

**ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y VENTAJAS FINANCIERAS DE
PROYECTOS CARACTERIZADOS COMO MECANISMOS DE
DESARROLLO LIMPIO**

MARILYN LÓPEZ PIÑEROS COD. 0625343

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2013**

**ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y VENTAJAS FINANCIERAS DE
PROYECTOS CARACTERIZADOS COMO MECANISMOS DE
DESARROLLO LIMPIO**

MARILYN LÓPEZ PIÑEROS COD. 0625343

DIRECTOR

Ms. VÍCTOR JAVIER JIMÉNEZ CARABALÍ

CO - DIRECTORA

Phd. (s) CLAUDIA CECILIA PEÑA MONTOYA

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2013**

Tabla de contenido

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2	ESTADO DEL ARTE	13
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Objetivo General.....	17
3.2	Objetivos Específicos	17
4	NORMATIVA DE LOS PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO ..	18
4.1	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC.....	18
4.2	El Protocolo de Kioto	19
4.3	El Mecanismo de Desarrollo Limpio	20
5	CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS MDL	20
5.1	Proyectos de captura o absorción de CO ₂ de la atmósfera	21
5.2	Proyectos de reducción de emisiones de GEI	21
5.3	Distribución por sector de los Proyectos MDL	23
6	CICLO DE MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO	26
6.1	Definición de Adicionalidad	26
6.2	Definición de Metodología de Línea de Base	27
6.3	Descripción de las etapas del Ciclo MDL	27
6.4	Elegibilidad de un Proyecto MDL	32
6.5	Esquema del Ciclo MDL	33
6.6	Proyectos que presentan limitantes para su desarrollo	34
6.7	Diferencias en el ciclo MDL entre proyectos de pequeña y gran escala	34
7	MARCO INSTITUCIONAL PARA EL MDL EN COLOMBIA.....	35
7.1	Actual problemática ambiental y su incidencia en Colombia	35
7.2	Normatividad sobre Cambio Climático en Colombia.....	35
7.3	Autoridad Nacional Designada (AND).....	37
7.4	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y los MDL	37
7.5	Procedimiento para que un proyecto MDL sea aprobado en Colombia	38
7.6	Incentivos Tributarios para empresas que implementen proyectos MDL – Ley 788 de 2002	39
8	COLOMBIA Y LA EVOLUCIÓN DE SU PARTICIPACION EN LOS MDL	40
8.1	Información general sobre la participación de Colombia a nivel mundial en los MDL	41
9	ELEMENTOS FINANCIEROS QUE CARACTERIZAN A LOS PROYECTOS DE MDL	47
9.1	El mercado de carbono	47
9.2	Tipos de mercado de Carbono.....	48
9.2.1	Mercados de Carbono Regulados:.....	48
9.2.2	Mercado Voluntario de Carbono	49
9.2.3	Compradores de Bonos de Carbono.....	50
9.3	Ingresos por venta de CERS	51
9.3.1	Volumen de CERS	51
9.3.2	Costos de transacción	52

9.3.3	Fijación del precio de los CERs en el mercado de carbono	53
9.3.4	Precios históricos de los CERS periodo enero de 2008 a Julio de 2013.....	54
9.4	Estructuras de transacción de CERs	57
9.5	Financiación de proyectos bajo el MDL	58
9.5.1	Modelos de Financiación bajo del MDL	59
9.5.2	Caracterización de los Modelos de Financiación bajo del MDL	59
9.5.3	Fuentes de Financiación	60
9.6	Casos de estudio Colombianos.....	61
9.6.1	Síntesis: Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena.....	62
9.6.2	Análisis de sensibilidad VPN Caso: Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena	65
9.6.3	Síntesis: Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW.....	67
9.6.4	Análisis de sensibilidad VPN Caso: Santiago 2.8 MW.....	68
9.6.5	Síntesis: uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de CEMEX en Cúcuta.....	69
9.6.6	Análisis de sensibilidad VPN caso: uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento CEMEX en Cúcuta.	70
10	CONCLUSIONES.....	73
11	Trabajos citados	76

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Participación en proyectos MDL por sector en Colombia</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 2: Evolución de los proyectos formulado en Colombia dentro del Ciclo MDL en cada sector.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 3: Comportamiento por sector en cuanto a formulación de proyectos MDL y potencial de reducción de emisiones de los proyectos formulados en Colombia.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4: Viabilidad de los proyectos con y sin el incentivo MDL dado un escenario base</i>	<i>62</i>

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Precios históricos promedios anuales de EUAs- CERs periodo 2008 – 2012</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 2: Precios históricos promedios mensuales EUAs- CERs periodo enero 2008 – abril 2013</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 3: Precios históricos promedios mensuales de EUAs- CERs periodo agosto 2012 – julio 2013.</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 4: Precios históricos promedios mensuales de EUAs- CERs periodo agosto 2008 – Julio 2009.</i>	<i>57</i>

LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1: Sectores industriales para la formulación de Proyectos MDL</i>	<i>22</i>
<i>Cuadro 2: Ciclo MDL – Etapas y actividades base</i>	<i>32</i>
<i>Cuadro 3: Descripción de los principales GEI y su potencial de Calentamiento Global</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 4: Estructuras de transacción.....</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro 5: Modelos de financiación bajo el MDL.</i>	<i>60</i>
<i>Cuadro 6: Síntesis Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro 7: Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW.....</i>	<i>68</i>
<i>Cuadro 8: Uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de CEMEX en Cúcuta. ...</i>	<i>70</i>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: CERs esperados en 2012 por sector a nivel mundial</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 2: Distribución de Proyectos MDL por sector a nivel mundial año 2012</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 3: Distribución de Proyectos MDL por sector en Latinoamérica año 2012</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico 4: CERs esperados en 2012 por sector en Latinoamérica.....</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 5: Distribución por país de los proyectos de MDL en Latinoamérica año 2012</i>	<i>42</i>
<i>Gráfico 6: Distribución del volumen de CERs esperados en 2012 en Latinoamérica por país.</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 7: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase II</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 8: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase II - III</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 9: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase I - IV.....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 10: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Santiago 2.8 MW.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 11: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto CEMEX</i>	<i>71</i>

LISTA DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Ingresos por venta de CERs</i>	<i>51</i>
---	-----------

LISTA DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1: Ciclo Proyectos MDL</i>	<i>34</i>
--	-----------

