

AMÉRICA CENTRAL EN EL MERCADO DE EMISIONES: UNA EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE PROYECTOS DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

Alfonso Mercado García y Cintya Berenice Molina Rodríguez^a

Fecha de recepción: 1 de junio de 2020. Fecha de aceptación: 5 de octubre de 2020.

<http://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.204.69648>

Resumen. Este estudio evalúa la participación de países centroamericanos en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), instituido por el Protocolo de Kioto para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se examina si tal mecanismo contribuye al desarrollo sustentable de los países anfitriones, cuyas economías son relativamente pequeñas. Al mismo tiempo que se hace una evaluación multicriterio de los proyectos de MDL de gran escala en Centroamérica. El mecanismo sirve más a las prioridades de momento del país anfitrión que a su desarrollo sustentable, incumpliendo un objetivo del MDL. Como prioridad local destaca el progreso económico. Congruentemente, los beneficios económicos superan a los sociales y se incurre en costos ambientales locales.

Palabras clave: emisión de gases de efecto invernadero; impacto ambiental; desarrollo sustentable; inversiones; análisis multicriterio; Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Clasificación JEL: O44; P18; Q53; Q54; Q56.

CENTRAL AMERICA IN THE EMISSIONS MARKET: A MULTI-CRITERIA ASSESSMENT OF CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM PROJECTS

Abstract. This study evaluates Central American countries' participation in the Clean Development Mechanism (CDM), which was instituted by the Kyoto Protocol to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions. The authors examine whether this mechanism promotes sustainable development in host countries, whose economies are relatively small. Simultaneously, the authors conduct a multi-criteria evaluation of large-scale CDM projects in Central America. Findings show that the mechanism advances host countries' current priorities, rather than promoting sustainable development, thereby failing to meet one of the objectives of the CDM. Economic progress is a high priority at the local level and, accordingly, economic benefits outweigh social benefits, with local environmental costs being incurred in the process.

Key Words: greenhouse gas emissions; environmental impact; sustainable development; investments; multi-criteria analysis; Clean Development Mechanism.

^a El Colegio de México, A.C., México. Correos electrónicos: amercado@colmex.mx y cbmolina@colmex.mx, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento estudia la experiencia de varios países centroamericanos en lo referente a inversiones relacionadas con el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), instrumento instituido en 2008 por el Protocolo de Kioto para el abatimiento global de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).¹

El MDL ha sido una alternativa para los países desarrollados en la adquisición de certificados de reducción de emisiones a menor costo que en sus mercados, y al mismo tiempo ha sido una oportunidad de desarrollo de nuevas inversiones para los países en desarrollo. Sin embargo, siendo central el tema ambiental global, varios estudios observan (véase Karakosta *et al.*, 2009; Anagnostopoulos *et al.*, 2004) que los proyectos del MDL se han acordado más bien por motivos económicos, sobre todo, financieros. Por un lado, los países desarrollados son incentivados por certificados de reducción de emisiones baratos y, por otro, los países en desarrollo son alentados a participar en el mecanismo por inversiones con financiamiento de bajo costo y con transferencia de tecnología.

En este sentido, con el MDL se contribuye al objetivo global de abatimiento de emisiones, pero no se atienden directamente las necesidades de sustentabilidad (en el largo plazo) del país anfitrión, sino a sus prioridades locales de corto y mediano plazo. Tal es el caso de varios países africanos, asiáticos y latinoamericanos (Karakosta *et al.*, 2009). Las negociaciones del MDL necesitan maximizar las posibles derramas en pro del desarrollo sustentable de los países anfitriones; no obstante, la mayoría de ellos no ha captado sustancialmente tales externalidades (véase Burian y Arens, 2014; Karakosta *et al.*, 2009). Es decir, tal y como lo encuentran Sutter y Parreño (2007), en su análisis de 16 proyectos de MDL, con este mecanismo no se ha atendido uno de los dos objetivos exigidos por el Protocolo de Kioto: contribuir al desarrollo sostenible en el país anfitrión. Hasta el momento en que se terminó de elaborar este documento, no se había publicado una evaluación de estos efectos en el caso de economías en desarrollo pequeñas, por lo que, se busca hacer una aportación al respecto mediante una evaluación de la experiencia centroamericana.

¹ El MDL es el único mecanismo de los tres suscritos en el Protocolo de Kioto en el que pueden participar los países en desarrollo (también denominados países no incluidos, véase Anexo 1). Es uno de los instrumentos de mayor difusión e importancia mundial para la mitigación de emisiones de GEI. Los otros dos mecanismos del Protocolo son la Aplicación Conjunta y el Comercio de Derechos de Emisión. Los países desarrollados (Anexo 1) pueden participar en los tres mecanismos (UNFCCC, 2002, Artículo 12).

Con ese propósito se cuestiona si los proyectos de MDL cumplen con el objetivo hacia los países centroamericanos de impulsar un desarrollo sustentable. Al respecto, interesa saber en particular, si existe un impacto ambiental negativo en la región, considerando un efecto escala de los proyectos evaluados. Asimismo, es preciso dilucidar si las diferencias en los beneficios netos (descontados los costos) del MDL entre los países anfitriones se asocian a sus diferencias socioeconómicas y ambientales. Finalmente, se busca explorar si los gobiernos anfitriones han aprendido a negociar y manejar proyectos del MDL, alcanzando mayores beneficios sociales y económicos locales en el transcurso del tiempo.

Dado su doble objetivo, un proyecto del MDL debe enfocarse en dos aportaciones: al abatimiento global de emisiones de GEI y al desarrollo del país anfitrión. Así, una evaluación adecuada de tal proyecto debe examinar no sólo la aportación global de abatimiento de emisiones, como por lo general se hace, sino también el impacto en el desarrollo local, tanto en lo económico, como en lo social, lo tecnológico, lo institucional y lo ambiental. Son los efectos locales mismos que se consideran en este estudio, y para ello es pertinente un análisis multicriterio.²

El documento se compone de la presente introducción y otras cuatro secciones. La sección 2 presenta el contexto y las principales características de los proyectos evaluados, en tanto que la sección 3 explica la forma en que se aplica el análisis multicriterio a los proyectos de estudio. Mientras que la sección 4 revisa los resultados de la evaluación, la última ofrece las conclusiones.

