra, cambios en el uso de tierras y silvicultura.
22. IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japón.
23. López, C. (2011). Emisiones de Metano Derivadas de los Desechos Sólidos Municipales en Cuba. Observatorio Medioambiental ISSN: 1139-1987 2011, vol. 14, 279-300.
24. Melgarejo, C., Corro, V., Ruiz Jaen, M., Calderon, A., y M. Sanchez de Stapf. 2015. Inventario nacional forestal y de carbono de Panamá: Resultados de la fase piloto 2013-2015. Ministerio de Ambiente / ONU-REDD. Panamá, Republica de Panamá. 44 paginas. <http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-forestal/inventario-forestal-y-de-carbono/14902-infoc-resultados-fase-piloto.html>
25. MINSA (2014). Monitoreo de los Avances del País en Agua y Saneamiento. Panamá, República de Panamá.
26. MUPA-BID (2015). Plan de Acción: Panamá Metropolitana, Sostenible, Humana y Global. Panamá, República de Panamá.
27. NACIONES UNIDAS. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
28. ONU-REDD Panamá. 2015a. Mapa de cobertura y uso de la tierra 2012: Informe Final. ONU-REDD / PNUMA. Panamá, República de Panamá. 89 paginas. <http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-forestal/sistema-satelital-monitoreo/14898-mapa-de-cobertura-boscosa-y-uso-de-la-tierrainforme-final.html>
29. ONU-REDD Panamá. 2015b. La superficie boscosa y la tasa de deforestación en Panamá: Insumos para establecer datos oficiales a ser utilizados en las estadísticas nacionales, y para informar a convenciones y procesos internacionales. ONU-REDD / PNUMA. Panamá, República de Panamá. 22 páginas. <http://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/panama-186/sistema-de-monitoreo-forestal/sistema-satelital-monitoreo/14899-superficie-boscosa-y-tasa-de-deforestacion-en-panama.html>
30. PNUD. (2005). Managing the National Greenhouse Gas Inventory Process. Obtenido de <http://www.undp.org/cc>
31. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (SCN) de El Salvador (2010). Informe Descriptivo: Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero El Salvador 2005. Documento en línea, disponible en: <https://www.scribd.com/doc/313839782/Inventario-de-Gases-de-Efecto-Invernadero-2005-Informe-Narrativo>
32. SPIRIT, INC. 2016. IPCC inventory software: User manual versión 2.18. SPIRIT, INC. / IPCC Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Bratislava, Slovak Republic. 66 páginas. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/files/IPCCInventorySoftwareUserManualV2\\_17.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/files/IPCCInventorySoftwareUserManualV2_17.pdf)
33. Suárez Donoso, L. 2009. Inventario del segundo inventario nacional de gases de efecto invernadero de la república de Panamá – Inventario año 2000. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) / Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Panamá, Panamá. 139 páginas.
34. Vallester, E. (2010). Gestión de Residuos Sólidos: impacto sobre los Ecosistemas Hídricos y Áreas Costeras (versión en línea). Revisado el 20 de octubre de 2016, disponible en: <http://www.pnuma.org/aguamiac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/PRESENTACIONES/PONENTES/Tema%20%20%20Armonizacion/Gestion%20de%20residuos%20solidos%0-%20Erick%20Vallester/DESECHOS%20SOLIDOS%20PANAMA.pdf>





Albrook, edificio 804, Ciudad de Panamá.  
[www.miambiente.gob.pa](http://www.miambiente.gob.pa)  
Teléfono (507) 500-0855



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE  
**PANAMÁ**