INTRODUCCIÓN

El clima ha llegado a convertirse en uno de los desafíos más críticos que se han presentado jamás a la humanidad, el cambio climático no es exclusivamente un problema ambiental, se ha convertido en un tema que afecta a la economía, al comercio y a la seguridad y que dominará cada vez más las políticas mundiales y nacionales, a medida que las repercusiones del cambio climático se hagan más evidentes, como el cambio climático es un problema de alcance mundial, necesita también una respuesta mundial que integre los intereses y necesidades de todos los países; desde su entrada en vigor en 1994, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha contribuido de forma decisiva a abordar el cambio climático y la necesidad de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el objetivo último de la Convención, a la que se han adherido prácticamente todos los países, es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida peligrosas injerencias humanas en el sistema climático, el Protocolo de Kyoto, vástago del Tratado de la Convención, entró en vigor en 2005, el Protocolo constituye un primer paso importante en la lucha contra el cambio climático mundial, establece compromisos específicos y vinculantes de reducción de las emisiones así como mecanismos de flexibilidad que contribuyen a este propósito (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2007), estos mecanismos de flexibilidad, posibilitaron el surgimiento del mercado del carbono, un mercado de dimensiones internacionales, sustentado con base a la generación, intercambio y comercialización de las unidades de reducción de emisiones de GEI¹ y derechos de emisión, los países en desarrollo, no tienen compromisos de reducción de emisiones dentro del Protocolo de Kioto, no se les asignan derechos de emisión y no están habilitados para participar en el Comercio Internacional de Emisiones, su participación se limita a la formulación y ejecución de Mecanismos de Desarrollo Limpio que contribuyan a la reducción de GEI, esta posibilidad genera un potencial aumento de sus ingresos, a través de la venta de CERs² (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012) junto con otros beneficios anexos que trae consigo la adopción de este tipo de mecanismos, considerando esto, se tiene que los MDL representa una oportunidad de lograr beneficios a través de la mitigación del calentamiento global. Colombia como parte firmante del Protocolo de Kioto para la acogida de este tipo de proyectos, cuenta con una normativa bien estructurada que brinda apoyo y respaldo a este tipo de iniciativas y las estadísticas indican una activa participación por parte del país en el desarrollo de estos proyectos, esto significa que, la expectativa frente a los beneficios esperados en torno a este tipo de proyectos es amplia, por lo tanto, hacer una estimación acerca de los impactos financieros esperados en los proyectos de MDL es una buena oportunidad para sentar bases sólidas que permitan entender de manera objetiva estas expectativas, para llevar a cabo esta tarea es necesario entender cómo funcionan los MDL y cuáles son las características que los diferencian de los

¹ La temperatura del planeta va ascendiendo gradualmente debido al llamado **efecto invernadero**, causado por la presencia creciente en el aire de una serie de gases que atrapan el calor impidiendo su salida al espacio exterior. Estos gases transmiten el calor atrapado al resto de la atmósfera provocando un incremento general de temperatura, dichos gases reciben el nombre de Gases de Efecto Invernadero. Los GEI son gases de origen natural y antropogénico. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de nitrógeno (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son algunos de los principales GEI. Recientemente, se han incorporado a la atmósfera algunos GEI producidos exclusivamente por el hombre; por ejemplo: clorofluorocarbono (CFC), hidrofluorocarbono (HFC), hexafluoruro de azufre (SF₆).

² Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.

proyectos convencionales, tales como el ciclo MDL y la clasificación de estos, además de profundizar en aspectos trascendentales que influyen en los resultados esperados de los proyectos tales como las variables que determinan los ingresos por venta de CERs, dentro de las cuales se destaca el precio de los CERs el cual es muy volátil, y se define en los mercados de carbono, dicho lo anterior.

El siguiente trabajo ha sido desarrollado con el objetivo de establecer el impacto financiero esperado en los proyectos de Mecanismos de Desarrollo limpio que son implementados en Colombia, en el documento se abordan temas tales como, el calentamiento global, la CMNUCC, el protocolo de Kioto, el ciclo MDL, la clasificación de los proyectos MDL, la normativa de los proyectos MDL en Colombia, la participación de Colombia a nivel general en esta iniciativa y finalmente para contextualizar y concretar el objetivo general del trabajo se analizan tres caso de proyectos MDL Colombianos registrado ante la JE del MDL haciendo énfasis en la rentabilidad de estos en función de los precios de los CERs.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las variaciones climáticas han sido una constante a lo largo de la historia de la tierra, sin embargo en las últimas décadas se han percibido modificaciones sustanciales en el régimen climático que no pueden ser explicadas por la variabilidad climática natural, lo que ha conllevado a que exista un consenso casi total entre la comunidad científica internacional en afirmar que estos cambios se deben a la influencia de los seres humanos sobre el clima global; precisamente el incremento exponencial de las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) se ha registrado por expertos en el tema, y se considera como la causa del cambio climático, estos gases son los encargados de regular la cantidad de radiación solar que llega al planeta y la que sale, (Postigo, y otros, 2013) El cambio climático es uno de los mayores desafíos que la humanidad deberá afrontar en el presente siglo, amenaza el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y puede acarrear un retroceso en los niveles de desarrollo del ser humano y en las comunidades más pobres y vulnerables. (PNUD, 2010). Estudios recientes del Banco Mundial (2010) y de CEPAL (2009), reconocen que “los países en desarrollo son los más expuestos al cambio climático”, ya que tendrán que soportar “la mayor parte de los costos provocados por los daños, entre el 75% y el 80%” (Postigo, y otros, 2013), entre los impactos a nivel económico, social y ambiental que puede acarrear el cambio climático para Colombia se prevé la afectación en la infraestructura portuaria, carreteras, aeropuertos, servicios públicos, vivienda, industrias, así como en la infraestructura agroindustrial, de salud, turística y de comunicaciones, aumento en los costos de producción por impactos en la provisión de materias primas y logística, se podrá presentar afectación en el suministro agrícola, pecuario y piscícola, es posible que se presenten con mayor frecuencia incendios forestales, derrumbes e inundaciones, aumento de enfermedades infecciosas por llegada de vectores³ a otros pisos térmicos, todo esto impactará a las poblaciones locales afectando la capacidad de trabajar, su salud, y podrá generar desplazamientos y diversos conflictos sociales; La alteración de los ciclos hidrológicos y la reducción de la disponibilidad de agua en diferentes cuerpos de agua tendrán impactos sobre fauna, flora y ecosistemas, igualmente, esto aunado al aumento de temperatura incrementará los fenómenos de desertización y el derretimiento de los glaciares y la reducción de los ecosistemas de páramo y bosques andinos, reguladores del agua en el país, para el caso de las zonas costeras, se podrá presentar intrusión salina en las fuentes de agua potable (Herrera, Gómez, & Ortega, 2010); dada la diversidad y complejidad de los impactos del cambio climático, dichos impactos deben tomarse en cuenta dentro de los procesos de planificación de los países, el cambio climático obliga a concebir el desarrollo de manera diferente, ya que para reducir sus riesgos es necesario hacer cambios profundos y sistémicos que promuevan estilos de vida y de consumo más sostenibles. Estos cambios son: 1) la descarbonización de la economía o la promoción de un desarrollo de baja intensidad en el consumo de carbono (mitigación); y 2) un desarrollo más resiliente, resistente y con capacidad de adaptarse a los impactos y las

³ En términos biológicos, un vector es un agente generalmente orgánico que sirve como medio de transmisión de un organismo a otro. Los vectores biológicos se estudian por ser causas de enfermedades, pero también como posibles curas.