2. EL MDL EN CENTROAMÉRICA

Consideraciones contextuales

Los siete países que integran la región de Centroamérica (Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) tienen economías en desarrollo pequeñas y niveles de emisión de GEI también pequeños. En efecto, según los datos del Banco Mundial (2019), en 2016, la suma del Producto Interno Bruto (PIB) de los países equivalía al 1.3% del PIB de Estados Unidos, 7.0% al de Alemania y 4.5% al de América Latina y el Caribe. En el mismo año, el PIB per cápita del grupo en promedio representaba 11% del de Estados

² Los métodos multicriterio han sido cada vez más difundidos en los últimos años en la evaluación de procesos económicos, tecnológicos y sociales (Greco *et al.*, 2015).

Unidos, 15% del de Alemania y 72% del de América Latina y el Caribe. Además, de acuerdo con las cifras de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Comisión Económica para América Latina [CEPAL], 2019), las emisiones centroamericanas equivalían al 4% del total correspondiente a América Latina y el Caribe en 2014.

Se observa cierta correspondencia entre el tamaño de la economía y la emisión de GEI en el grupo de países, aunque esto no es tan lineal, como lo indican las estadísticas del Banco Mundial (2019) y la CEPAL (2019). Así, por un lado, dos de las tres economías centroamericanas más grandes del grupo están entre sus tres principales emisores de GEI. Sin embargo, Guatemala, siendo la economía más grande, no es el principal emisor, sino que figura en el segundo lugar. Por otro lado, el emisor mayor es Honduras, cuya economía es la quinta en tamaño (su PIB equivale al 20% del PIB de Guatemala). Al interior del grupo existen importantes diferencias, como en el PIB per cápita, lo cual sugiere brechas de desarrollo entre los países. Por ejemplo, el PIB per cápita de Nicaragua y el de Honduras equivalían, respectivamente, al 14.7 y 16.2% al de Panamá en 2016 (Banco Mundial, 2019).

Bajo estas circunstancias, los gobiernos de la región han buscado un desarrollo, ciertamente económico, pero también en los ámbitos social y energético. Sin embargo, la agenda política ha priorizado el aspecto económico. En materia de la generación de energía han tratado de diversificar su matriz energética a través de una mayor incorporación de fuentes de energía renovable.

En 2012, año en el que finaliza el primer periodo de compromiso establecido en el Protocolo de Kioto, la producción de electricidad centroamericana fue de 44 282 giga watt-hora (GWh), de los que 50% se generaron en centrales hidráulicas, 31% en centrales térmicas, 8% en centrales geotérmicas, 3.9% en ingenios azucareros, 4.4% en centrales de carbón, 2.7% en centrales eólicas y 0.05% en biodigestores y parques solares. En este contexto, Costa Rica produjo 91.8% de electricidad a través de fuentes renovables; Guatemala un 65.4%; Panamá 64%; El Salvador 59.5%; Honduras 44.1% y Nicaragua 40.2% (CEPAL, 2013). Dada la importancia que los proyectos hidroeléctricos de estas naciones tienen en la región, han sido seleccionados para su evaluación considerando a su vez el registro en el MDL.

Del año 2003 al 2012, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá habían registrado 103 proyectos para la generación de energía en el MDL; 49 de ellos eran proyectos hidroeléctricos, 18 de captura de gas, 15 eólicos, 4 geotérmicos, 6 de cogeneración y otros 11 pequeños proyectos de diferente tipo (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [UNFCCC], 2015). Las centrales hidroeléctricas además de

Tabla 1. Tres rasgos del comportamiento gubernamental anfitrión en el registro y puesta en marcha de proyectos de MDL de gran escala, 2003-2012^a

<i>Acción</i>	<i>Costa Rica</i>	<i>El Salvador</i>	<i>Guatemala</i>	<i>Honduras</i>	<i>Panamá</i>
Su motivación principal fue económica	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Aplicó una legislación con reformas que incluyeron temas sobre el desarrollo sustentable y el cambio climático	No	No	Sí	No	No
Hizo reformas legislativas para atraer inversión extranjera en la industria energética	No	Sí	No	Sí	Sí

Notas: ^a Belice y Nicaragua no registraron proyectos a gran escala.

Fuente: elaboración propia, con base en Molina-Rodríguez (2019, cap. III).

tener la mayor participación en la generación de electricidad, también tenían el mayor volumen de abatimiento de emisiones por vía del MDL, totalizando 2 946 905 de toneladas de CO_{2e} con importantes efectos económicos, sociales y ambientales sobre el entorno en el que se ejecutaron.

Conforme se ilustra en la tabla 1, los proyectos MDL de gran escala registrados entre 2003 y 2012 se ejecutaron en un contexto institucional en el que destacan tres rasgos característicos en ese periodo: 1) la motivación de los gobiernos de los cinco países anfitriones fue económica; 2) en cuanto a acciones de reformas legislativas, solamente el gobierno de Guatemala había aplicado en las gestiones de este mecanismo una legislación, recientemente acabada de reformar con la incorporación de los temas sobre desarrollo sustentable y cambio climático, y solamente en esa época, los gobiernos de El Salvador, Honduras y Panamá habían efectuado reformas legislativas sobre la generación de energía a partir de fuentes renovables y para atraer inversión extranjera en esas actividades; 3) todos los países anfitriones observaron fallas de implementación y exigencia y enfrentaron conflictos sociales y demandas legales por daños a las comunidades aledañas y al medio natural en las etapas de construcción e inicio de operaciones de los proyectos (véase Molina-Rodríguez, 2019, cap. III).

Los proyectos seleccionados

Como ya se mencionó, de un total de 49 centrales hidroeléctricas existentes a finales de 2012 en la región, 17 eran de gran escala (capacidad instalada

mayor a 15 mega watts [MW] por central). Y se habían negociado en el MDL con el compromiso de que las empresas extranjeras redujeran 2 262 844 de toneladas de emisiones de CO_{2c} anuales en sus lugares de origen, correspondiendo un CER por cada tonelada de reducción (o sea, un total de 2 262 844 certificados), lo que equivalía a 77% del total de certificados negociados en la región centroamericana (véase UNFCCC, 2015). Los países anfitriones de estos proyectos fueron: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá. Otros dos países, Nicaragua y Belice no registraron proyectos del MDL a gran escala. La oferta de CER por parte de los cinco países participantes atrajo a empresas extranjeras, que ofrecieron financiamiento y tecnología, además de comprar dichos certificados.

La mayoría de los 17 proyectos seleccionados se instaló en las riveras de ríos en localidades con bajo índice de desarrollo. La capacidad instalada de cada proyecto fluctuó entre 20 y 118 MW, revelando una amplia gama de tamaños. La antigüedad de las instalaciones también fue diversa, cubriendo desde un principio 2003 hasta 2012 (año en el que se basa el estudio). Los años de concesión también cubren un abanico, aunque no tan amplio, van de 17 a 50 años (véase Anexo 1).

