

**INTEGRACIÓN DE FNCER, MOVILIDAD ELÉCTRICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA
REDUCCIÓN DE EMISIONES DEL SECTOR ENERGÉTICO EN COLOMBIA**

Autores:

Javier Eduardo Rodríguez, Angela Inés Cadena,
María Alejandra González y María Ximena Barrera

Agradecimientos a:

Javier José Gonzáles, Juan Felipe Velandia y Juan Daniel Amezquita

Presentado en:

Seminario de Bioeconomía y Energías Renovables en el Crecimiento Verde

Septiembre 26 de 2017

Cali, Colombia

Metas propuestas (10-20-30)

- 10% de reducción en el consumo de energía eléctrica de los sectores residencial, industrial y terciario a 2030 (con respecto a proyección de demanda alta de la UPME de junio, 2016).
- 10% de sustitución de combustibles fósiles consumidos por el sector transporte con electricidad, a 2030 (a partir de la proyección de demanda media de la UPME de marzo, 2015).
- 20% de participación de *renovables** en la generación eléctrica al año 2030.
- 20% de reducción en las emisiones GEI del sub-sector de generación eléctrica al año 2030 (con respecto a la proyección BAU de dicho sector).

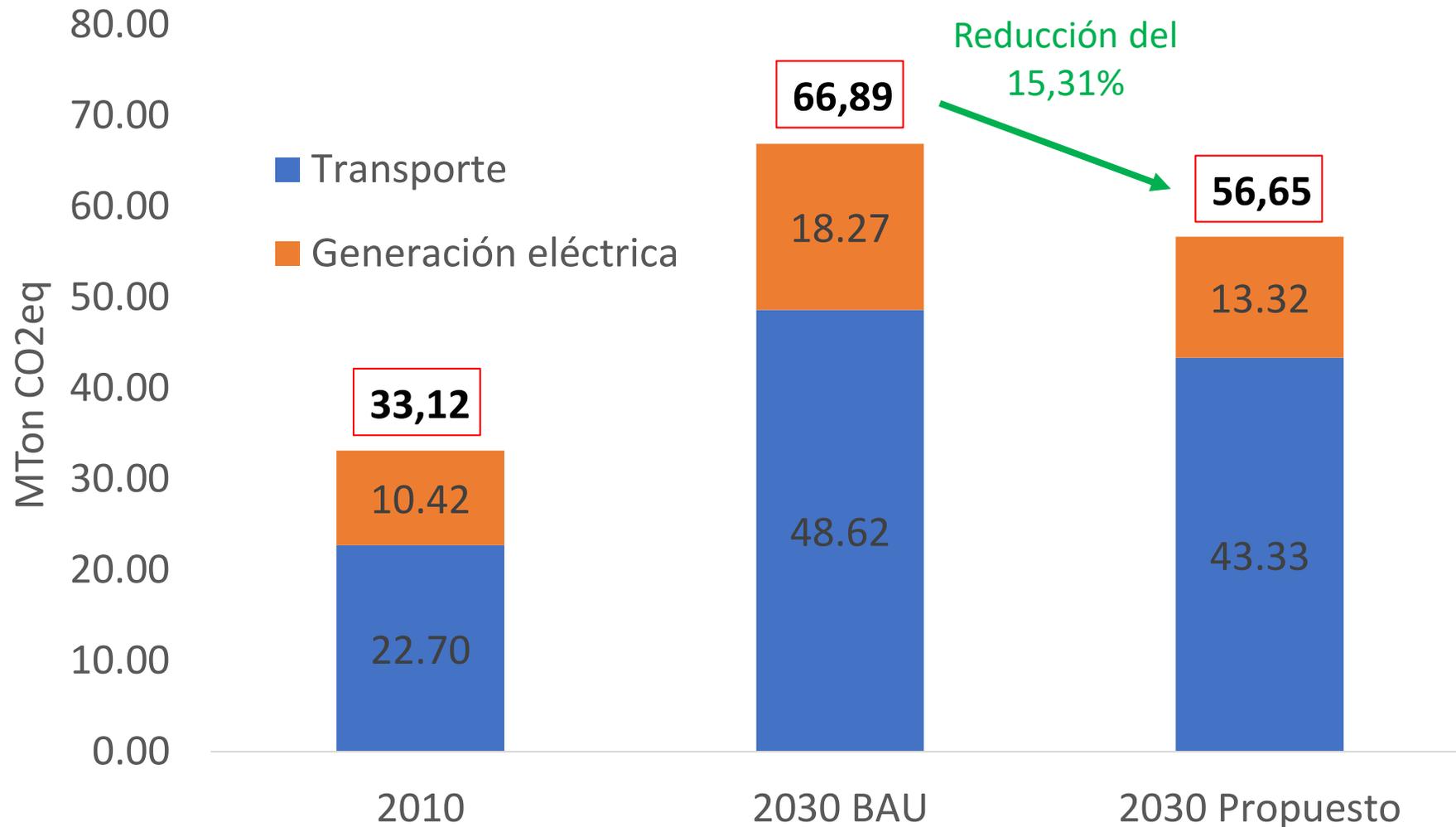
* Entendiendo por energía *renovable* toda la proveniente de FNCER y en el caso de la hidroenergía aquella procedente de plantas hidroeléctricas con capacidades menores a los 20 MW.

