

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS CONTRIBUCIONES NACIONALMENTE DETERMINADAS PRESENTADAS POR EL GOBIERNO DE CUBA A LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Somoza, J.; Betancourt, Y.; y Zuñiga, J. F.

Resumen:

En los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución” aprobados el 18 de abril de 2011, se plantean la actualización del modelo económico y social para consolidar una sociedad socialista próspera y sostenible; que con relación a la mitigación, la prioridad de las acciones, el gobierno ha desarrollado y financiado sistemáticamente acciones de mitigación asociadas al ahorro, el empleo de fuentes renovables de energías, la eficiencia energética y la reforestación, fundamentalmente. Dado que el Acuerdo de París (CoP 21) está en negociación, las contribuciones del Gobierno Cubano representan, sobre todo, un aporte al debate previo que hoy está ocurriendo. En consecuencia, una vez concluyan las negociaciones en París y en dependencia de los resultados que allí se alcancen, en particular respecto a los medios de implementación, el Gobierno reconsiderará la información a someter a esta Convención. El propósito del artículo es el de cuantificar preliminarmente, utilizando una herramienta simple (Screening y el software LEAP, ambos del Stockholm Environment Institute y la IEE/FB), los costos, ahorros energéticos, las emisiones evitadas y sus costos, por la implementación de tales acciones¹. Los resultados de las CND (solo las 7 que están públicamente disponible)² arrojan que para el 2030 se habrán mitigado unas 41 millones de t CO₂eq, a un costo promedio (beneficios) de -18.6 US\$/t CO₂eq evitada.

¹ El Screening consiste en una planilla montada en un fichero Excel y es una herramienta de análisis denominada “GACMO” desarrollada por el PNUMA y el **Stockholm Environment Institute (SIE)**.

² Las CND cuantificadas son: Sustitución de luminarias LED en los hogares y en el alumbrado público; cocinas de inducción; generación con fuentes renovables de energía, solar FV, eólica, hidráulica y con CTE bagaceras.

Introducción

En los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución” aprobados el 18 de abril de 2011, se plantean la actualización del modelo económico y social para consolidar una sociedad socialista próspera y sostenible; que con relación a la mitigación, no obstante la contribución mínima del País a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), y la prioridad de las acciones, el gobierno ha desarrollado y financiado sistemáticamente acciones de mitigación asociadas al ahorro, el empleo de fuentes renovables de energías, la eficiencia energética y la reforestación, fundamentalmente (Lineamientos, 2011).

El Gobierno Cubano percibe las contribuciones nacionalmente determinadas como un proceso en curso, que se inició con la Convención en 1992, y continúa hoy bajo los principios y mandatos de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en particular las obligaciones diferenciadas que estipula el Artículo 4 de este instrumento legal. Dado que el Acuerdo de París está en negociación, las contribuciones del Gobierno Cubano representan, sobre todo, un aporte al debate previo que hoy está ocurriendo. En consecuencia, una vez concluyan las negociaciones en París y en dependencia de los resultados que allí se alcancen, en particular respecto a los medios de implementación, el Gobierno reconsiderará la información a someter a la Convención (AMA, 2018).

Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas en Mitigación por el Gobierno Cubano

1. Tecnologías basadas en la utilización de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) en sustitución de combustibles fósiles: Teniendo como base el potencial de FRE disponible en el país, se prevé la instalación de 2 144 MW de potencia conectada a la red eléctrica nacional, que incluye la construcción de:
 - 19 bioeléctricas anexas a los centrales azucareros con 755 MW a partir de la biomasa cañera y forestal (35% de la potencia comentada).
 - 13 parques eólicos con 633 MW (29%).
 - 700 MW Fotovoltaicos (18%) y;
 - 56 MW en pequeñas centrales hidroeléctricas (2.6%).
2. Otras acciones de sustitución y ahorro de energía
 - La instalación de 200 mil m² de calentadores solares en los sectores residencial e industrial.
 - La instalación de bombas solares en la agricultura.
 - El aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de biogás y la obtención de bioabonos que remplazan fertilizantes químicos. Especial atención para los residuos de la producción animal, la industria y los sólidos urbanos.
 - La instalación de tecnología LED con la distribución de 13 millones de lámparas en el sector residencial y de 250 mil luminarias para el alumbrado público.

- La sustitución de 2 millones de cocinas eléctricas de resistencia por cocinas de inducción.