Se tiene una gama de participaciones de los países en el MDL, así como notables diferencias entre los proyectos (véase tabla 2). Se observa que Panamá, Guatemala y Costa Rica son los países que registran mayor participación con estos proyectos (el primero con seis proyectos, el segundo con cinco y el tercero con cuatro). El Salvador y Honduras únicamente registraron un proyecto. La tasa de reducción de emisiones GEI que se asocia a los proyectos, por cada

Tabla 2. Resumen de los 17 proyectos hidroeléctricos estudiados (información de 2012)

<i>País</i>	<i>Cantidad de proyectos</i>	<i>Capacidad instalada (MW)</i>	<i>Reducción de emisiones al año (Tons. CO_{2e})</i>	<i>Tasa de reducción de emisiones por capacidad (Tons. CO_{2e} / MW)</i>	<i>Entidades ejecutoras</i>
Costa Rica	4	190	251 495	1 324	Privada
El Salvador	1	65	144 091	2 217	Gubernamental
Guatemala	5	291	830 882	2 855	Privada
Honduras	1	38	109 168	2 873	Privada
Panamá	6	368	971 754	2 641	Privada
Total	17	952	2 307 390	2 424	

Fuente: UNFCCC (2020).

mW de su capacidad, se encuentra entre 1 267 y 2 873 Ton. CO_{2e} al año. También se aprecia que la ejecución de los proyectos se adjudicó a la empresa privada, con excepción de El Salvador, en donde la entidad ejecutora fue estatal.

3. LINEAMIENTOS DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO

Una vez seleccionados los proyectos, para efectos de su evaluación, se organizó la información con el fin de calcular los beneficios netos (descontados los costos) de cada uno. El procedimiento siguió los lineamientos en forma paralela de dos métodos del análisis multicriterio: el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)³ (*Analytic Hierarchy Process*) y una variante de la Ponderación Aditiva Simple (*Simple Additive Weighting*).⁴ Con base en ellos, se establecieron criterios en dos niveles, se normalizó la información para luego establecer ponderaciones y poder calcular el beneficio neto de cada proyecto.

Criterios

Los proyectos se evalúan conforme a dos escenarios con distintos objetivos principales. Aunque en la evaluación de los escenarios se parte de los mismos criterios y categorías, la definición de la función de beneficio será distinta en cada caso. Esto se tratará más adelante. En ambos casos, siguiendo los lineamientos del PAJ, se procedió inicialmente a jerarquizar los criterios en dos niveles. Tres criterios de primer nivel: Ambiental (*A*), económico (*E*) y social (*S*).

$$A + E + S = B \quad (1)$$

siendo *B* el beneficio multicriterio neto (beneficios brutos menos costos brutos).

³ El PAJ fue introducido en la década de los setenta del siglo pasado por Saaty (1980), como una herramienta para analizar los procesos de decisión. El PAJ es un método que jerarquiza preferencias (prioridades o importancia relativa) de cada uno de los criterios con que se evalúan distintas alternativas. Permite reunir datos cuantitativos e información cualitativa para resolver un problema de criterio múltiple mediante un modelo jerárquico (véase Velasquez y Hester, 2013).

⁴ La Ponderación Aditiva Simple es la técnica de análisis multicriterio de mayor antigüedad, la más conocida y la más utilizada en la práctica (Greco *et al.*, 2015). Integra los valores y las ponderaciones de los criterios en un único valor de maximización de una función de beneficios (Qin *et al.*, 2008): $Max W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4$ donde W_1 se refiere a la ponderación de cada criterio, en tanto que X_1 representa su valor (usualmente normalizado).

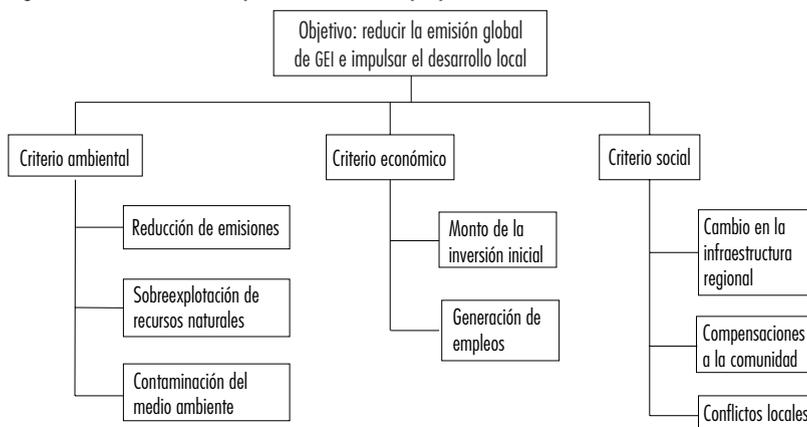
Posteriormente, se asignaron tres criterios de segundo nivel al ambiental: reducción anual de emisiones de GEI (a_1), sobreexplotación de recursos naturales (a_2), y degradación por cambio en el uso del medio natural (suelo, cuerpos de agua, etcétera) (a_3). Estos criterios se decidieron en función de la disponibilidad de información.

Los criterios económicos de segundo nivel son: *a*) monto de la inversión inicial (e_1), *b*) generación de empleos (e_2). Finalmente, el criterio social comprende los siguientes criterios de segundo nivel: *a*) cambios en la infraestructura regional (s_1), *b*) compensaciones.

Normalización

La principal fuente de información del estudio es la serie de “Documentos de Diseño del Proyecto” de las 17 centrales hidroeléctricas (véase UNFCCC, 2019). También se realizaron entrevistas a funcionarios de cada país. En vista de que esta información es heterogénea (cifras monetarias, porcentajes, datos ingenieriles o biológicos, información cualitativa, etcétera), se procedió a normalizarla como es usual en la aplicación de los métodos de PAJ y Ponderación Aditiva Simple. El procedimiento se ilustra en la figura 1 con un árbol del análisis multicriterio, partiendo del principal objetivo, e incluyendo los criterios en sus dos niveles y los signos referentes a beneficios y costos. La tabla 3 ofrece una síntesis de esta información e incorpora los valores y la forma en que se asignan.

Figura 1. Árbol multicriterio para evaluar los 17 proyectos del MDL



Fuente: elaboración propia, aplicando los criterios del PAJ y la Ponderación Aditiva Simple, con información del UNCCC (2019) y entrevistas a funcionarios de los países del estudio.