oportunidades del cambio climático, lo que implica una relación más armónica entre las actividades humanas y el territorio. (PNUD, 2010) Algunos indican que, dada la desaceleración económica, se debe relegar la lucha contra el calentamiento global, al contrario, reestructurar la economía mundial para luchar contra el cambio climático contribuiría a restablecer la demanda agregada y el crecimiento. (Stiglitz, 2013) el cambio climático constituye un reto fundamental para la elaboración de políticas de la sociedad, ya que representa una amenaza cuya magnitud exacta es desconocida, pero que es potencialmente masiva y que afectará en mayor medida a los que ya hoy presenten más debilidades, el marco convencional costo-beneficio es difícil de aplicar a la política relacionada a la climatología, y el impacto de las decisiones adoptadas hoy continuará emergiendo durante décadas o incluso siglos, los gobiernos de todo el mundo, en cooperación con el sector privado, han ido implementando diversas políticas y medidas para mitigar el cambio climático; paralelamente existe una amplia infraestructura multilateral para tratar la cuestión en su ámbito más natural, es decir, el internacional (Meiattini, 2009). En diciembre de 1997, después de dos años y medio de intensas negociaciones, los gobiernos respondieron a la creciente presión pública para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la adopción del Protocolo de Kioto. Se establecieron restricciones legales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, pero también se desarrollaron mecanismos destinados a reducir el costo de las emisiones de gases. (Luiz & Muller, 2008) El Protocolo de Kioto establece tres Mecanismos de Flexibilidad para la mitigación del cambio climático, el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Mecanismo de Aplicación Conjunta (AC), pensados para facilitar a los países del Anexo I⁴ de la Convención el alcance de los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la justificación de la inclusión de estos sistemas flexibles en el Protocolo de Kioto se basa en el carácter global que supone el reto del cambio climático y, por lo tanto, el efecto, independiente de su origen, que tienen las reducciones de emisiones sobre el sistema climático. Así, estos mecanismos permitirían el logro de los objetivos mundiales con el mayor grado de eficiencia económica (Fernández Cuesta & Fronti de García, 2005). En particular el MDL, permite la inversión de un país Anexo I en un país no incluido en el Anexo I, para la realización de proyectos de mitigación o de fijación de carbono. El país avanzado recibe los créditos de reducción del proyecto, que utiliza para alcanzar sus compromisos dimanantes del Protocolo (ONU, Naciones Unidas, 1998). El país receptor será elegido tanto por sus escenarios de emisiones como por sus características y su estructura económico-tecnológica, que convierten en atractivas y eficientes las inversiones, eso permite compaginar la minimización de los costos de la mitigación con la oportunidad de contribuir a la causa del *Desarrollo Sostenible*⁵ de los países menos avanzados gracias a las consecuencias positivas desde un punto de vista medioambiental

⁴El Anexo I se refiere a la lista de países industrializados, incluyendo aquellos en economías en transición, presentada en el documento oficial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

⁵ DESARROLLO SOSTENIBLE (DS): es un concepto en continua evolución, es la manera de progresar dando satisfacción a las necesidades de hoy, sin causarles perjuicios a las generaciones futuras. El DS se enfoca en el equilibrio entre el crecimiento económico, el progreso social y el balance ecológico: estos son los tres pilares en los que se apoya. (Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, CECODES, 2009)

o económico-social de la inversión, como es el caso, por ejemplo, de la instalación de plantas de energías renovables, o de sistemas de ahorro de energía o materias primas, o de la creación de empleo, derivada de la ejecución del proyecto, de hecho, el potencial de mitigación de los países menos avanzados es elevado y económicamente conveniente, principalmente a causa de las tecnologías obsoletas utilizadas en dichos Estados, a los beneficios derivados de la eficiencia económica se añade la contribución al desarrollo sostenible de los países receptores. Así, el país recibe un flujo de inversión privada y pública, que, muy valiosa en general, en el caso particular va generalmente a fomentar la infraestructura, elemento fundamental para el desarrollo, y por último, se genera una transferencia de tecnología limpia, piedra angular del desarrollo y de la lucha contra el cambio climático, de hecho, sólo la transferencia de tecnología permitirá realmente que la mitigación se extienda en las próximas décadas al tercer mundo, donde, efectivamente, se verificará la mayoría de las futuras emisiones, por lo tanto, el empleo y la difusión de tecnologías y prácticas limpias serán necesarios para permitir el salto cualitativo, a fin de que el desarrollo se pueda verificar sin tener que pasar por la etapa más contaminante, que al contrario han vivido los países occidentales. (Meiattini, 2009), El MDL se supone que debe lograr dos metas: disminuir los costos de mitigación y promover el desarrollo sostenible, en cuanto al primer objetivo, las reducciones certificadas de emisiones (CERs), siendo igual a una tonelada métrica de CO₂ equivalente, siempre se venden con un descuento a las Aceptaciones Europeas (AUE) y el MDL es, para los países en desarrollo, una excelente oportunidad para atraer inversiones y transferir tecnología en proyectos de mitigación que en muchos casos coinciden con los planes nacionales de desarrollo sustentable (CSDA, Center for Sustainable Development in the Americas, 2000) , sin embargo, frente a la meta de la sostenibilidad, hay quienes sostienen que su función es en gran medida marginada (Olsen, 2007), los proyectos de reducción de emisiones de bajo costo no están necesariamente alineados con el objetivo de desarrollo sostenible en los países anfitriones, algunos ejemplos son los proyectos industriales de gas, como los hidroclorofluorocarbonos (HFC) y óxido nitroso (N₂O), estos proyectos pueden generar grandes volúmenes de CERs a bajo costo, pero tienen pocos beneficios de sostenibilidad más allá de contribuir a la mitigación del cambio climático; Los polémicos proyectos industriales de gas están siendo eliminados gradualmente debido a la saturación de las oportunidades de proyectos y las regulaciones estrictas, la energía renovable y la eficiencia energética se han convertido en los principales tipos de proyectos de MDL debido a que tienen fuertes co-beneficios más allá de mitigación del cambio climático, por ejemplo, la energía renovable sustituyendo los combustibles fósiles en plantas de energía reducirá no sólo los GEI, sino también otros contaminantes del aire como el dióxido de azufre, óxido de nitrógeno y partículas (Zhang & Wang, Co-Benefits and Additionality of the Clean Development Mechanism: An Empirical Analysis, 2011) ; El MDL se presenta entonces, como el instrumento que puede ayudar a resolver las tensiones entre las reducciones de emisiones, a las cuales corresponde un beneficio global, y los equilibrios locales más frágiles, pero, existen varias dificultades y riesgos relacionados con la elección del país receptor, con las posibles barreras financieras e institucionales y con las incertidumbres del proceso de aprobación. (Meiattini, 2009)

Dado lo anterior se plantean las siguientes preguntas de investigación complementarias entre sí:

¿Cuáles son las condiciones en las cuales se implementan y gestionan proyectos MDL en Colombia? y ¿Cuál es el impacto financiero asociado a la formulación, desarrollo e implementación de proyectos de MDL en Colombia? Desde la perspectiva de garantizar el desarrollo sostenible los MDL se consideran como una fuente de oportunidades, bajo la convicción de que la implementación de proyectos de MDL es una estrategia encaminada a la mejora en la eficiencia en los procesos productivos, en los productos y en los servicios, por lo tanto, es trascendental conocer , entender y dimensionar el impacto financiero al cual están expuestos aquellos entes que deciden adoptar proyectos de MDL para que esto sirva de guía en la formulación de estrategias para el desarrollo de los mismos sin necesidad de incurrir en acciones optimistas basadas en especulaciones no fundamentadas.