En materia de energías renovables

- Colombia carece de metas para lograr una determinada participación de FNCER en su matriz eléctrica o en su matriz energética.
- Metas indicativas de Resolución No. 180919 ya perdieron vigencia.
- Evolución de Planes de Expansión de Referencia en Generación y Transmisión (UPME)

PERGT	Ej. máxima capacidad eólica considerada en el escenario más ambicioso en materia de participación de FNCER
2014-2028	474 MW
2015-2029	1.174 MW
2016-2030	3.131 MW

Emisiones de los sectores transporte y generación eléctrica



Eficiencia energética

Metas indicativas de ahorro de energía eléctrica para el periodo 2017-2022 según lo establecido por el Plan de Acción Indicativo 2017 – 2022 del PROURE:

	Meta de ahorro de energía eléctrica (GWh)	Meta de ahorro de energía eléctrica (% respecto a consumo del escenario base)
Transporte	-487	-590,68%
Industria	8.292	7,09%
Terciario	21.400	18,92%
Residencial	13.260	10,01%
TOTAL	42.465	13,14%

Vehículos eléctricos

Consumo de EE en
Colombia por
penetración de vehículos
eléctricos a 2030

- *Universidad de los Andes (2016). Informe 5 – Informe Final: Fichas de las medidas - Upstream analytical work to support development of policy options for mid- and long-term mitigation objectives in Colombia.*
- *Unidad de Planeación Minero Energética (2015). Proyección de demanda de combustible en el sector transporte en Colombia.*
- *Johnson, T. (2014). Low Carbon Development for Colombia. The World Bank.*

2.105 GWh

2.291 GWh

10.335 GWh

Vehículos eléctricos

Flota	Vehículos totales @2013		Vehículos proyectados @2030	Vehículos eléctricos @2030			Consumo Diesel+Gasolina+GNV desplazado	Consumo aprox. de electricidad	Emisiones desplazadas
	#	Participación	#	% de la flota	#	% ventas @2030	TJ	GWh	(MTon CO2)
Automóviles	2.499.491	24,90%	4.328.310	14,0%	605.963	75,78%	15.038	1.392,39	1,44
Taxis	219.581	2,20%	332.136	20,0%	66.427	83,15%	8.426	780,23	0,52
Camperos	584.271	5,80%	1.011.768	5,0%	50.588	23,69%	1.600	148,19	0,11
Camionetas	808.443	8,10%	1.222.843	13,0%	158.970	72,90%	2.904	268,91	0,15
Motos	5.395.101	53,80%	13.911.452	20,0%	2.782.290	91,87%	18.010	1.667,60	1,21
Buses	6.598	0,70%	8.706	15,5%	1.349	NA	16.781	1.553,83	1,57
Busetas	36.034	0,40%	54.505	5,0%	2.725	27,53%	1.896	175,58	0,14
Microbuses	77.669	0,80%	89.279	5,0%	4.464	22,09%	2.061	190,85	0,14
Camiones	280.802	2,80%	370.512	0,0%	0	0,00%	0	0,00	0,00
Tractocamión	56.735	0,60%	85.817	0,0%	0	0,00%	0	0,00	0,00
Total	10.024.107	100%	21.415.327	17,2%	3.672.778	81,73%	66.718	6.177,57	5,29

Desplazamiento de combustibles fósiles sobre línea base de transporte carretero:	-10,01%
Participación vehículos eléctricos en flota total:	17,15%
Participación vehículos eléctricos (excluyendo motos) en flota de 4 o más ruedas:	11,87%