Tabla 1. Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas

Teniendo como base el potencial de FRE disponibles en el país, se prevé instalación de 2 144 MW conectada a la red nacional. Incluye la construcción de:		
Tecnología	Cantidad	Capacidad
Bioeléctricas anexas a los centrales azucareros	19 bioeléctricas	755 MW
Parques eólicos	13 parques	633 MW (hasta 786 MW)
Parques fotovoltaicos		700 MW (50 MW/año)
Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	74	56 MW
Tecnología	Sector	Cobertura
Calentadores	Residencial e industrial	200 mil m ²
Bombas solares	Agricultura	
Residuos orgánicos	producción de biogás y la obtención de bioabonos que reemplazan fertilizantes químicos	residuos de la producción animal, la industria y los sólidos urbanos
Lámparas LED	Residencial Alumbrado público	13 millones 250 mil
Cocinas de inducción	Sustitución por cocinas eléctricas	2 millones

Evaluación económica de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas por el Gobierno Cubano

Hasta el momento el Gobierno ha presentado a la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 4 acciones de mitigación en temas de introducción de la generación eléctrica con FRE, y 5 en el tema de sustitución y de ahorro de energía.

El propósito de este artículo es el de evaluar preliminarmente, utilizando una herramienta simple (Screening), los costos, ahorros energéticos, las emisiones evitadas y sus costos, por la implementación de tales acciones. Dicha planilla montada en un fichero Excel es una herramienta de análisis denominada "GACMO" desarrollada por el PNUMA y el **Stockholm Environment Institute (SIE)**.

Materiales y métodos

El Screening es una "herramienta matemática-financiera que permite el contraste entre opciones tecnológicas a partir del cálculo de la inversión de capital, los costos de operación y mantenimiento y los costos de los insumos de combustibles (energía); las emisiones estimadas de GEI y los costos de las emisiones de GEI

evitadas. Para esto Screening vincula a cada solapa, que identifican las opciones, a otras dos solapas (Hipótesis y Matriz de Evaluación). La primera (Hipótesis), contiene datos financieros como las tasas de retorno y precios de los diferentes portadores energéticos, y sus factores de emisión; los potenciales globales de calentamiento para expresar las emisiones en cantidades de CO₂-eq; y la matriz de línea base de generación eléctrica, esto es la participación de los insumos de energía en la producción de electricidad (Cuadro 1). La segunda solapa, Matriz de Evaluación, consiste en una matriz de análisis de cada opción de acuerdo a un conjunto de criterios previamente definidos por el analista, donde se incluyen tanto criterios cuantitativos (por ejemplo: el costo de las emisiones evitadas), como cualitativos (por ejemplo: factibilidad técnica, política, social, consistencia con objetivos medioambientales) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tasa de Descuento, factores de emisión, precios y otras equivalencias

Discount rate =	7%			
Emission factors (kg/GJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Price (USD/GJ)
Fuel oil	77.4	0.0020	0.0006	7.2
Diesel oil	74.1	0.0020	0.0006	16.9
Gasoline	69.3	0.0200	0.0006	18.6
Kerosene	71.9	0.0070	0.0006	8.0
Charcoal	80.0	0.0010	0.0006	2.5
Firewood (Unsustainably Grown)	110.0	0.0040	0.0001	1.0
Modern Biomass	-	0.0040	0.0001	2.0
LPG	63.1	0.0010	0.0006	14.0
Natural gas	56.9	0.0040	0.0001	8.0
Coal	94.6	0.0010	0.0014	1.0
Biogasolina	68.6	0.0170	0.0030	16.1
Electricity	78.1	0.0020	0.0006	25.0
Hydro/Renewables	-	-	-	-
Global warming potentials:				
1 Ton CH ₄ =	23 Ton CO ₂			
1 Ton N ₂ O =	296 Ton CO ₂			
Baseline Electric Mix	Percent			
Modern Biomass	0.04			
Hydro	0.00			
Oil	0.96			