2 ESTADO DEL ARTE

Dado el potencial que ofrece el MDL para países en desarrollo, se realizó el **ESTUDIO DE ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MDL EN COLOMBIA**, este informe elaborado en abril del año 2000 por el Ministerio del Medio Ambiente en colaboración con otras entidades tiene tres objetivos: Primero, evaluar el potencial de Colombia frente al nuevo mercado en términos de los beneficios potenciales y su competitividad. Segundo, identificar las restricciones que puedan limitar el desarrollo de dicho potencial, y tercero, desarrollar líneas estratégicas para superar las restricciones identificadas y maximizar los beneficios potenciales del MDL para el país (Ministerio del Medio Ambiente, 2000).

Néstor Monroy y Alejandro Aguirre Con el fin de evaluar las posibilidades del MDL en el sector industrial, y simultáneamente tener una referencia básica como guía, que incluya los factores determinantes para su realización, presentan en el año 2003 un artículo titulado, **El protocolo de Kioto: ¿ una oportunidad para la industria colombiana?**. Donde se analiza lo que sería un proyecto de sustitución de combustibles dentro de una planta cervecera, entre los resultados arrojados por el estudio, se destaca el hecho de que las empresas que utilicen el MDL antes que los requisitos ambientales exijan la sustitución, perdiéndose el reconocimiento de la adicionalidad de las reducciones, obtendrán una fuente adicional de financiación, reducirán su riesgo operacional y ganarán eficiencia (Monroy & Aguirre, 2003).

Fronti y Fernández en su artículo: **“El protocolo de Kioto y los costos ambientales”** publicado en 2007 en Argentina, proponen un análisis de los costos ambientales asociados a la adopción del Protocolo de Kioto por parte de los países, el estudio concluye que, la entrada en vigor del Protocolo de Kioto repercute directamente en las empresas, modificando sus inversiones y planes financieros, sus ingresos y gastos y sus niveles de riesgo (Fronti de García & Fernández Cuesta, 2007).

Sabogal Aguilar escribe en Bogotá (Colombia) en el año 2007 su artículo: **“Generación de pagos por certificados de reducción de emisiones, bajo el mecanismo de desarrollo limpio para cercos vivos en la Cuenca alta del Rio Pasto”** donde explora la posibilidad que tienen las comunidades y propietarios de pequeños predios de la Cuenca alta del rio Pasto de contribuir a la mitigación del cambio climático a la vez que obtienen ingresos monetarios y otros beneficios por la participación en proyectos del MDL forestales, la investigación sienta las bases para el aprovechamiento de las 22.947 hectáreas que tiene la Cuenca alta del rio Pasto (Sabogal Aguilar, 2007).

Alexander Bozmosky, Maria Carmen Lemos y Emily Boyd, en su artículo **“Prosperous Negligence: Governing the Clean Development Mechanism for Markets and Development ”** abordan la propuesta de inversión y desarrollo sostenible contenida en el protocolo de Kioto bajo el MDL y analizan la

contribución del MDL en la consecución de los ODM⁶ (Objetivos del Milenio), de acuerdo a los autores, los MDL han aportado pocos beneficios para las comunidades locales de los países en desarrollo debido a la desigualdad en la distribución de los proyectos y la selección subóptima de los mismos, un ejemplo de ello es que, los países en desarrollo más grandes logran mayores beneficios a través de subsidios en los sectores de refrigerantes, nylon y fertilizantes. (Bozmosky, Lemos, & Boyd, 2008)

Matsuhashi, Shinozaki y Yoshida publicaron en el año 2008 en Japón un artículo titulado “ **Management of risks in clean development mechanism projects**” en el cual realizan una investigación acerca de cómo cuantificar y administrar el riesgo asociado a los proyectos de MDL desde el punto de vista del inversionista, los resultados evaluados mostraron las condiciones bajo las cuales un proyecto de MDL es factible. (Matsuhashi, Shinozaki, & Yoshida, 2008)

Von Unger y Streck en Estados Unidos publican en 2009 su artículo “**An Appellate Body for the Clean Development Mechanism: A Due Process Requirement**” donde exploran la arquitectura de un sistema de apelación que pueda integrarse en la estructura y diseño de los MDL sobre la base de los dos principales requisitos del proceso, el derecho contemporáneo transnacional y las necesidades económicas funcionales de los MDL, con el ánimo de definir lineamientos de transparencia y garantías para todos los participantes de este proceso de adopción de proyectos de MDL (Von Hunger & Streck, 2009).

Restrepo Giraldo en 2010 en su trabajo de grado: “ **Estudio de factibilidad gerencial de proyectos de mecanismos de desarrollo limpio forestales en la cuenca del río Otún y su área de amortiguamiento**”, analiza la posibilidad que brinda el Protocolo de Kioto para el desarrollo de este tipo de proyectos en la referida zona de Colombia, evaluando la disposición de esta zona compuesta por varios parques y áreas de protección de fauna y flora, para el desarrollo de este tipo de proyectos en sus áreas de amortiguación y los resultados determinan si existen condiciones técnicas, administrativas y jurídicas para el desarrollo de proyectos de MDL y Mercados Voluntarios de Certificados; igualmente el proyecto establece cuáles son los factores de riesgo potencial (políticos, económicos o técnicos) en el desarrollo de proyectos MDL (Restrepo Giraldo, 2010).

Zhongfa Ma en su artículo “ **The Effectiveness of the Kyoto Protocol and Consummating the Legal Institution for International Technology Transfer**” del año 2005 plantea que uno de los objetivos del protocolo de Kioto que es la transferencia de tecnologías amigable con el medio ambiente, no ha sido logrado en las mejores condiciones, debido principalmente a los defectos de las normas y de los mecanismos, en este contexto, ubica específicamente a China y realiza un análisis al respecto, concluyendo que el país debe buscar el desarrollo sostenible a través de una cooperación económica internacional que beneficie a todas las partes involucradas (Ma, 2010).

⁶ Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, también conocidos como Objetivos del Milenio (ODM), son ocho propósitos de desarrollo humano fijados en el año 2000, que los 189 países miembros de las Naciones Unidas acordaron conseguir para el año 2015. Estos objetivos tratan problemas de la vida cotidiana que se consideran graves y/o radicales

Zhang y Wang en su artículo: **“Co-Benefits and Additionality of the Clean Development Mechanism: An Empirical Analysis”**, publicado en el 2011. Proponen un enfoque econométrico para valorar las reducciones de dióxido de azufre logradas en China gracias a la implementación de proyectos de MDL valorando de manera indirecta la adicionalidad, como resultado del estudio se evidencio que la reducción en los niveles de dióxido de azufre no fue significativa, lo cual dio lugar a dudas respecto de la adicionalidad bajo la cual fueron adoptados dichos proyectos, no obstante el resultado obtenido se dio bajo el análisis de determinados proyectos, para lograr que ello sea una generalización es necesario abordar todos los proyectos de MDL en el mundo. (Zhang & Wang, Co-Benefits and Additionality of the Clean Development Mechanism: An Empirical Analysis, 2011)

Knut Einar Rosendahl y Jon Strand en su artículo **“Carbon Leakage from the Clean Development Mechanism”** plantean que los proyectos de MDL pueden dar lugar a una serie de fugas de emisiones las cuales pueden tener repercusiones en el equilibrio del mercado energético, para abordar este supuesto se apoyan en un modelo matemático, dentro de los resultados obtenidos se destaca una amplia concepción de lo que son las fugas y la dificultad para atribuir estas a un determinado proyecto MDL, en consideración de ello se proponen varias discusiones que deberán ser abordadas a futuro con el fin de establecer una forma óptima de identificar el origen de las fugas y como estas deben ser reconocidas al momento de conceder CERs a un determinado proyecto. (Einar Rosendahl & Strand, 2011)

Howison y Scharwz publican en 2010 en Inglaterra su artículo **“Risk-neutral pricing of financial instruments in emission markets”** donde presentan un enfoque para la fijación de precios de instrumentos financieros en los mercados de emisiones, considerando que, los principales instrumentos financieros en los mercados de emisiones y derivados de ellos se negocian activamente en las bolsas a pesar de la falta de un marco de fijación de precios, finalmente establecen una propuesta de un mecanismo de fijación de precios para los mercados de emisiones del sector eléctrico (Howison & Scharwz, 2012).

