

Desarrollo de procedimientos y metodologías para la recopilación y gestión de datos para el sector energético, y su integración en la estructura de MRV existente en el país.

Entregable 5: Recálculo de emisiones evitadas de la contribución de mitigación contenida en el NDC para las FRE

Contribución Nacionalmente Determinada Actualizada de la República de Cuba, 2020.

El presente documento se elabora en el marco del Proyecto ICAT-Cuba.

La Habana, marzo 2022

Initiative for Climate Action Transparency – ICAT

Deliverable 5A: Desarrollo de procedimientos y metodologías para la recopilación y gestión de datos para el sector energético, y su integración en la estructura de MRV existente en el país.

Deliverable #5A

Author: Cubanenergía

March 2022

DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/ or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases, the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

PREPARED UNDER

Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) project supported by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety, the Children's Investment Fund Foundation (CIFF), the Italian Ministry for Ecological Transition, and Climate Works

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS)

Introducción

La contribución de mitigación contenida en la CND actualizada, en el caso de las FRE proyecta para el período hasta el 2030 un 24% de la generación eléctrica en base a FRE (14% en bioeléctricas y 10% entre eólicas, fotovoltaica e hidroeléctricas).

Para el seguimiento de la implementación de la contribución, en el marco del proyecto ICAT-Cuba, se ha establecido la línea base para este sector, se ha diseñado una metodología para la recopilación, procesamiento y reporte de los datos (sistema MRV) y se ha elaborado una hoja de ruta para la implementación del sistema de seguimiento hasta su reporte en el Primer Informe Bienal de Transparencia a comunicar en el 2024.

Este informe se dedica al recálculo de las emisiones evitadas al implementar la contribución en el sector de generación eléctrica con FRE hasta el año 2030, como está planificado en la CND del país, o sea corresponde al Entregable 5: ***Informe sobre líneas de base y recálculo de emisiones evitadas de contribuciones de mitigación contenidas en el NDC en el sector energético***, y en específico a la contribución de generación en base a FRE.

Emisiones evitadas por las fuentes renovables de energía en la generación eléctrica previstas en la NDC

Este reporte comprende el periodo 2014-2030 en el que se propone la incorporación de 2144 MW con fuentes renovables de energía (FRE) en la generación eléctrica para lograr en el 2030 que el 24% de la generación eléctrica proyectada sea con FRE (14% en bioeléctricas y 10% entre eólicas, fotovoltaica e hidroeléctricas).

En las figuras 1 y 2 se muestra la estructura de la capacidad instalada y la generación eléctrica en el 2014 donde se aprecia que, aunque las FRE representaron el 8.9% de la capacidad instalada, solo generaron el 4.1% de la electricidad ese año por su relativamente bajo factor de utilización, excepto la hidroeléctrica, pero en el caso de Cuba es de regulación anual ya que abastece de agua a población aguas abajo¹.

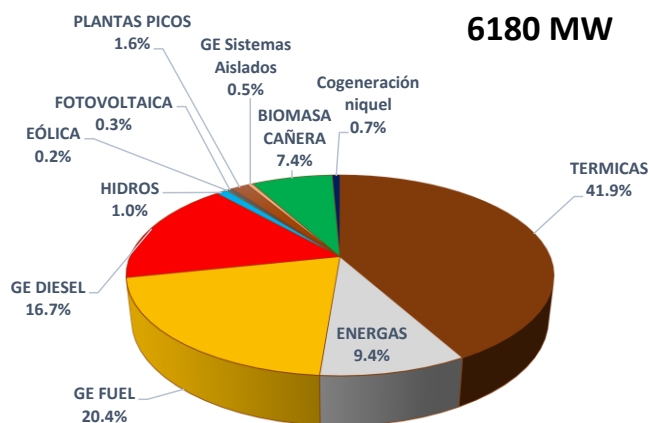


Figura 1. Distribución de la capacidad instalada por tecnologías en 2014

Predomina la generación eléctrica en las plantas térmicas, los grupos electrógenos (motores diesel) con fuel oil y las turbinas de gas y ciclos combinados de Energás. En el 2030 la generación eléctrica bruta total se estima sea 1.5 veces mayor, pero la generación con FRE crecerá en 8.4 veces. Las FRE generarían en el 2030 el 26% de la electricidad bruta del país.