Tabla 3. Composición y características de los criterios

<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad de medida original</i>	<i>Beneficio (+) o costo (-)</i>	<i>Categorías para normalizar</i>			
Criterio ambiental							
a1	Reducción de emisiones	%	(+)	Interpolación (de 0 a 1)			
a2	Sobreexplotación de recursos naturales	Cuantitativa y cualitativa	(-)	Alta (-1.00)	Mediana (-0.67)	Baja (-0.33)	Nula (0)
a3	Contaminación del medio ambiente	Cuantitativa y cualitativa	(-)	Alta (-1.00)	Mediana (-0.67)	Baja (-0.33)	Nula (0)
Criterio económico							
e1	Monto de la inversión inicial	Valor monetario	(+)	Interpolación (de 0 a 1)			
e2	Generación de empleos	Número de empleos	(+)	Interpolación (de 0 a 1)			
Criterio social							
s1	Cambio en la infraestructura regional	Cuantitativa y cualitativa	(+), (-)	Daño (-1)	Igual (0)	Mejora (1)	
s2	Compensaciones a la comunidad	Cuantitativa y cualitativa	(+)	No (0)	Sí (1)		
s3	Conflictos locales	Cuantitativa y cualitativa	(-)	Sí (-1)	No (0)		

Fuente: elaboración propia.

a) Criterio ambiental

El criterio ambiental de segundo nivel referido a la reducción de emisiones GEI se analiza con datos originalmente en toneladas de emisiones CO₂ anuales. Estos datos se relacionaron con la línea base de ese tipo de emisiones anuales en términos porcentuales. Conforme se muestra en la tabla 3, se otorga 1 punto al máximo porcentaje de reducción posible, 0 puntos al mínimo porcentaje y una interpolación lineal a los porcentajes intermedios. Los puntos son positivos (+) como beneficios.

La tabla 4 presenta estos cálculos. La columna (1) presenta la línea base de emisiones considerada en los Documentos de Diseño de Proyecto. La columna (2) corresponde a la reducción total de emisiones estimada durante un primer periodo de crédito de siete años (a excepción de las centrales hidroeléctricas “Baitún” (PA₁) y “Bajo de Mina” (PA) que consideraron un periodo de

reducción inicial de 10 años). La columna (3) incluye las reducciones anuales en promedio de cada proyecto. Finalmente, la columna (4) es el resultado de la relación entre la reducción promedio anual de emisiones y la línea base de las emisiones considerada en el proyecto.

El criterio ambiental de segundo nivel, respecto de la sobreexplotación de recursos naturales, se refiere a casos en los que el proyecto provoca una explotación del medio natural local por encima de las tasas de renovación en los ciclos correspondientes. Esta información es de diversa índole, cuantitativa y cualitativa, con cuatro categorías: sobreexplotación nula (se observan que no la hay), baja, mediana y alta (la sobreexplotación es claramente de gran magnitud). Se trata de efectos en el medio ambiente que son costos, por lo cual se les da un signo negativo, a excepción del impacto nulo, de manera que la normalización es de una sobreexplotación alta (-1), mediana (-0.67), baja (-0.333) y nula (0) (véase tabla 3).

El tercer criterio ambiental de segundo nivel es la degradación por cambios en el uso del medio natural (suelo, cuerpos de agua, etcétera), cuando las actividades del proyecto generan contaminación ambiental (desde su instalación hasta su operación), como descargas nocivas a los cuerpos de agua, afectaciones a la calidad de los suelos o de ecosistemas, incluso aumentos en las emisiones contaminantes a la atmósfera. La información es de tipo diverso, tanto cualitativa como cuantitativa, y es también clasificada en cuatro categorías: nula (no se observan daños a la naturaleza), baja, media y alta degradación (esta última es claramente de magnitud y con daños graves a la naturaleza). La normalización es similar a la de la sobreexplotación (con valores de -1, -0.67, -0.333 y 0) (véase tabla 3).

b) Criterio económico

El criterio económico de segundo nivel que trata sobre el monto de la inversión inicial se estudia con datos monetarios (dólares estadounidenses) por el desembolso hecho en la etapa de construcción del proyecto. Al normalizarlos, se les dio a estos datos un signo positivo, por ser beneficios, asignando el valor de 1 a la mayor inversión, 0 a la menor, y valores interpolados entre los dos valores (véase tabla 3).

Otro criterio económico de segundo nivel es sobre la generación de empleos, con datos de la cantidad de empleos directos generados durante la fase de construcción de las centrales hidroeléctricas. Siguiendo este efecto un beneficio, se le dio un signo positivo (+) y se siguió el mismo tratamiento de normalización con interpolaciones lineales entre 0 y 1 (véase tabla 3).

Tabla 4. Normalización de la reducción anual como % de la línea base (Tons. de CO₂e)

<i>Clave</i>	<i>Número de referencia del proyecto</i>	<i>Título de registro del proyecto</i>	<i>Reducción de emisiones al año (Tons. CO₂e)</i>	<i>%</i>	<i>Normalización</i>
Costa Rica					
<i>CR₁</i>	541	La Joya Hydroelectric Project (Costa Rica)	38 273	1.66	0.00
<i>CR₂</i>	8782	Chucús Hydroelectric Project	70 996	3.08	0.11
<i>CR₃</i>	4988	El General Hydroelectric Project	66 001	2.86	0.09
<i>CR₄</i>	9343	Torito Hydroelectric Power Plant	76 225	3.30	0.12
El Salvador					
<i>ES</i>	2607	El Chaparral Hydroelectric Project (El Salvador)	144 091	6.24	0.34
Guatemala					
<i>GU₁</i>	606	El Canadá Hydroelectric Project	118 527	5.14	0.26
<i>GU₂</i>	73	“Las Vacas” Hydroelectric Project	90 363	3.92	0.17
<i>GU₃</i>	5942	Palo Viejo Hydroelectric Project	258 423	11.20	0.71
<i>GU₄</i>	9713	Santa Rita Hydroelectric Plant	52 131	2.26	0.04
<i>GU₅</i>	1834	Xacbal Hydroelectric Project	311 438	13.50	0.88
Honduras					
<i>HO</i>	5071	La Vegona Hydroelectric Project	109 168	4.73	0.23
Panamá					
<i>PA₁</i>		Baitun Hydroelectric Project	209 968	9.10	0.55
<i>PA₂</i>		Bajo de Mina Hydroelectric Project	137 007	5.94	0.32
<i>PA₃</i>	5960	Bajo Frío Hydro Power Project	151 560	6.57	0.36
<i>PA₄</i>	3237	Barro Blanco Hydroelectric Power Plant Project	66 934	2.90	0.09
<i>PA₅</i>	6588	Dos Mares Hydroelectric Project	349 444	15.14	1.00
<i>PA₆</i>	8452	Mendre Hydroelectric Power Plant Project	56 841	2.46	0.06