Adrian Lema y Rasmus Lema en su artículo **“Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power”** en el cual reconocen que la transferencia de tecnología es un elemento clave para garantizar un crecimiento de los países en desarrollo sin incurrir en grandes emisiones de carbono, hacen una revisión de la literatura que busca evaluar la magnitud de la transferencia de tecnología en el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), enfocándose en el caso de la energía eólica y su contribución a la transferencia de tecnología, con el ánimo de ampliar este concepto, el marco, acerca de los mecanismos de transferencia de tecnología, de la investigación ha sido estructurado con literatura sobre tecnología y proyectos MDL que plantean diversos puntos de vista, los resultados muestran empíricamente que, la transferencia de tecnología en proyectos de energía eólica del MDL es mucho más amplia de lo que comúnmente se cree, además la evidencia sugiere que el nivel de desarrollo de los países de acogida cambia la naturaleza de la transferencia de tecnología. Los casos de China e India indican que la diversidad en los mecanismos de transferencia es un efecto de las capacidades industriales y tecnológicas ya existentes, y se demuestra que los proyectos MDL en China e

India tienden a utilizar tecnología que han logrado previamente independiente del proyecto MDL y no al revés, lo cual sugiere que la investigación y las políticas deben prestar más atención a la relación entre la transferencia de tecnología lograda a través de proyectos de MDL y las capacidades tecnológicas locales. (Lema & Lema, 2012)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Analizar las condiciones normativas y de mercado colombianas dispuestas para la formulación, gestión e implementación de proyectos MDL, con el fin de determinar el impacto financiero que se origina en dichos proyectos en el momento de la implementación.

3.2 Objetivos Específicos

- Clasificar los proyectos que pueden aplicar para mecanismo de desarrollo limpio mediante revisión bibliográfica haciendo énfasis en los alcances y características propias de cada tipo de proyecto.
- Determinar las etapas críticas del ciclo de un proyecto catalogado como MDL a partir del estudio de casos y el análisis de la normatividad que rige este tipo de proyectos.
- Examinar las posibilidades institucionales y de mercado que ofrece Colombia a proyectos MDL a partir de análisis de la normatividad y marcos legales del país dispuestos para este tipo de proyectos.
- Determinar mediante análisis de casos el impacto financiero de proyectos catalogados como MDL en Colombia.

4 NORMATIVA DE LOS PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO

La Convención Marco de las Naciones Unidas Contra el Cambio Climático es fruto de un proceso internacional de negociación a raíz de la publicación del Primer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), en este Informe se confirmaba la existencia y peligrosidad del fenómeno del cambio climático; El Protocolo de Kyoto, el acuerdo institucional más importante en relación al cambio climático, tiene su origen en dicha convención (Stop CO2 Euskadi), el Protocolo de Kyoto toma en cuenta tanto el carácter global de la protección climática, como también el deseo de minimizar los costos relacionados, a través de una cooperación en la protección climática entre países industrializados y en desarrollo, el mecanismo creado para ello es el MDL (Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania, 2009), este mecanismo permite que proyectos de inversión elaborados en países en desarrollo puedan obtener ingresos económicos adicionales a través de la venta de créditos de carbono llamados “Certificados de Emisiones Reducidas” (CERs), los cuales son transados en los Mercados de Emisiones. (Peña & Bent, 2007)

4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC

En la década de los años 80, las pruebas científicas demostraron que existe un vínculo entre las emisiones de los gases de efecto invernadero producidas por el hombre y el cambio climático mundial, lo que empezó a generar una inquietud pública, y motivó la celebración de una serie de conferencias internacionales, donde se hizo un llamado urgente para establecer un tratado global con miras a abordar el problema. Como respuesta a ello, en 1990 la *Asamblea General de las Naciones Unidas*⁷ creó el Comité Intergubernamental de Negociación de la Convención; este comité redactó el texto definitivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático – CMNUCC que fue aprobado en mayo de 1992, entrando en vigor el 21 de marzo de 1994. Colombia ratificó la convención mediante la Ley 164 de 1994 y es parte de ella desde el 20 de junio de 1995. El objetivo de esta Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas (ocasionadas por la actividad humana) en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. Teniendo como base el “Principio de Precaución” que indica que la ausencia de certeza científica no debe ser una excusa para posponer acciones frente a una amenaza seria o un daño irreversible, la Convención no especifica cuáles deberían ser los niveles de concentración de los gases, sólo señala que no deben ser peligrosos. De esta manera la Convención reconoce que actualmente no existe certeza

⁷ La Asamblea General es el órgano principal de las Naciones Unidas.

científica acerca de los índices de concentración que podrían catalogarse como peligrosos. No obstante, el objetivo de la Convención mantiene su validez independientemente de la evolución de la ciencia. Los aportes más importantes de la CMNUCC para abordar el problema del Cambio Climático son, según la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático (MAVDT, 2003):

- ❖ **Desarrollo Sostenible.** La Convención señala la necesidad e importancia de promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo.
- ❖ **Compromisos de los países desarrollados y en desarrollo.** Todas las Partes (Países) que conforman la CMNUCC deberán elaborar sus respectivos “Comunicados Nacionales” en los cuales se incluirán el inventario de gases de efecto invernadero, los programas nacionales desarrollados para mitigar el cambio climático y las estrategias para adaptarse a este fenómeno.
- ❖ **Apoyo financiero adicional de los países desarrollados y transferencia de tecnología.** Los países desarrollados apoyarán financieramente a los países en desarrollo en la elaboración de sus Comunicados Nacionales. Adicionalmente, podrán promover y financiar la transferencia o el acceso a tecnologías ambientalmente amigables.
- ❖ **Mecanismos financieros.** La Convención a través del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF – por sus siglas en inglés) opera y administra el mecanismo financiero de la CMNUCC. Con el fin de determinar los resultados del fondo, cada cuatro años es sometido a revisión. En el 2001 se evidenció la necesidad de crear dos nuevos fondos: i. Fondo Especial de Cambio Climático, y ii. Fondo para los Países más Pobres. El objetivo de estos nuevos fondos es ayudar a los países en desarrollo a adaptarse a los impactos del cambio climático, acceder a tecnologías más limpias y limitar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

4.2 El Protocolo de Kioto

En diciembre de 1997, después de dos años y medio de intensas negociaciones, los gobiernos respondieron a la creciente presión pública para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la adopción del Protocolo de Kioto. Se establecieron restricciones legales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, pero también se desarrollaron mecanismos destinados a reducir el costo de las emisiones de gases. El Protocolo de Kioto es un documento sumamente complejo y de largo alcance, pero su propósito fundamental es simple y sencillo: crear un mercado para las reducciones de gases de efecto invernadero, es decir, para los “créditos” resultantes de la reducción de las emisiones de gases (Luiz & Muller, 2008)

El Protocolo de Kioto establece medidas de acción interna para ser adoptadas por parte de los países para reducir las emisiones de GEI, y además establece tres mecanismos de flexibilidad accesorios a las mismas: Comercio de Emisiones (CE), Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), e Iniciativas de aplicación conjunta (AC), el objetivo de estos mecanismos es ayudar a los países

del Anexo – 1 a cumplir con sus objetivos de reducción de GEI. (ONU, Naciones Unidas, 1998).