¹ Fuente: Anuario Estadístico de Cuba 2015, Edición 2016

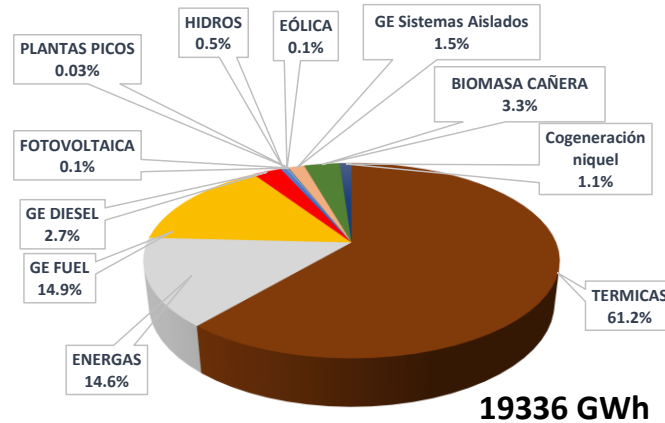


Figura 2. Estructura de la generación eléctrica por tecnologías en 2014

Tanto la introducción de nuevas capacidades de potencia, como la generación eléctrica por tecnologías para el período 2014-2020 se ha tomado de dos fuentes: para el período 2014-2020 sobre los datos reportados por la ONEI y en el período 2020-2030 en base a proyecciones elaboradas por criterios de expertos del sector.

En la Tabla 1 se muestra la proyección de la generación eléctrica por tecnologías para el período 2014-2030.

Tabla 1. Generación eléctrica por tecnologías para el periodo 2014-2030

Indicador	UM	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Generación Total	GWh	19366.1	20288.0	20458.6	20558.1	20837.0	20705.6	20472.5	22423.6	22934.1	23654.4	24489.0	25403.5	26258.1	27050.0	27861.1	28745.2	29593.0
Térmica	GWh	11738.3	11942.7	12218.0	11446.1	11465.6	12664.8	11806.8	12623.2	12271.4	12422.2	13685.3	15534.1	16238.8	15854.6	15406.4	15516.3	14814.6
Motores Fuel SEN	GWh	3062.2	3644.1	3360.0	3579.9	3500.6	2968.4	2915.6	3579.3	3406.8	3284.2	3524.6	3029.4	2809.4	3044.5	3236.3	3311.9	1434.5
Motores diesel SEN	GWh	514.5	632.9	823.5	1649.4	2135.7	1373.1	1176.1	1761.1	2484.6	2589.3	2849.7	1100.1	212.1	404.2	796.3	888.4	300.0
Otros (Sistemas Aislados)	GWh	283.1	317.1	327.9	332.7	340.6	353.0	222.1	555.6	587.6	635.6	662.3	702.3	730.3	767.6	795.6	830.3	857.0
ENERGAS	GWh	2794.0	2950.0	2924.6	2801.6	2637.2	2449.8	2015.0	2049.9	1973.6	1839.5	1788.7	1801.2	1893.6	2092.0	2205.2	2392.5	2638.4
Cogeneración Níquel	GWh	210.0	195.3	263.0	340.7	319.0	322.9	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3	351.3
Generación móvil	GWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	449.4	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6	1401.6
Generación Total Fuente Fósil	GWh	18392.1	19486.8	19654.0	19809.7	20079.7	19809.1	18135.6	20569.1	20724.0	20770.9	22510.6	22167.2	21884.3	22162.8	22439.9	22939.3	20044.5
Hidro	GWh	104.1	48.3	64.2	83.0	145.5	124.5	111.9	75.5	83.5	91.5	99.5	107.5	153.5	161.5	169.5	177.5	177.6
Eólica	GWh	19.2	21.1	20.8	20.4	16.6	10.8	14.2	60.8	197.3	288.8	401.3	738.8	1167.8	1517.3	1764.8	1854.8	1922.3
Solar Fotovoltaica	GWh	4.9	28.9	40.0	60.9	152.0	239.7	246.6	316.5	466.5	616.5	794.6	1034.3	1162.5	1162.5	1162.5	1162.5	1162.5
Bioeléctricas Azcuba	GWh	636.5	702.7	686.3	622.2	444.0	519.0	546.9	433.1	632.2	1056.2	1036.2	1708.9	2243.2	2399.0	2677.6	2964.3	3135.4
Generación Total FRE	GWh	764.6	801.0	811.3	786.5	758.1	894.0	919.6	886.0	1379.5	2053.0	2331.6	3589.5	4727.0	5240.4	5774.5	6159.1	7883.4