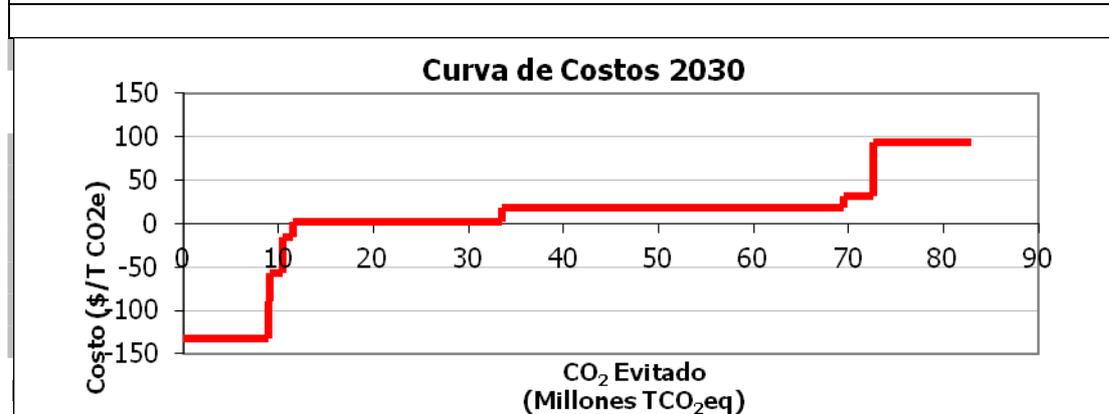
Evaluación Parcial de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND)

En 7 de las 10 CND propuestas por el Gobierno se logran reducir emisiones de GEI, en el orden de los 23 millones de t CO₂ eq. al año. No hay información disponible para 3 de las CDN, estas son: los 200 mil m² solares residenciales e industriales, las bombas solares, y la producción de biogas a partir del procesamiento de residuos urbanos.

Al 2030, un estimado "grosero" indica una reducción acumulada provenientes de estas 7 CND que estarían en el orden de las 230 millones de toneladas de t CO₂ eq, a un costo que estaría oscilando entre los -271 y -13.00 US\$ la tonelada evitada (recordar que costos

negativos se deben de entender como beneficios), estas opciones se conocen como “no rejet”, o no renunciables a ejecutar (ademas de evitar emisiones, teoricamente, se obtienen beneficios adicionales).

Nombre de la Opción	Potencial de la Opción	Mitigación Acumulada	Costo del CO2 Evitado	Eje X	Eje Y
	Millones t CO ₂ eq	Millones t CO ₂ eq			
Escenario de Referencia	-	-	-	-	-
Cocinas de Inducción por de resistencia	0.96	1	-\$271.0	-1.0	18.6
Sustitución de ahorradores por lámparas LED en los hogares	16.38	17	-\$252.3	-16.4	0.0
Sustitución de lámparas de Sodio por LED en el alumbrado público	0.32	18	-\$252.3	-0.3	181.5
Hidroeléctrica	0.31	18	-\$70.9	-0.3	39.0
CTE Bagacera	1.59	20	-\$31.8	-1.6	4.8
Energía solar	1.48	21	-\$27.0	-1.5	14.0
Energía Eólica	1.66	23	-\$13.0	-1.7	13.0



En la tabla siguiente se presenta un ejemplo de análisis multicriterio quedarían un ranking de prioridad según criterios cuantitativos y cualitativos y donde puede identificarse la sustitución de alumbrado ahorrador por lámparas LED con un potencial de mitigación del orden de los 16 millones de tCO₂ eq., con un beneficio de 254 US\$ por cada tonelada evitada.

Ejemplos de Criterios	Ponderación	CTE Bagacera	Energía solar FV	Energía Eólica	Energía Hidráulica	Cocinas de Inducción	Lámparas LED Hogares	Lámparas LED Alumbrado Público	Valor Máximo	Valor Mínimo
Potencial de Mitigación (Millones Ton CO2eq)	30%	1.59	1.48	1.66	0.31	0.96	16.38	0.32	16.38	0.31
Normalización (valor preferido ALTO)		0.0	7.2	8.4	0.0	4.0	100.0	0.0		
Costos Totales Directos (Millones \$)	20%	-50.7	-39.8	-21.5	-22.3	-260.0	-4,134.0	-79.5	-21.5	-4,134.0
Normalización (valor preferido BAJO)		0.7	0.4	0.0	0.0	5.8	100.0	1.4		
Impacto económico (Generación de empleo ó disminución de importaciones)	10%	3	2	1	4	2	3	2	4	1
Normalización (valor preferido ALTO)		66.7	33.3	0.0	100.0	33.3	66.7	33.3		
Factibilidad Técnica, Política y Social	10%	4	5	5	3	4	2	2	5	2
Normalización (valor preferido ALTO)		66.7	100.0	100.0	33.3	66.7	0.0	0.0		
Reducción de Impactos ambientales locales	30%	3	1	1	3	3	1	2	3	1
Normalización (valor preferido ALTO)		100.0	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	50.0		
Clasificación general	100%	43.5	15.6	12.5	43.3	42.4	56.7	18.6		