4.3 El Mecanismo de Desarrollo Limpio

El MDL es un instrumento financiero que permite la comercialización de bonos de carbono tipo CERs en el Mercado de Carbono⁸ (López García, 2009), instrumento contemplado dentro del protocolo de Kioto, con dos objetivos específicos: por un lado, hacer que los países desarrollados cumplan con sus compromisos de mitigación al menor costo posible, y por otro lado, contribuir a promover el desarrollo sustentable en los países en desarrollo (ONU, Naciones Unidas, 1998), lo hace incentivando la inversión de los países industrializados en proyectos de mitigación de GEI (Gases de Efecto Invernadero) en los países en desarrollo, las reducciones en emisión de gases de efecto invernadero logradas gracias a dichos proyectos de mitigación, son contabilizadas y reconocidas por la JE⁹ del MDL como CERS y estas a su vez, son vendidas por el proponente del proyecto a empresas de países industrializados las cuales emplean para cumplir con su compromiso de reducción de emisiones adquirido al firmar el Protocolo de Kyoto (SERCAL), de ahí, la acepción de los MDL como instrumento financiero, pues, permite financiar¹⁰ parte del proyecto de mitigación a través de la venta de CERS, esto es válido dada la distribución global de los GEI, la mitigación se ve reflejada en las cifras acumuladas de emisiones en el ámbito mundial, independientemente de la latitud donde hubiese efectivamente ocurrido, es decir, el efecto en el cambio del clima mundial de una tonelada de dióxido de carbono emitida o reducida en Washington o en Lima es el mismo. (CSDA, Center for Sustainable Development in the Americas, 2000)

5 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS MDL

Según la forma de evitar la emisión de GEI, los proyectos MDL pueden ser de dos tipos: i) de captura o absorción de CO₂ de la atmósfera y ii) de reducción de emisiones de Gases De Efecto Invernadero, los proyectos de captura de CO₂ se rigen por una reglamentación distinta a la que regula las actividades de reducción de emisiones en el MDL, los proyectos también se pueden clasificar como grandes/normales o de pequeña escala de acuerdo a la cantidad de emisiones reducidas que generen. (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009)

⁸ El Mercado de Carbono corresponde al sistema de comercialización de reducciones de emisiones.

⁹ La Junta Ejecutiva del MDL es la autoridad regulatoria y punto de contacto para un Participante en un Proyecto MDL para el registro de los proyectos y la emisión de Certificados de Reducción de Emisiones.

¹⁰ Esta financiación se lleva a cabo a través de varias modalidades las cuales son ampliadas en un aparte posterior del presente documento.

5.1 Proyectos de captura o absorción de CO₂ de la atmósfera

Los Proyectos de captura o absorción de CO₂ de la atmósfera son proyectos de forestación y reforestación, esta iniciativa parte de que, los bosques son ecosistemas que tienen un rol importante en el ciclo de carbono ya que en las distintas etapas de su desarrollo absorbe carbono de la atmósfera por el proceso de la fotosíntesis, actuando como un sumidero, teniendo en cuenta esto se reconoce el rol de los bosques en la regulación del CO₂ a nivel global y esto es reconocido en el art 4 de la CMNUCC y en el art 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto. Según lo establecido por las decisiones de las COP/MOP¹¹, que son los órganos supremos que establecen las reglas del MDL, solo las actividades de forestación y reforestación están incluidas como actividades MDL forestales, no se incluye a la conservación y manejo de los bosques nativos.

5.2 Proyectos de reducción de emisiones de GEI

Los proyectos de reducción de emisiones de GEI deben estar formulados dentro de alguno de los siguientes sectores (categorías) industriales definidos en el Protocolo de Kyoto, (ONU, Naciones Unidas, 1998) :

SECTOR	DESCRIPCIÓN
Industrias de la energía (fuentes renovable y no renovables)	Proyectos de generación de electricidad o calor, provenientes de fuentes renovables como la eólica, mareomotriz, solar, hidroeléctrica, biomasa o geotérmica. En estos proyectos las reducciones de emisiones ocurren cuando se deja de utilizar fuentes fósiles para la generación de energía eléctrica y en su lugar se utilizan fuentes de energía renovable que no emiten GEI. La industria de la energía puede también mitigar las emisiones a través de cambio de combustibles o eficiencia energética por el lado de la oferta, por ejemplo realizar un proyecto de conversión de turbinas de ciclo abierto a ciclo combinado.
Distribución de energía	Incluye proyectos en los cuales se mejora la eficiencia energética en la transmisión y distribución de la electricidad. La eficiencia energética resulta en una reducción de la cantidad de combustible fósil necesaria para generar energía eléctrica.
Demanda de energía	Las reducciones en la demanda de energía tienen el potencial de reducir los consumos directos de combustibles fósiles, como el carbón o el gas, en la generación de energía eléctrica. Ejemplos de estos proyectos incluyen la eficiencia energética en la producción de vapor o la eficiencia energética de tecnologías específica, para edificios, casas o instalaciones agrícolas.

¹¹ La Conferencia de las Partes que sirve como la Reunión de las Partes al Protocolo de Kioto (CMP) es el organismo que toma la decisión final sobre MDL. Este organismo tiene autoridad sobre la JE y brinda orientaciones a la misma a través de la adopción de decisiones y resoluciones, publicadas en informes de la CMP. Estas marcan direcciones y establecen precedentes que sirven como referencia a futuras decisiones, y como base a procedimientos operativos. Las decisiones de la CMP son tomadas como directrices – requisitos obligatorios o reglas que buscan asegurar la implementación exitosa del Protocolo de Kioto (KP).