Fuente: elaboración propia, con información de UNFCCC (2020).

c) Criterio social

El criterio social de segundo nivel sobre cambios en la infraestructura regional se refiere a modificaciones generadas por el proyecto en la región anfitriona, desde el extremo de una nueva construcción o la renovación de una construcción existente hasta el otro extremo de daños a la infraestructura. Son observaciones documentadas que se clasifican en tres alternativas: mejora la infraestructura, daño y sin cambio. En otras palabras, puede tratarse de un beneficio (mejora), o un costo (daño), o ningún efecto (igual, o sin cambio). En la primera situación se asigna un valor positivo de 1, en la segunda uno negativo (-1) y en la tercera nulo (0) (véase tabla 3).

El otro criterio social de segundo nivel se refiere a las compensaciones a la comunidad, mediante pagos de daños que el proyecto concede a la población del lugar. En el caso de una compensación (beneficio) se otorgó un valor de 1 y en el que no se dio compensación se puso un valor de 0 (véase tabla3).

d) Multicriterio

El procedimiento continúa con un sencillo cálculo en cada criterio: el promedio de la suma de puntos de sus componentes de segundo nivel, resultando entonces tres promedios (uno por cada criterio). Así, se tiene lo siguiente:

$$A = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \quad (2)$$

$$E = (e_1 + e_2) / 2 \quad (3)$$

$$S = (s_1 + s_2) / 2 \quad (4)$$

Con la normalización adoptada, los puntajes extremos de cada criterio quedan entre valores mínimos de $A = -0.666$, $E = 0$, $S = -0.666$, y máximos de $A = 0.333$, $E = 1$, $S = 0.666$. Aplicando el procedimiento a los 17 proyectos, se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Evaluación sin ponderación, por criterio de primer y segundo nivel

Criterios	CR ₁	CR ₂	CR ₃	CR ₄	ES	GU ₁	GU ₂	GU ₃	GU ₄	GU ₅	HO	PA ₁	PA ₂	PA ₃	PA ₄	PA ₅	PA ₆
A. Ambiental (promedio)	-0.110	-0.188	0.030	-0.626	-0.443	0.086	0.056	-0.321	-0.318	-0.264	0.076	-0.039	-0.118	-0.212	-0.526	-0.333	-0.647
a1. Reducción anual de emisiones	0.000	0.105	0.089	0.122	0.340	0.258	0.167	0.707	0.045	0.878	0.228	0.552	0.317	0.364	0.092	1.000	0.060
a2. Sobreexplotación de recursos naturales	0	-0.670	0	-1	-0.670	0	0	-0.670	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1
a3. Contaminación del medio ambiente	-0.33	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	-0.67	0	-0.67	-0.67	-1	-0.67	-1	-1
Suma (a1+a2+a3)	-0.330	-0.565	0.089	-1.878	-1.330	0.258	0.167	-0.963	-0.955	-0.792	0.228	-0.118	-0.353	-0.636	-1.578	-1.000	-1.940
E. Económico (promedio)	0.210	0.131	0.120	0.241	0.329	0.072	0.103	0.453	0.046	0.377	0.162	0.525	0.405	0.485	0.335	1.000	0.005
e1. Monto de la inversión inicial	0.283	0.232	0.102	0.310	0.519	0.092	0.000	0.617	0.091	0.650	0.186	0.550	0.310	0.470	0.170	1.000	0.010
e2. Generación de empleos	0.138	0.030	0.138	0.172	0.138	0.052	0.207	0.290	0.000	0.103	0.138	0.500	0.500	0.500	0.500	1.000	0.000
Suma (e1+e2)	0.42	0.26	0.24	0.48	0.66	0.14	0.21	0.91	0.09	0.75	0.32	1.05	0.81	0.97	0.67	2.00	0.01
S. Social (promedio)	0.000	-0.667	-0.667	0.000	0.333	0.333	0.000	0.667	0.667	0.333	0.333	0.667	0.667	0.333	0.667	0.333	0.667
s1. Cambio en la infraestructura regional	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s2. Compensaciones a la comunidad	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
s3. Conflictos locales	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0
Suma (s1+s2+s3)	0.0	-2.0	-2.0	0.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0

Fuente: elaboración propia con base en los Documentos de Diseño de Proyecto: UNFCCC (2019).

Ponderación

Si el alto objetivo de los proyectos es aportar a las prioridades que de momento tienen los gobiernos de los países anfitriones para su desarrollo en el corto plazo, y considerando las preferencias declaradas por las autoridades entrevistadas en cada país, se pondera más el criterio económico (40%), un poco menos el social (35%) y menos el ambiental (25%).

Para cada proyecto de los 17 estudiados, se calcula una función de beneficio multicriterio neto, de acuerdo con el método de Ponderación Aditiva Simple.

$$B_i = P_a A_i + P_e E_i + P_s S_i \quad (5)$$

Siendo A un promedio de puntos del criterio ambiental, E un promedio de puntos del criterio económico, S un promedio de puntos del criterio social, i el proyecto en cuestión, P_a la ponderación de A , P_e la ponderación de E , y P_s la ponderación de S .

Entonces, el beneficio neto estará dado por:

$$B_i = (0.25)A_i + (0.40)E_i + (0.35)S_i \quad (6)$$

siendo B el beneficio neto del proyecto i (ya descontados los costos), tomando en cuenta las prioridades del desarrollo local.

Los beneficios netos de los proyectos (suma de los promedios ponderados) arrojan los siguientes valores mínimo, medio y máximo:

a) Mínimo: $(0.25)(-0.666) + (0.40)(0) + (0.35)(-0.666) = -0.400$

b) Medio: 0.155

c) Máximo: $(0.25)(0.333) + (0.40)(1) + (0.35)(0.666) = 0.710$

Objetivos de la evaluación

A partir de este marco metodológico, la evaluación se enfoca en los siguientes cinco objetivos:

- Verificar si el beneficio ambiental promedio del conjunto de proyectos $(\sum P_a A_i / 17)$ es negativo.