Sustitución de cocinas eléctricas de resistencia por cocinas de Inducción

En el 2030, se reemplazarán cocinas eléctricas por cocinas de inducción en 2 millones de hogares. Las cocinas de inducción consumen anualmente 2.67 GJ por unidad año, y presentan una eficiencia del 95 %. El costo promedio de la cocina de inducción está en el orden de los 53 US\$. Por su parte, las cocinas eléctricas de resistencia, tienen una eficiencia del 90 %. La cocina eléctrica de resistencia cuesta unos 12 US\$, y consume unos 8 GJ por unidad año, con una vida útil de 8 años.

Cocinas de Inducción por de resistencia			
Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo de inversión unitario (\$/HH)	53	12	41
Vida útil (años)	15	8	
Inversión anualizada	5	2	3
Costo total de inversión	10,212,282	3,713,324	6,498,959
O&M anuales	-	-	-
Costo anual de combustibles	133,500,000	400,000,000	(266,500,000)
Costo Total Anual	143,712,282	403,713,324	(260,001,041)

Emisiones de GHGs (tons) 2030			
	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	478,871	1,434,819	955,948
N2O	5	14	9
CH4	6	17	11
Total CO2 equiv.	480,671	1,440,214	959,543
Ton CO2 evitada/unidad			0.48
\$/Ton CO2 eq			\$(270.96)

Opción de Mitigación...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	400.00 kWh/unidad-a 2.67
Numero de Unidades:	2,000,000
Consumo Total:	5,340,000 GJ/Año

Reemplaza la opción del escenario de referencia...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	700.0 kWh/unidad-a 8
Numero de Unidades:	2,000,000
Consumo Total:	16,000,000 GJ/Año

Sustitución de lámparas ahorradoras por LED en los Hogares

En el 2030 se llegan a sustituyen unos 13 millones de lámparas LED por focos-lámparas ahorradores en los hogares. Estas lámparas LED, tienen una potencia promedio de 6 W por unidad, un costo de 20 US\$ cada una y un tiempo de vida útil de 27 años. Por su parte los focos-lámparas ahorradoras, tienen una potencia (promedio) de 20 W, un costo de 15 USD por unidad y un tiempo de vida útil de 16 años.

Sustitucion de ahorradores por lamparas LED en los hogares			
Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo de inversión unitario (\$/HH)	20	15	5
Vida útil (años)	27	16	
Inversión anualizada	58.00	26.00	32
Costo total de inversión	754,000,000	338,000,000	416,000,000
O&M anuales	-	-	-
Costo anual de combustibles	1,950,000,000	6,500,000,000	(4,550,000,000)
Costo Total Anual	2,704,000,000	6,838,000,000	(4,134,000,000)

Emisiones de GHGs (tons) 2030			
	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	6,994,743	23,315,810	16,321,067
N2O	68	227	159
CH4	84	279	195
Total CO2 equiv.	7,021,043	23,403,478	16,382,434
\$/Ton CO2 eq.			-252.34

Opción de Mitigación...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	6.00 W/unidad-año
Numero de Unidades:	13,000,000
Consumo Total:	78,000,000 W/Año

Reemplaza la opción del escenario de referencia...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	20.0 W/unidad-año
Numero de Unidades:	13,000,000
Consumo Total:	260,000,000 W/Año

Sustitución de lámparas de Sodio por LED en el alumbrado publico

En el 2030 se sustituyen unas 250 mil lámparas LED por lámparas de sodio-mercurio en el alumbrado público. Estas lámparas LED, tienen un consumo promedio de 7000 kW.h por año por unidad, un costo de 200 US\$ cada una y un tiempo de vida útil de 27 años. Por su parte los focos-lámparas sodio-mercurio, tienen un consumo (promedio) de 20 kW.h por unidad año, y un costo de 160 USD por unidad y un tiempo de vida útil de 20 años.