Para estimar las emisiones evitadas de CO₂ por la introducción de estas tecnologías se utiliza el factor de emisión de la red eléctrica.

La metodología que se establece para el cálculo del factor de emisión de la red eléctrica se basa en las expresiones siguientes:

$$Emisiones\ CO_2\ comb = Consumo_{comb} \times VCN_{comb} \times FECO_2\ comb \quad (1)$$

$$FE_{red} = \sum_{comb} (Emisiones CO_2_{comb}) / Gen_{total} \quad (2)$$

Donde:

$Emisiones CO_2_{comb}$ es la cantidad de CO_2 emitida a la atmósfera durante la quema de cada tipo de combustible en la generación de electricidad, (ton)

$Consumo_{comb}$ es la cantidad total de combustible de cada tipo que se consume tanto en la generación como para el arranque, (ton)

VCN_{comb} es el valor calórico neto de cada tipo de combustible, (Gj/ton)

$FECO_2_{comb}$ es el factor de emisión de CO_2 correspondiente a cada tipo de combustible (t CO_2 /Gj)

Gen_{total} es la generación bruta total del sistema eléctrico en el año para el cual se hace el estimado, (MWh)

FE_{red} es el factor de emisiones de CO_2 que caracteriza la generación eléctrica de todo el sistema, (t CO_2 /MWh)

Los factores de emisión por tipo de combustible y los valores calóricos netos son tomados por defecto de los que establece el IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Tabla 2)².

Las emisiones de CO_2 evitadas por la generación empleando energías renovables se calcula según la siguiente ecuación:

$$Emisiones CO_2_{evitada} = FE_{red} \times Gen_{ren} \quad (3)$$

Donde:

FE_{red} es el factor de emisión de la red

Gen_{ren} generación bruta de las plantas que emplean energías renovables

Para calcular las emisiones se utilizan los siguientes factores del IPCC para los combustibles:

Tabla 2. Factores IPCC

Combustible	FE CO_2 comb. (t CO_2 /GJ)	Valor Calórico (GJ/t)
Crudo	0.0733	42.3
Fuel	0.0774	40.4
Diesel	0.0741	43
Gas	0.0561	48

² IPCC, 2006. Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Las emisiones totales se calculan por la ecuación 1 y aparecen en la tabla 3. Las mismas se incrementan en igual proporción que el consumo de crudo y se reducen en los casos del fuel oil y el diesel. Sin embargo, las emisiones totales de CO₂ se incrementan en 5% en el 2030 respecto al 2014.

Tabla 3. Emisiones totales

			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Térmica	Crudo	Mt	8298.1	7972.5	8651.9	7333.5	7341.3	8806.6	8040.4	7030.9	7414.4	8497.2	9625.7	11058.4	11975.5	11853.8	11854.1	11852.2	11476.6
	Fuel	Mt	1893.7	2111.0	1708.6	2498.4	2488.1	1884.0	2267.4	3878.7	3159.8	2133.2	1941.0	1773.6	1358.6	1185.1	820.5	911.6	700.6
Motores Fuel SEN	Fuel	Mt	2023.1	2447.5	2227.0	2197.3	1903.7	1609.8	1743.6	2150.4	2035.6	1954.4	2114.5	1784.6	1638.9	1795.4	1923.1	1973.6	721.1
Motores diesel SEN	Diesel	Mt	472.2	559.5	723.6	1421.5	2088.0	1426.5	999.5	1418.2	1930.9	2012.8	2200.0	980.6	363.1	504.3	784.1	854.7	447.0
Gas	Gas	Mt	1534.4	1568.3	1545.7	1456.3	1356.4	1294.7	1251.9	1194.0	1149.6	1071.5	1041.8	1049.1	1103.0	1218.5	1284.5	1393.5	1536.8
CO₂ emitido TOTAL (Mt)		Mt	14221.5	14658.8	14856.8	14907.1	15177.4	15021.6	14302.8	15672.1	15690.3	15669.0	16923.0	16646.3	16439.1	16557.1	16666.2	16985.7	14882.1