Escenarios expansión del SIN

	Esc. 7 PERGT 2014-2028 (BAU)	Esc. 14 PERGT 2014-2028 (iNDC)	Esc. 12 PERGT 2015-2029	Esc. 2.1 y 4.1 PERGT 2016-2030	Esc. 10-20-30 A Eólica-Solar	Esc. 10-20-30 B Biomasa- Geotermia	Esc. 10-20-30 Más Probable
Tipo de planta	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)	Capacidad (MW)
Mayores de 20MW	19.914,1	20.282,5	21.309,6	22.051,6	21.879,0	20.778,2	21.236,0
<i>Hidro</i>	13.436,1	13.586,0	13.637,9	13.517,1	13.517,0	13.517,0	13.517,0
<i>Gas</i>	3.841,0	4.141,0	3.809,2	3.656,0	3.565,0	3.565,0	3.565,0
<i>Carbón</i>	2.075,0	1.575,0	2.311,0	1.594,0	1.594,0	1.594,0	1.594,0
<i>Eólica</i>	474,0	474,0	1.174,0	3.131,0	2.800,0	1.450,0	1.900,0
<i>Solar</i>	0,0	143,5	239,2	65,2	378,0	122,2	472,0
<i>Geotérmica</i>	0,0	275,0	50,0	0,0	0,0	450,0	188,0
<i>Biomasa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	80,0	0,0
<i>Otros fósiles</i>	88,0	88,0	88,3	88,3	0,0	0,0	0,0
Menores de 20 MW	1.487,8	1.338,5	1.866,2	1.940,7	2.719,5	2.263,5	2.964,9
<i>Hidro</i>					1.200,0	1.200,0	1.200,0
<i>Eólica</i>					18,4	18,4	18,4
<i>Solar</i>	1.421,0	1.023,7	1.504,0	1.538,6	1.000,0	64,1	1.000,0
<i>Biogás</i>					13,0	183,2	99,5
<i>Gas y Carbón</i>					150,0	150,0	150,0
<i>Cogeneración Biomasa</i>					328,1	637,8	487,0
<i>Cogeneración Fósil</i>	66,8	314,8	362,2	402,1	10,0	10,0	10,0
TOTAL	21.401,9	21.621,0	23.175,8	23.992,3	24.598,5	23.041,7	24.200,9
Resultados							
Participación <i>renovables</i> en generación @2030 (%):	8,86%	10,68%	13,21%	20,02%	20,28%	20,02%	19,78%
Participación <i>renovables</i> variables en generación @2030 (%):	2,00%	2,20%	4,69%	11,40%	12,13%	5,62%	9,01%
Participación <i>renovables</i> en capacidad instalada @2030 (%):	8,01%	9,37%	13,11%	20,16%	23,43%	18,25%	22,17%
Reducción en emisiones respecto a BAU @2030 (%):	0,00%	-27,80%	20,70%	-16,99%	-27,78%	-26,71%	-27,85%
Factor Emisiones SIN @2030 (Ton CO _{2eq} /MWh):	0,1776	0,1281	0,1982	0,1382	0,1234	0,1252	0,1204