Sustitucion de lamparasde Sodio por LED en el alumbrado publico			
Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo de inversión unitario (\$/HH)	20	15	5
Vida útil (años)	27	16	
Inversión anualizada	58.00	26.00	32
Costo total de inversión	14,500,000	6,500,000	8,000,000
O&M anuales	-	-	
Costo anual de combustibles	37,500,000	125,000,000	(87,500,000)
Costo Total Anual	52,000,000	131,500,000	(79,500,000)

Emisiones de GHGs (tons) 2030	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	134,514	448,381	313,867
N2O	1	4	3
CH4	2	5	4
Total CO2 equiv.	135,020	450,067	315,047
\$/Ton CO2 eq.			-252.34

Opción de Mitigacion...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	6.00 kW/unidad-año
Numero de Unidades:	250,000
Consumo Total:	1,500,000 kW/Año

Reemplaza la opción del escenario de referencia...	
Combustible:	Electricidad
Unidades del consumo	20.0 kW/unidad-año
Numero de Unidades:	250,000
Consumo Total:	5,000,000 kW/Año

CTE Bagacera

Al 2030, unas 19 CTE bagaceras con una potencia de 755 MW se habrán puesto en explotación. Las CTE bagaceras tienen una eficiencia del 30%, una disponibilidad del 70% y una vida útil de 30 años. Los costos de capital serán de \$1981 por KW. Los costos variables de O&M son de \$12 por MW.h. Las centrales bagaceras que se construyan reemplazarán a las CTE. Sin embargo, debido a la menor disponibilidad, los 755 MW instalados reemplazarían solo unos 529 MW de los cuales el 54% lo hace en el "horario pico". Las unidades de las CTE tienen una eficiencia térmica del 35%, una vida útil de 35 años, un costo de capital de \$1000 per KW, y un costo variable de O&M de \$3 por MW.h.

CTE Bagacera			
Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo unitario de inversión (\$/kW)	\$1,981	\$1,000	
Costo de inversión total (\$)	\$1,495,655,000	\$529,000,000	
Vida útil (años)	30	35	
Costo de inversión anualizado (\$)	\$97,294,504	\$32,306,933	
Costo variable de O&M (\$/MWh)	\$12	\$3	
Costo anual total de O&M (\$)	\$23,809,680	\$17,006,914	
Costo anual de combustible (\$)	\$0	\$122,449,783	
Costo anual total (\$)	\$121,104,184	\$171,763,630	-\$50,659,446

Emisiones de GHGs (toneladas) 2	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	-	1,578,922	
N2O	-	12	
CH4	-	41	
Total CO2 equiv.	-	1,591,285	1,591,285
\$/Ton CO2 eq			\$ (31.84)

Opción de Mitigacion...	
Combustible:	Hidro/Re 12
Capacidad (MW)	755
Disponibilidad	30%
Consumo de combusti	1,984,140 MWh/año= 7,142,904 GJ/año

Reemplaza la opción del escenario de referencia...	
Combustible:	Fuel oil 1
Capacidad	529
Consumo de combusti	5,668,971 MWh/año= 20,408,297 GJ/año

Energía solar

Para el 2030 se habrán instalado una capacidad de 700 MW de centrales que utilizan energía solar FV, conectadas a la red. Las centrales a energía solar tienen una eficiencia del 100%, una disponibilidad del 30% y una vida útil de 30 años. Los costos de capital serán de \$1425 por KW. Los costos variables de O&M son de \$20 por MW.h.

Energía solar

Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo unitario de inversión (\$/kW)	\$1,425	\$1,000	
Costo de inversión total (\$)	\$997,500,000	\$200,000,000	
Vida útil (años)	30	35	
Costo de inversión anualizado (\$)	\$64,888,806	\$12,214,341	
Costo variable de O&M (\$/MWh)	\$20	\$3	
Costo anual total de O&M (\$)	\$36,792,000	\$15,768,000	
Costo anual de combustible (\$)	\$0	\$113,529,600	
Costo anual total (\$)	\$101,680,806	\$141,511,941	-\$39,831,135

Opción de Mitigación...

Combustible:	Hidro/Renovables		
Capacidad (MW)	700		
Disponibilidad	30%		
Consumo de combust	1,839,600 MWh/año=	6,222,560 GJ/año	

Emisiones de GHGs (toneladas) 2	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	-	1,463,901	
N2O	-	11	
CH4	-	38	
Total CO2 equiv.	-	1,475,364	1,475,364
\$/Ton CO2 eq			\$(27.00)

Reemplaza la opción del escenario de referencia...