El comportamiento del factor de emisión de la red eléctrica se calcula por la ecuación 2 considerando la generación bruta total del país y se muestran en la tabla 4, el cual se reduce en el 2030 en 31.5% respecto al 2014.

Tabla 4. Factor de emisión de la red eléctrica

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
t CO ₂ /MWh	0.734	0.723	0.726	0.725	0.728	0.725	0.699	0.699	0.684	0.662	0.691	0.655	0.626	0.612	0.598	0.591	0.503

Las emisiones evitas por las FRE se calculan por la ecuación 3. En la Figura 3 se muestran los resultados de los cálculos de las emisiones evitadas por años para el período 2014-2030, considerando la generación de energía en base a las tecnologías FRE en correspondencia con la proyección mostrada en la Tabla 1.



Figura 3. Emisiones evitadas por años para el período 2014-2030.

Fuente: Elaboración propia, considerando la generación de energía en base a las tecnologías FRE en correspondencia con la proyección mostrada en la Tabla 1

En la Tabla 5 se muestran los resultados de los cálculos de las emisiones acumuladas por años para el período 2014-2030, considerando la generación de energía en base a las tecnologías FRE en correspondencia con la proyección mostrada en la Tabla 1.

Como se observa de la tabla las emisiones se reducen en 8 veces del 2014 al 2030. El mayor peso corresponde a la biomasa que reduce en 4.7 veces las emisiones, aunque en términos porcentuales la mayor reducción lo hace la fotovoltaica en 228 veces y la eólica en 96 veces.

Tabla 5. Emisiones evitadas por las FRE en kt de CO₂ eq.

Emisiones CO ₂ evitadas kt	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Solar Fotovoltaica	3.78	21.74	30.24	45.83	114.87	181.77	194.48	241.15	353.19	465.07	597.38
Eólica	14.81	15.87	15.72	15.33	12.56	8.19	11.20	46.32	149.38	217.86	301.69
Hidro	80.46	36.33	48.53	62.49	109.97	94.41	88.25	57.55	63.25	69.05	74.83
Biomasa	492.17	528.60	518.78	468.21	335.60	393.57	431.32	330.00	478.65	796.74	778.97
Total	591.21	602.55	613.27	591.87	573.01	677.93	725.25	675.03	1,044.47	1,548.73	1,752.88
Acumuladas	591.21	1,193.76	1,807.03	2,398.90	2,971.92	3,649.85	4,375.10	5,050.13	6,094.60	7,643.33	9,396.21
Emisiones CO ₂ evitadas kt	2025	2026	2027	2028	2029	2030					
Solar Fotovoltaica	776.66	873.25	868.47	863.39	860.79	863.10					
Eólica	554.80	877.23	1,133.53	1,310.72	1,373.41	1,427.22					
Hidro	80.76	115.34	120.69	125.92	131.47	131.82					
Biomasa	1,283.32	1,685.04	1,792.23	1,988.69	2,194.94	2,327.91					
Total	2,695.54	3,550.85	3,914.91	4,288.74	4,560.61	4,750.06					
Acumuladas	12,091.74	15,642.60	19,557.51	23,846.25	28,406.86	33,156.92					

CONCLUSIONES

1. Se realizó el recalcu de las emisiones evitadas al implementarse la contribución de mitigación contenida en la NDC para el sector de generación eléctrica por FRE para el período 2014 - 2030.
2. El valor de las emisiones evitadas se incrementa de 592 kt en el año 2014 hasta 4.75 millones de tCO₂ en el año 2030.
3. El valor de emisiones evitadas (acumuladas en el período 2014-2030) calculadas por la metodología establecida asciende a 33.2 millones de tCO₂. Este valor es un 8.3% superior al valor estimado inicialmente en la CND.