Industrias manufacturera	Incluyen proyectos de mejora en el proceso productivo, siendo un claro ejemplo la sustitución del clinker en la industria del cemento a través de un producto alternativo como la ceniza volcánica. Las emisiones son reducidas para evitar la producción de clinker, el cual es altamente intensivo en el consumo de energía y el uso de combustibles fósiles.
Industrias químicas	Proyectos de cambio en el proceso productivo o el tratamiento de gases residuales. Un ejemplo de la reducción de emisiones en una industria química, puede ser encontrado en la producción de ácido nítrico. A través de la destrucción del gas residual N_2O , el cual tiene un poder de calentamiento global significativo.
Construcción	A la fecha, no existen ejemplos de proyectos MDL en esta categoría o metodologías aprobadas.
Transporte	Los proyectos se enfocan en el uso de vehículos eficientes o el uso de combustibles de menores emisiones, incluyen proyectos que ayudan en la mejora de los servicios de transporte público.
Minería y producción de minerales	Incluyen las emisiones de metano de las minas de carbón. El metano que es capturado como parte del proyecto MDL puede ser quemado o usado para la generación de electricidad.
Producción de metales	Los PFCs son producidos como el resultado de “efecto ánodo” en las industrias de fundición de aluminio, los cuales pueden ser reducido por varias medidas de control.
Emisiones fugitivas de combustibles	Incluyen la recuperación y utilización del gas asociado de los pozos petroleros y las reducciones en las emisiones fugitivas de las fugas en las tuberías de gas.
Emisiones fugitivas de la producción y consumo SF6	Dstrucción de HFCs donde se presentan como fuentes de emisiones en el proceso productivo.
Uso de solventes	A la fecha, no existen ejemplos de proyectos MDL en esta categoría o metodologías aprobadas.
Manejo de residuos y disposición final	Incluye los efluentes líquidos como las aguas residuales provenientes de plantas de procesamiento, por ejemplo de palma aceitera o granjas de animales, así como la disposición final de residuos sólidos municipales. Los proyectos MDL en esta categoría involucran la captura del biogás para ser quemado o utilizado en la generación de electricidad y/o calor.
Agricultura	Las emisiones evitadas de metano o su recuperación de procesos de residuos industriales, a través de la combustión controlada de la biomasa, recuperación de las emisiones de las aguas residuales o la sustitución de las plantas de tratamiento anaeróbicas con procesos aeróbicos.

Cuadro 1: Sectores industriales para la formulación de Proyectos MDL

Fuente: Mecanismos de Desarrollo Limpio - Guía práctica para desarrolladores de proyectos MDL (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2013)

Después de identificar el sector al cual pertenece el proyecto, se debe establecer si el proyecto es de pequeña o de gran escala, serán clasificados como proyectos MDL de pequeña escala aquellos proyectos que cumplan con alguna de las siguientes condiciones (FONAFE, 2010):

- Proyectos de energía renovable con una capacidad instalada máxima de 15 MW.
- Proyectos de mejoramiento de eficiencia energética que reducen el consumo de energía en el lado de la oferta o la demanda hasta un equivalente de 60 GWh por año.
- Otros proyectos que reduzcan las emisiones antropógenas por fuentes y, además, emitan menos de 60 kilotoneladas de CO₂ equivalente (CO₂e) por año. (proyectos de agricultura, cambio de combustible, procesos industriales y manejo de residuos).

5.3 Distribución por sector de los Proyectos MDL

De acuerdo al *CDM Pipeline* del Centro UNEP RISOE, la base de datos de proyectos MDL desarrollada por el Centro RisoE de Energía, Clima y Desarrollo Sostenible del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el MDL involucra, a abril de 2012, más de 8.100 proyectos en diferentes etapas, de los cuales 3.962 ya son proyectos registrados, de los proyectos registrados, aproximadamente el 38% ha dado lugar a la expedición de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs, por sus siglas en inglés) (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011). En cuanto a la distribución de las emisiones de CERs por sector, la proyección era que hasta finales de 2012, el 35% de las emisiones corresponderían a proyectos de energías renovables, 28% a proyectos de reducción de óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs) y perfluorocarbonos (PFCs), 20% a proyectos de reducción de metano, cemento y minería de carbón, 9% a proyectos de eficiencia energética en el suministro, 6% a cambio de combustible, 1% a proyectos de eficiencia energética del lado de la demanda, 0,7% a proyectos de forestación y reforestación y 0,3% a proyectos de transporte (Gráfico 1); Como se muestra en el gráfico 2 la distribución de proyectos por tipo a nivel global, se tiene que el 65% corresponde a energías renovables, 17% a reducción de metano, cemento y minas de carbón, 8% a eficiencia energética en suministro, 4% a eficiencia energética del lado de la demanda, 2% a cambio de combustible, 2% a reducción de HFC, PFC y N₂O, 0,8% a forestación y reforestación y 0,6% a transporte. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

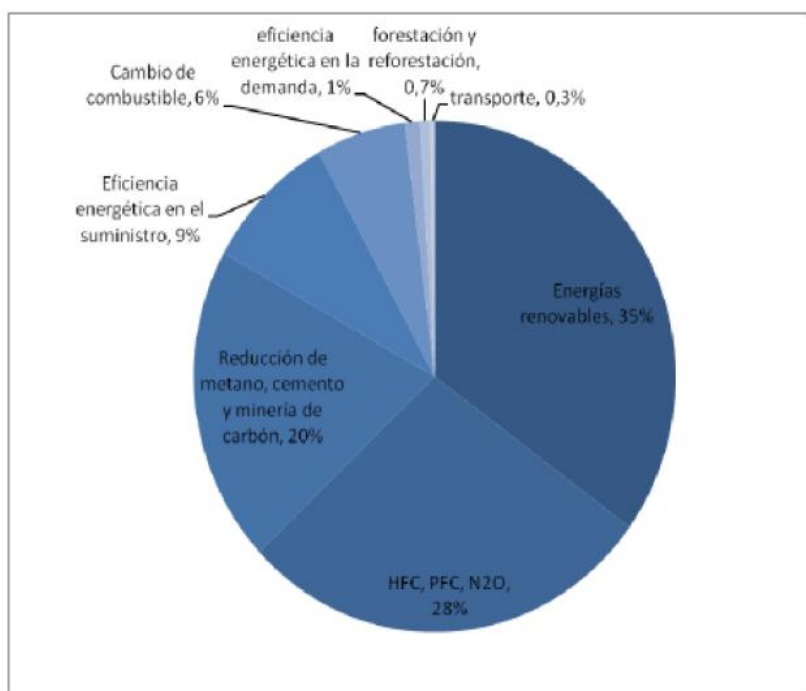


Gráfico 1: CERs esperados en 2012 por sector a nivel mundial

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono en América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

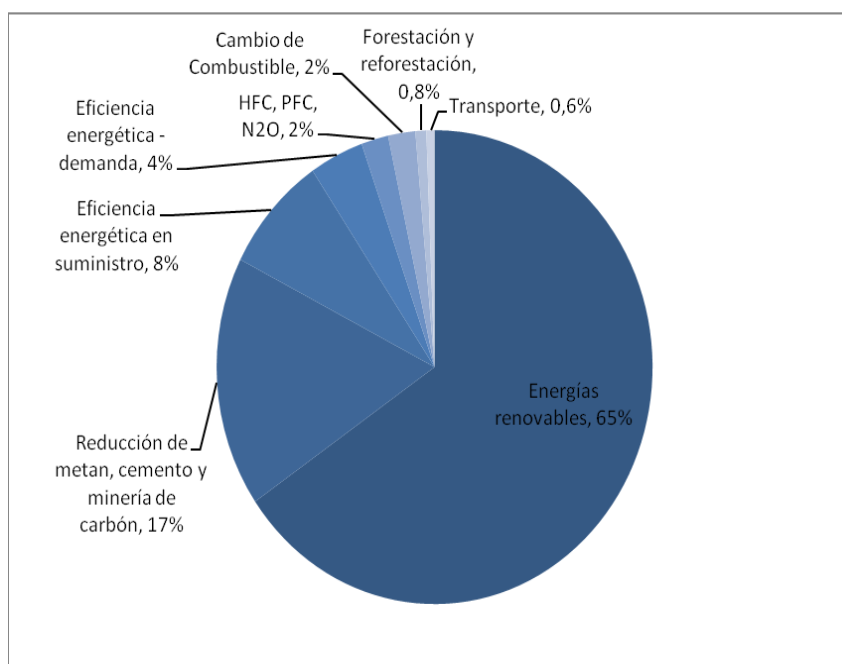


Gráfico 2: Distribución de Proyectos MDL por sector a nivel mundial año 2012

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono en América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