Combustible:	Fuel oil		
Capacidad	200		
Consumo de combust	5,256,000 MWh/año=	18,921,600 GJ/año	

Energía Eólica (13 parques eólicos con 633 MW)

En el 2030, 633 MW de centrales que utilizan energía del viento podrían ser construidas. Las centrales a energía eólica tienen una eficiencia del 100%, una disponibilidad del 30% (en sitios de buenos vientos), y una vida útil de 30 años. Los costos de capital serán de \$1849 por KW. Los costos variables de O&M son de \$20 por MW.h.

Energía Eolica

Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo unitario de inversión (\$/kW)	\$1,849	\$1,000	
Costo de inversión total (\$)	\$1,453,314,000	\$200,000,000	
Vida útil (años)	30	35	
Costo de inversión anualizado (\$)	\$94,540,161	\$12,214,341	
Costo variable de O&M (\$/MWh)	\$20	\$3	
Costo anual total de O&M (\$)	\$41,312,160	\$17,705,211	
Costo anual de combustible (\$)	\$0	\$127,477,522	
Costo anual total (\$)	\$135,852,321	\$157,397,075	-\$21,544,754

Opción de Mitigación...

Combustible:	Hidro/Re	12	
Capacidad (MW)	786		
Disponibilidad	30%		
Consumo de combust	2,065,608 MWh/año=	7,436,189 GJ/año	

Emisiones de GHGs (toneladas) 2	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	-	1,643,752	
N2O	-	13	
CH4	-	42	
Total CO2 equiv.	-	1,656,623	1,656,623
\$/Ton CO2 eq			\$(13.01)

Reemplaza la opción del escenario de referencia...

Combustible:	Fuel oil	1	
Capacidad	200		
Consumo de combust	5,901,737 MWh/año=	21,246,254 GJ/año	

Hidroeléctrica

Hasta el 2030 se adicionan unas 56 MW de nuevas capacidades de generación en PCHE, a razón de 4 MW por año. Las pequeñas centrales a hidroeléctricas (PCHE) tienen una eficiencia del 100%, una disponibilidad del 80% y una vida útil de 40 años. Los costos de capital serán de \$2400 por KW. Los costos variables de O&M son de \$0.5 por MW.h. Las PCHE que se construyen reemplazarán a las unidades de carga base, las que se suponen tengan una eficiencia térmica del 35%, una vida útil de 35 años, un costo de capital de \$1000 per KW, y un costo variable de O&M de \$3 por MW.h.

Hidroelectrica

Costos Anuales (\$)	Mitigación	Referencia	Incremento
Costo unitario de inversión (\$/kW)	\$2,400	\$1,000	
Costo de inversión total (\$)	\$134,400,000	\$45,000,000	
Vida útil (años)	40	35	
Costo de inversión anualizado (\$)	\$7,832,585	\$2,748,227	
Costo variable de O&M (\$/MWh)	\$1	\$3	
Costo anual total de O&M (\$)	\$196,224	\$3,363,840	
Costo anual de combustible (\$)	\$0	\$24,219,648	
Costo anual total (\$)	\$8,028,809	\$30,331,715	-\$22,302,906

Opción de Mitigación...

Combustible:	Hidro/Renovables		
Capacidad (MW)	56		
Disponibilidad	80%		
Consumo de combust	392,448 MWh/año=	1,412,813 GJ/año	

Emisiones de GHGs (toneladas) 2	Mitigación	Referencia	Incremento
CO2	-	312,299	
N2O	-	2	
CH4	-	8	
Total CO2 equiv.	-	314,744	314,744
\$/Ton CO2 eq			\$(70.86)

Reemplaza la opción del escenario de referencia...