- Revisar si las diferencias económicas y ambientales entre los países anfitriones se relacionan con los diferentes beneficios de sus proyectos del MDL; en otras palabras, si hay una correlación significativa entre el beneficio de los proyectos y variables como el PIB, el PIB per cápita y las emisiones globales de GEI. Se espera que los países de mayor economía y los de mayor PIB per cápita sean los que tengan los proyectos con mayores beneficios, así como los de mayor generación de GEI (esto, como reflejo de una mayor alerta ambiental).
- Explorar si hay una tendencia clara de aprendizaje en la negociación de los proyectos del MDL generando mayores beneficios en el transcurso del tiempo; es decir, si existe una correlación significativa entre el beneficio y la antigüedad del proyecto (a menor antigüedad, mayor beneficio).
- Ver si hay una especie de externalidad de escala, en el sentido de que a mayor tamaño (capacidad instalada) del proyecto, hay un mayor beneficio multicriterio.
- Finalmente, calcular si el beneficio neto promedio es mayor a un escenario sustentable, en el cual no hay una ponderación diferenciada (los tres criterios valen igual, por lo que no se ponderan).

4. RESULTADOS

La información de los proyectos se procesó siguiendo los lineamientos que acaban de explicarse. La tabla 6 muestra los resultados de los cálculos. Los promedios de los beneficios netos correspondientes al criterio económico son mayores que los del criterio social y éstos son mayores que los del criterio ambiental. Lo anterior refleja la racionalidad de los gobiernos anfitriones, priorizando el criterio económico. También resulta un beneficio ambiental promedio de los proyectos con signo negativo (costo ambiental) en los dos escenarios.

Tabla 6. Evaluación en el escenario de prioridades locales

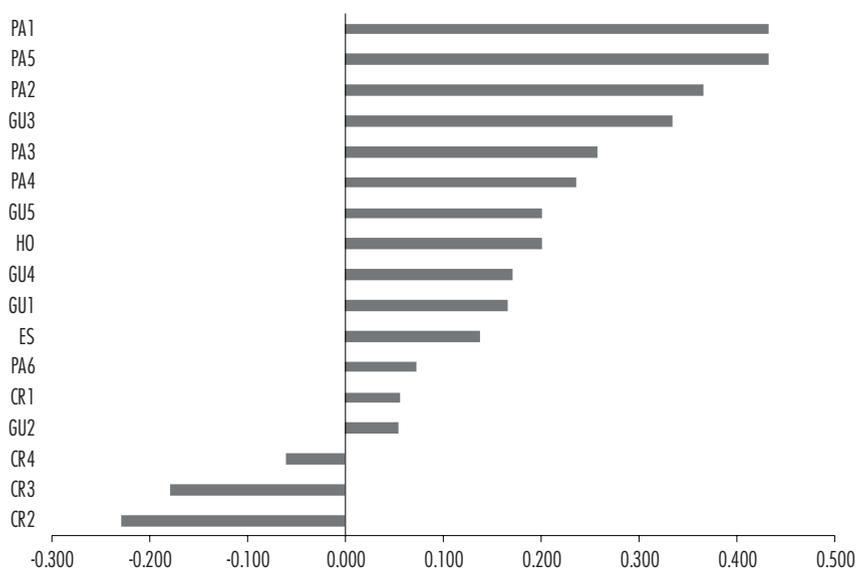
<i>Proyecto</i>	<i>Criterio ambiental</i>	<i>Criterio económico</i>	<i>Criterio social</i>	<i>Suma</i>
<i>CR₁</i>	-0.028	0.084	0.000	0.057
<i>CR₂</i>	-0.047	0.052	-0.233	-0.228
<i>CR₃</i>	0.007	0.048	-0.233	-0.178
<i>CR₄</i>	-0.157	0.096	0.000	-0.060
<i>ES</i>	-0.111	0.131	0.117	0.137
<i>GU₁</i>	0.021	0.029	0.117	0.167
<i>GU₂</i>	0.014	0.041	0.000	0.055
<i>GU₃</i>	-0.080	0.181	0.233	0.335
<i>GU₄</i>	-0.080	0.018	0.233	0.172
<i>GU₅</i>	-0.066	0.151	0.117	0.201
<i>HO</i>	0.019	0.065	0.117	0.200
<i>PA₁</i>	-0.010	0.210	0.233	0.433
<i>PA₂</i>	-0.029	0.162	0.233	0.366
<i>PA₃</i>	-0.053	0.194	0.117	0.258
<i>PA₄</i>	-0.131	0.134	0.233	0.236
<i>PA₅</i>	-0.083	0.400	0.117	0.433
<i>PA₆</i>	-0.162	0.002	0.233	0.074
Promedio	-0.057	0.118	0.096	0.156

Fuente: elaboración propia.

La figura 2, basada en la tabla 6, ofrece los resultados por proyecto. Resaltan tres proyectos con costos netos (en Costa Rica: CR2, CR3 y CR4). Otros proyectos arrojan beneficios netos moderados y otros más logran altos beneficios netos, en especial los de Panamá.

Las diferentes evaluaciones por país no muestran relación alguna con sus diferencias económicas, pero hay cierta relación positiva con su la generación de GEI. En efecto, el coeficiente de Pearson del beneficio multicriterio relacio-

Figura 2. Beneficio neto de cada proyecto



Fuente: elaboración propia con datos de la tabla 6.

nado con el PIB⁵ es -0.248, con el PIB per cápita⁶ es -0.265, con el porcentaje de la población en situación de pobreza⁷ es 0.067, con el índice de Gini⁸ es 0.203 y con la participación en la emisión global de GEI (en %) es 0.682. Nótese que el coeficiente de Pearson entre el beneficio multicriterio y la participación en la emisión global de GEI es más o menos alto. También obsérvese que la relación es positiva. Es decir, a mayor grado de emisiones, mayor es el beneficio de los proyectos.

Por otro lado, se encuentra una correlación positiva mediana, no significativa, entre el beneficio multicriterio y la antigüedad del proyecto. El coeficiente de Pearson correspondiente es 0.529. Se aprecia una ligera tendencia positiva, algo dispersa, de aprendizaje en la negociación de los proyectos del MDL, pero no tan fuerte como sería deseable.

⁵ Banco Mundial (2019).

⁶ IBID.

⁷ CEPAL (2020a).