Detalle escenario más probable

ESCENARIO 10-20-30 MAS PROBABLE						
Tipo de planta	Capacidad (MW)	Generación potencial (GWh/año)	Costo expansión (USD)	Supuesto de energía despachada @2030 (GWh/año)	Emisiones @2030 (Ton CO _{2eq} /año)	Reducción emisiones @2030 respecto a BAU (Ton CO _{2eq} /año)
Mayores de 20MW	21.236,0	104.520	11.330.827.000	92.372	11.608.732	-4.814.091
<i>Hidro</i>	13.517,0	62.994	5.133.884.000	62.994	0	0
<i>Gas</i>	3.565,0	22.057	91.798.000	15.983	7.529.608	-1.724.174
<i>Carbón</i>	1.594,0	10.001	380.805.000	3.926	4.079.124	-3.089.916
<i>Eólica</i>	1.900,0	7.242	3.480.800.000	7.242	0	0
<i>Solar</i>	472,0	827	1.274.400.000	827	0	0
<i>Geotérmica</i>	188,0	1.400	969.140.000	1.400	0	0
<i>Biomasa</i>	0,0	0	0	0	0	0
<i>Otros Fósiles</i>	0,0	0	0	0	0	0
Menores de 20MW	2.964,9	12.513	4.872.048.010	12.513	1.014.500	-131.569
<i>Hidro</i>	1.200,0	6.307	1.349.955.210	6.307	0	-153.453
<i>Eólica</i>	18,4	70	0	70	0	0
<i>Solar</i>	1.000,0	1.314	2.700.000.000	1.314	0	0
<i>Biogás</i>	99,5	567	348.250.000	567	0	0
<i>Gas y Carbón</i>	150,0	1.181	18.150.000	1.181	948.321	0
<i>Cogeneración Biomasa</i>	487,0	3.016	454.732.800	3.016	0	21.884
<i>Cogeneración Fósil</i>	10,0	58	960.000	58	66.180	0
TOTAL	24.200,9	117.033	16.202.875.010	104.885	12.623.232	-4.945.660
Participación <i>renovables</i> en generación @2030:		19,78%	Reducción en emisiones respecto a BAU @2030:			-27,85%
Participación <i>renovables</i> variables en generación @2030:		9,01%	Costo de solo la expansión en <i>renovables</i> (USD):			\$6.119.957.536
Participación <i>renovables</i> en capacidad instalada @2030:		22,17%	Factor Emisiones SIN @2030 (Ton CO _{2eq} /MWh):			0,1204

Caso de las ZNI

	Tipo de Municipio			
	1	2	3	Totales
No. de localidades	3	6	35	44
Capacidades a instalar (kW)				
Diésel	600	900	900	38.700
Solar	500	500	1.000	39.500
Biomasa	300	300	600	23.700
Total	1.400	1.700	2.500	101.900
Fracción renovable	57,14%	47,06%	64,00%	62,02%

El escenario de referencia (BAU) plantea un consumo de energía eléctrica igual a 650 GWh/año @2030 (comparado con un consumo de 315 GWh/año @2010), de los cuales 152 GWh/año serían entonces generados partir de fuentes renovables (fracción de solar FV y biomasa) que corresponderían con un 23,42% de la generación anual, evitando 110.972 Ton CO_{2eq} de las 510.000 Ton proyectadas en el escenario base

Reducciones GEI a ser logradas en el año 2030

- Por la reducción de 10,01% en el consumo de combustibles fósiles en el sector transporte, gracias al logro de una participación del 17,15% de vehículos eléctricos en la flota de transporte carretero: **5.289.607 Ton CO_{2eq}**
- Por el logro de una participación del 19,78% de energías renovables en la generación eléctrica y el 10% de reducción en la demanda eléctrica proyectada para los sectores residencial, industrial y terciario: **4.945.660 Ton CO_{2eq}**
- Por la instalación de 39,5 MW de capacidad solar y 23,7 MW de capacidad para aprovechamiento de biomasa como parte de sistemas híbridos de generación eléctrica en las ZNI (generando el 23,42% de su demanda eléctrica): **110.972 Ton CO_{2eq}**

REDUCCIONES GEI TOTALES: 10.346.239 Ton CO_{2eq}

Cómo materializar esta propuesta

- Esquema de subastas y contratos bilaterales
- Cargo por Confiabilidad estacional
- Complementariedad en portafolios de agentes generadores
- Esquema de cargos nodales
- Mercado Intradía
- Desarrollo de flexibilidad operacional del SIN para acoger fuentes variables
- Desarrollo de pronósticos solar y de viento
- Nuevos modelos de negocio para generación distribuida
- Esquema entrega de excedentes (ej. medición o facturación neta)
- Apoyo del Gobierno Nacional para mitigar riesgos en el desarrollo de la Geotermia
- Desarrollo técnico y tecnológico para aprovechamiento de la biomasa
- Apoyo de autoridades a procesos de Licenciamiento Ambiental y Consulta Previa

Cómo materializar esta propuesta

- Fijación de un objetivo y unas metas determinadas
- Preparación de una Hoja de Ruta para el logro de lo anterior
- Trabajo coordinado en equipo por parte de los diferentes actores: Gobierno, Sector Privado y Academia, ONGs y sociedad civil

GRACIAS

Javier Eduardo Rodríguez

javier.rodriguez@uniandes.edu.co

Ángela Cadena

acadena@uniandes.edu.co

María Alejandra González

magonzalez@wwf.org.co

María Ximena Barrera

xbarrera@wwf.org.co