Combustible:	Fuel oil	45	
Capacidad	45		
Consumo de combust	1,121,280 MWh/año=	4,036,608 GJ/año	

Resumen Mitigación de GEI. Resultados con el LEAP (Planificación de Alternativas Energéticas de largo Plazo)

Los resultados de los escenarios de Referencia y de mitigación se muestran a continuación en términos de balances energéticos

Energy Balance for Area "GHG MITIGATION EXERCISE TO CUBA"

Scenario: Referencia, Year: 2030, Units: Thousand Tonnes of Oil Equivalent

	Electricity	Natural Gas	Gasoline	Kerosene	Diesel	Fuel Oil	LPG	Coal	Wood	Wind	Solar	Hydro	Biomass {unspecified}	Total
Production	-	716.5	-	-	-	-	-	3,827.4	18.8	169.8	184.5	46.2	837.8	5,801.1
Imports	-	-	273.6	85.8	286.4	1,750.1	79.3	-	-	-	-	-	-	2,475.2
Exports	-0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.0
Total Primary Supply	-0.0	716.5	273.6	85.8	286.4	1,750.1	79.3	3,827.4	18.8	169.8	184.5	46.2	837.8	8,276.4
Electricity Generation	2,424.2	-	-	-	-	-961.5	-	-3,827.4	-	-169.8	-184.5	-46.2	-	-837.8
Transmission and Distribution	-363.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-363.6
Total Transformation	2,060.5	-	-	-	-	-961.5	-	-3,827.4	-	-169.8	-184.5	-46.2	-	-837.8
Residential	1,242.5	-	-	85.8	-	-	79.3	-	4.7	-	-	-	-	1,412.2
Industry	426.1	716.5	-	-	-	788.6	-	-	14.2	-	-	-	-	1,945.4
Transport	39.8	-	273.6	-	286.4	-	-	-	-	-	-	-	-	599.8
Comercio y Otros	311.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311.5
Construcción	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5
Agropecuario	33.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.1
Total Demand	2,060.5	716.5	273.6	85.8	286.4	788.6	79.3	-	18.8	-	-	-	-	4,309.6
Unmet Requirements	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-0.0

Energy Balance for Area "GHG MITIGATION EXERCISE TO CUBA"

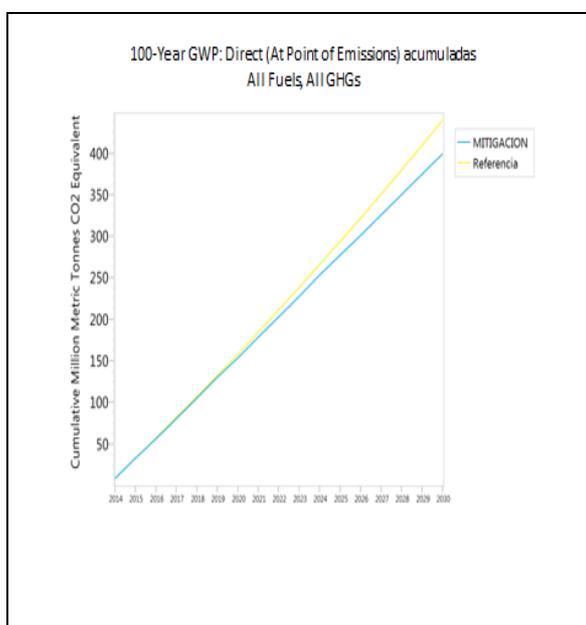
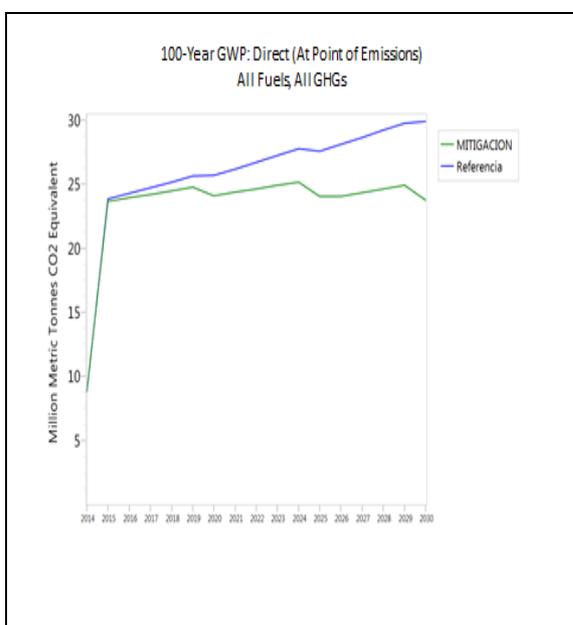
Scenario: MITIGACION, Year: 2030, Units: Thousand Tonnes of Oil Equivalent