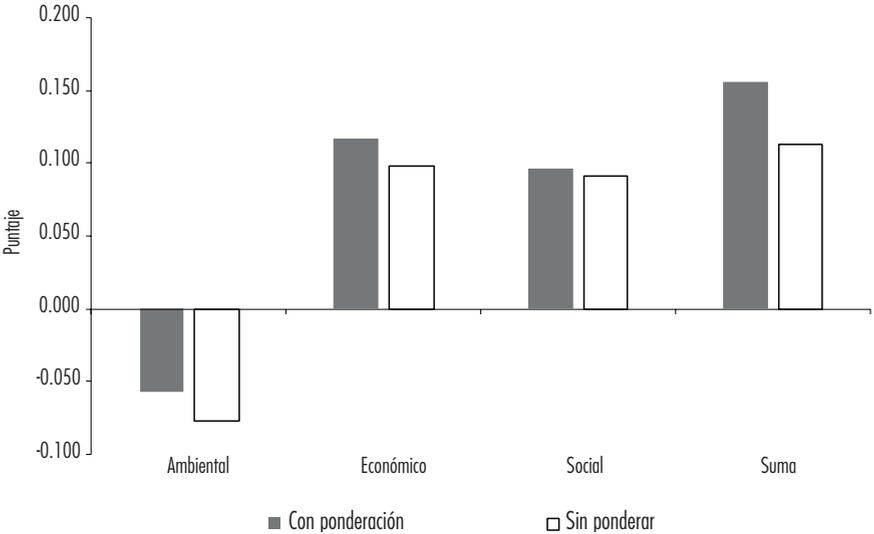
⁸ CEPAL (2020b).

También resulta que no hay una correlación significativa entre la capacidad instalada del proyecto (tamaño) y el beneficio multicriterio. El coeficiente de Pearson de dicha relación es -0.150 . Un coeficiente muy bajo, sugiriendo que no hay una externalidad de escala.

Los tres proyectos peor evaluados se localizan en Costa Rica. Comparando su comportamiento gubernamental, con el de los otros cuatro países (con base en la tabla 1), llama la atención la conducta proactiva de estos cuatro gobiernos con reformas legislativas en favor del MDL y para atraer inversión extranjera en las áreas de interés de los proyectos (en congruencia con su motivación económica), a diferencia del gobierno de Costa Rica, que en este sentido no fue tan proactivo. Ello sugiere que esa actitud más activa, como elemento de una mayor gobernanza local, sería un factor explicativo de los resultados de evaluación. Esto coincide con Fay *et al.* (2012) en el sentido de que una activa política industrial y energética en el país anfitrión desempeña un papel crucial en el desarrollo del MDL.

Finalmente, comparando la evaluación hecha (véase tabla 6) con otra sin ponderar (véase tabla 7), como escenario de desarrollo sustentable, resulta que el beneficio neto de este escenario es menor, reflejando un incentivo a buscar beneficios diferenciados entre los criterios, en especial el económico (véase figura 3).

Figura 3. Beneficio neto promedio, por criterio



Fuente: elaboración propia con datos de las tablas 6 y 7.

Tabla 7. Resultados sin ponderación diferenciada

<i>Proyecto</i>	<i>Criterio ambiental</i>	<i>Criterio económico</i>	<i>Criterio social</i>	<i>Total</i>
<i>CR₁</i>	-0.110	0.210	0.000	0.100
<i>CR₂</i>	-0.188	0.131	-0.667	-0.724
<i>CR₃</i>	0.030	0.120	-0.667	-0.517
<i>CR₄</i>	-0.626	0.241	0.000	-0.385
<i>ES</i>	-0.443	0.329	0.333	0.219
<i>GU₁</i>	0.086	0.072	0.333	0.491
<i>GU₂</i>	0.056	0.103	0.000	0.159
<i>GU₃</i>	-0.321	0.453	0.667	0.799
<i>GU₄</i>	-0.318	0.046	0.667	0.394
<i>GU₅</i>	-0.264	0.377	0.333	0.446
<i>HO</i>	0.076	0.162	0.333	0.571
<i>PA₁</i>	-0.039	0.525	0.667	1.152
<i>PA₂</i>	-0.118	0.405	0.667	0.954
<i>PA₃</i>	-0.212	0.485	0.333	0.606
<i>PA₄</i>	-0.526	0.335	0.667	0.476
<i>PA₅</i>	-0.333	1.000	0.333	1.000
<i>PA₆</i>	-0.647	0.005	0.667	0.025
<i>Promedio</i>	-0.229	0.294	0.275	0.339

Fuente: elaboración propia con base en datos de la tabla 5.

5. CONCLUSIONES

En este documento se evalúa el beneficio neto multicriterio de varias plantas hidroeléctricas de gran escala instaladas en Centroamérica financiadas por el MDL, distinguiendo entre el beneficio neto ambiental, económico y social. Los resultados de la evaluación multicriterio, basada en los lineamientos del PAJ y la Ponderación Aditiva Simple, y aplicada a los proyectos de MDL de gran escala en Centroamérica, registrados entre 2000 y 2012, permiten concluir que, en esta experiencia, el MDL sirve más a las prioridades de momento (de corto

y mediano plazo) del país anfitrión que a sus necesidades de desarrollo sustentable (de largo plazo), dejando de cumplir plenamente con un objetivo central del Protocolo de Kioto. Lo que comprueba lo que ya se había encontrado en varias investigaciones sobre Brasil y otros países en desarrollo de África y Asia (Burian y Arens, 2014; Karakosta *et al.*, 2009; Sutter y Parreño, 2007). En las prioridades destaca el progreso económico, confirmando en esta región lo planteado por Karakosta *et al.* (2009) y Anagnostopoulos *et al.* (2004). Congruentemente, los beneficios económicos superan a los sociales y se incurre en mayores costos ambientales netos en la región. También se encuentra que los proyectos no constituían tan buenas alternativas como las que eran posibles, lo cual queda más claro en un escenario de sustentabilidad.

Los diferentes resultados de evaluación de los países no muestran relación alguna con las diferencias económicas entre los mismos, pero existe cierta relación positiva con su generación de GEI. En efecto, los proyectos ubicados en los países con mayor grado de emisiones de GEI son los de mayores beneficios multicriterio.

Se encuentra, además, una correlación positiva mediana, no significativa, entre el beneficio multicriterio y la antigüedad del proyecto. Se aprecia una ligera tendencia positiva, algo dispersa, de aprendizaje en la negociación de los proyectos del MDL, pero no es tan fuerte como sería deseable. Lo anterior sugiere un incentivo local de aprendizaje, aunque ello no de manera robusta.

No se encuentra una correlación significativa entre el tamaño del proyecto y el beneficio multicriterio, lo que sugiere que no hay una externalidad de escala.

Finalmente, se detecta que los países con gobiernos proactivos en pro del MDL y la atracción de inversiones en el sector energético tienden a captar proyectos de alto beneficio multicriterio. Ello sugiere que una activa política industrial y energética en el país anfitrión desempeña un papel crucial en el desarrollo del MDL (como lo sostienen Fay *et al.*, 2012). Aún con ello, a tales gobiernos les faltó un comportamiento más proactivo en los temas ambiental y social, lo cual les costó una serie de conflictos sociales y legales. Este punto queda en la agenda para futuras investigaciones.

Anexo 1. Características principales de proyectos hidroeléctricos de gran escala MDL, registrados por países de América Central en 2003-2012

Clave	Número de referencia del proyecto	Título de registro del proyecto	Sub-tipo de Proyecto (PNUMA)	Fecha del inicio de la validación	Reducción de emisiones al año (Tons. CO2e)	%	Capacidad instalada (MW)
Costa Rica							
CR ₁	541	La Joya Hydroelectric Project (Costa Rica)	Presa existente	10-Feb-2006	38 273	1.66	50
CR ₂	8782	Chucús Hydroelectric Project	Presa nueva	18-Apr-2012	70 996	3.08	50
CR ₃	4988	El General Hydroelectric Project	Corriente de río	21-Apr-2009	66 001	2.86	40
CR ₄	9343	Torito Hydroelectric Power Plant	Corriente de río	17-Jun-2011	76 225	3.30	50
El Salvador							
ES	2607	El Chaparral Hydroelectric Project (El Salvador)	Corriente de río	24-Apr-2008	144 091	6.24	65
Guatemala							
GU ₁	606	El Camaná Hydroelectric Project	Corriente de río	9-Nov-2005	118 527	5.14	43
GU ₂	73	"Las Vacas" Hydroelectric Project	Presa existente	7-Mar-2005	90 363	3.92	45
GU ₃	5942	Palo Viejo Hydroelectric Project	Corriente de río	18-Aug-2010	258 423	11.20	85
GU ₄	9713	Santa Rita Hydroelectric Plant	Corriente de río	27-Dec-2011	52 131	2.26	24
GU ₅	1834	Xocbal Hydroelectric Project	Corriente de río	17-Nov-2006	311 438	13.50	94

Continúa

Anexo 1. Características principales de proyectos hidroeléctricos de gran escala MDL, registrados por países de América Central en 2003-2012 (continuación)

Clave	Número de referencia del proyecto	Título de registro del proyecto	Sub-tipo de Proyecto (PNUMA)	Fecha del inicio de la validación	Reducción de emisiones al año (Tons. CO ₂ e)	%	Capacidad instalada (MW)
Honduras							
HO	5071	La Vegona Hydroelectric Project	Corriente de río	4-Jun-2010	109 168	4.73	38
Panamá							
PA ₁		Baitun Hydroelectric Project	Corriente de río	21-Sep-2011	209 968	9.10	87
PA ₂		Bajo de Mina Hydroelectric Project	Corriente de río	29-Sep-2011	137 007	5.94	57
PA ₃	5960	Bajo Frío Hydro Power Project	Corriente de río	24-May-2011	151 560	6.57	58
PA ₄	3237	Barro Blanco Hydroelectric Power Plant Project	Preso nueva	27-Jun-2009	66 934	2.90	29
PA ₅	6588	Dos Mares Hydroelectric Project	Corriente de río	22-May-2010	349 444	15.14	118
PA ₆	8452	Mendite Hydroelectric Power Plant Project	Corriente de río	4-Sep-2009	56 841	2.46	20

Nota: los proyectos Both Baitun y Bajo de Mina fueron renegociados, de modo que su validación comenzó en junio de 2014 con registro el 21 de diciembre del mismo año, y con los números de referencia del MDC 9616 y 9726, respectivamente.

Fuente: UNFCCC (2020).

BIBLIOGRAFÍA

- Anagnostopoulos, K., Flamos, A., Kagiannas, A. G. y Psarras, J. (2004). The impact of clean development mechanism in achieving sustainable development. *International Journal of Environment and Pollution*, 21(1). <https://doi.org/10.1504/IJEP.2004.004175>
- Banco Mundial (2019). Indicadores del Desarrollo Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/>
- Burian, M. y Arens, C. (2014). The clean development mechanism: ¿A tool for financing low carbon development in Africa? *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 6(2). <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-03-2013-0033>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2013). Centroamérica: Estadísticas del Subsector Eléctrico 2012. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/26293-centroamerica-estadisticas-subsector-electrico-2012>
- _____ (2019). Estadísticas e indicadores. Ambientales/Proporción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con respecto al total global Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp
- _____ (2020a). CEPALSTAT: bases de datos y publicaciones estadísticas. Perfiles Nacionales. <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/perfilesNacionales.html?idioma=spanish>
- _____ (2020b). CEPALSTAT. Indicadores: índice de concentración de Gini. <https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=1&idTema=935&idIndicador=3289&idioma=e>
- Fay, J., Kapfudzaruwa, F., Na, L. y Matheson, S. (2012). A comparative policy analysis of the clean development mechanism in South Africa and China. *Climate and Development*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/17565529.2011.628182>
- Greco, S., Ehr Gott, M. y Figueira, J. (2015). Multiple criteria decision analysis: State of the art survey. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-3094-4>
- Karakosta, Ch., Doukas, H. y Psarras, J. (2009). Directing clean development mechanism towards developing countries' sustainable development priorities. *Energy for Sustainable Development*. 13. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2009.04.001>
- Molina-Rodríguez, C. B. (2019). *Gobernanza climática en América Central: el comercio de derechos de emisión, 2008-2012* [Tesis de Doctorado, El Cole-

- gio de México, A.C.]. https://colmex.userservices.exlibrisgroup.com/view/delivery/52COLMEX_INST/1292803000002716
- Qin, X., Huang, G., Chakma, A., Nie, X. y Lin, Q. (2008). A MCDM-based expert system for climate-change impact assessment and adaptation planning-A case study for the Georgia Basin, Canada. *Expert Systems with Applications*. 34(3). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.02.024>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill.
- Sutter, C. y Parreño, J. C. (2007). Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects. *Climatic Change*. 84. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9269-9>
- UNFCCC (2002). Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001 Addendum Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://undocs.org/en/FCCC/CP/2001/13/Add.1>
- _____ (2015). Project Activities. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cdm.unfccc.int/Projects/index.html>
- _____ (2019). CDM Project Design Document and methodology forms: Project search: Sectoral scopes. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- _____ (2020). *CDM / Project Search, Energy Industries (renewable / non-renewable sources)*, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- Velasquez, M. y Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*. 10. https://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor_vol10_no2_p56_p66.pdf