	Electricity	Natural Gas	Gasoline	Kerosene	Diesel	Fuel Oil	LPG	Coal	Wood	Wind	Solar	Hydro	Biomass {unspecified}	Total
Production	-	716.5	-	-	-	-	-	3,118.6	17.5	169.8	184.5	59.4	758.0	5,024.3
Imports	-	-	273.6	85.4	286.4	1,273.7	81.0	-	-	-	-	-	-	2,000.1
Exports	-0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.0
Total Primary Supply	-0.0	716.5	273.6	85.4	286.4	1,273.7	81.0	3,118.6	17.5	169.8	184.5	59.4	758.0	7,024.4
Electricity Generation	1,950.9	-	-	-	-	-485.1	-	-3,118.6	-	-169.8	-184.5	-59.4	-	-758.0
Transmission and Distribution	-292.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-292.6
Total Transformation	1,658.3	-	-	-	-	-485.1	-	-3,118.6	-	-169.8	-184.5	-59.4	-	-758.0
Residential	840.2	-	-	85.4	-	-	81.0	-	3.3	-	-	-	-	1,009.9
Industry	426.1	716.5	-	-	-	788.6	-	-	14.2	-	-	-	-	1,945.4
Transport	39.8	-	273.6	-	286.4	-	-	-	-	-	-	-	-	599.8
Comercio y Otros	311.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311.5
Construcción	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5
Agropecuario	33.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.1
Total Demand	1,658.3	716.5	273.6	85.4	286.4	788.6	81.0	-	17.5	-	-	-	-	3,907.2
Unmet Requirements	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.0

En este caso lo que se denomina escenario de Mitigación está constituido por las 7 Contribuciones Nacionalmente Determinadas cuya información está públicamente disponible a saber: Sustitución de luminarias LED en los hogares y en el alumbrado público; cocinas de inducción; generación con fuentes renovables de energía, solar FV, eólica, hidráulica y con CTE bagaceras. Las opciones aquí enumeradas representan un potencial de mitigación del orden de las 41 millones de t CO₂ eq acumuladas para el 2030.

Cumulative Costs & Benefits: 2014-2030. Relative to Scenario: Referencia.
Discounted at 5.0% to year 2014. Units: Million 1997 U.S. Dollar

	LED HOGARES	MITIGACION	SOLAR FV	EOLICA	HIDRAULICA	CTE BIOMASA	LED ALUMBRADO PUBLICO	COCINAS DE INDUCCION
Demand	9.4	50.3	-	-	-	-	7.7	41.2
Residential	9.4	50.3	-	-	-	-	7.7	41.2
Industry	-	-	-	-	-	-	-	-
Transport	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Otros	-	-	-	-	-	-	-	-
Construccion	-	-	-	-	-	-	-	-
Agropecuario	-	-	-	-	-	-	-	-
Transformation	-406.8	-600.0	450.3	733.5	104.3	782.9	-390.5	-390.5
Transmission and Distribution	-	-	-	-	-	-	-	-
Electricity Generation	-406.8	-600.0	450.3	733.5	104.3	782.9	-390.5	-390.5
Resources	-681.7	-126.3	-343.0	-408.5	-52.6	174.8	-557.4	-557.4
Production	-138.1	-190.4	-162.2	-146.1	-10.6	385.2	-112.7	-112.7
Imports	-543.7	64.1	-180.8	-262.4	-42.0	-210.4	-444.7	-444.7
Exports	-	-	-	-	-	-	-	-
Unmet Requirements	-	-	-	-	-	-	-	-
Environmental Externalities	-	-	-	-	-	-	-	-
Non Energy Sector Costs	-	-	-	-	-	-	-	-
Net Present Value	-1,079.2	-676.0	107.3	325.0	51.7	957.7	-940.2	-906.7
GHG Savings (Mill Tonnes CO2e)	30.9	36.2	25.2	23.9	2.2	30.0	25.3	25.3
Cost of Avoiding GHGs (U.S. Dollar/Tonne CO2e)	-35.0	-18.6	4.3	13.6	23.7	32.0	-37.1	-35.8



Emisiones directas en la fuente en millones de t CO2 eq

Scenarios	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MITIGACION	23.7	24.1	24.4	24.6	24.9	25.2	24.0	24.0	24.3	24.6	24.9	23.8
Referencia	23.8	25.7	26.2	26.7	27.2	27.8	27.6	28.1	28.7	29.2	29.8	29.9
Total	47.5	49.8	50.6	51.4	52.2	52.9	51.6	52.2	53.0	53.8	54.7	53.7