En cuanto a América Latina respecto a la distribución de proyectos MDL por sector, al igual que a nivel global, los proyectos de energías renovables los

cuales explican el 56% sobresalen del total, le siguen los proyectos de metano evitado con el 21%, la captura de metano en vertederos con el 12%, los proyectos de eficiencia energética tanto del lado de la oferta como de la demanda (3% cada uno), los proyectos de forestación y reforestación (2%), la reducción de HFC y N₂O (2%) y el cambio de combustible (1%) (Gráfico 3); La distribución de CERs por sector que se esperaba para finales de 2012 para América Latina, también guarda cierta correlación con el patrón a nivel mundial , 29% corresponde a proyectos de energías renovables, otro 29% a captura de metano, 18% a proyectos de reducción de HFC y N₂O, 14% a metano evitado, 4% a proyectos de eficiencia energética en suministro, 3% a proyectos de forestación y reforestación, 2% a proyectos de eficiencia energética del lado de la demanda y 1% a proyectos de cambio de combustible (Gráfico 4). Al igual que a nivel mundial, en la región también se verifica que los proyectos de energías renovables explican un gran porcentaje del total (56%), pero generan sólo el 29% de los créditos y, por el contrario, la reducción de HFC y N₂O explica sólo el 2% de los proyectos aunque genera el 18% de los CERs. En otro orden de cosas, en la región se observa una mayor participación de créditos provenientes de proyectos de forestación y reforestación que a nivel global (3% vs 0,8%). (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

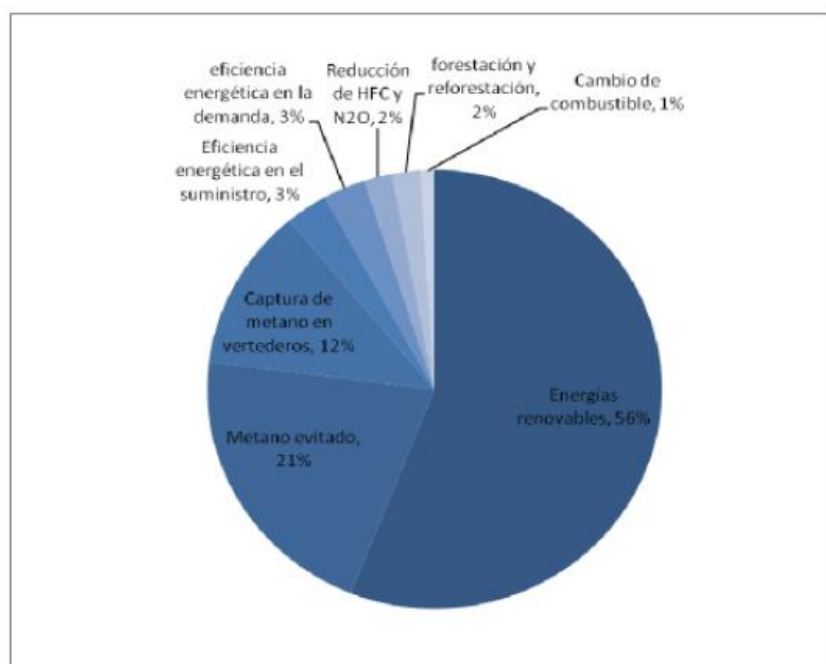


Gráfico 3: Distribución de Proyectos MDL por sector en Latinoamérica año 2012

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono en América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

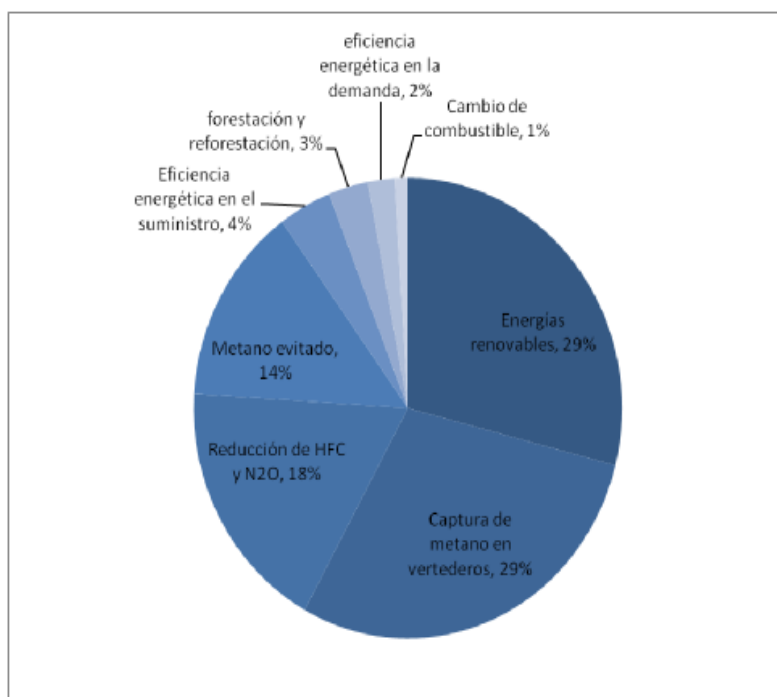


Gráfico 4: CERs esperados en 2012 por sector en Latinoamérica

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono en América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

6 CICLO DE MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

Todo proyecto que busca ser acreditado como MDL debe seguir el mismo criterio y completar los mismos pasos para estar en capacidad de negociar sus reducciones cuantificadas de gases de efecto invernadero en el mercado de carbono. A este proceso se le llama comúnmente el ciclo del Proyecto MDL (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004) , y fue establecido en el 2001 en los acuerdos de Marruecos (Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia, 2006) la CMNUCC define el ciclo de proyectos MDL en 7 etapas: Diseño de proyecto, Aprobación Nacional, Validación, Registro, Monitoreo, Verificación y Emisión de CERS. (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2013), este esquema ha sido adoptado por Colombia y se encuentra estipulado en la *Resolución 2734 del 29 de Diciembre del 2010 del MAVDT* en la cual, además de identificar el ciclo MDL, se establecen los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país y el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL y otras disposiciones relacionadas con los MDL (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

6.1 Definición de Adicionalidad

Una actividad de un proyecto de MDL es adicional si las emisiones de GEI se reducen con respecto a lo que hubieran ocurrido en la ausencia de la actividad de proyecto MDL. Existen aspectos importantes a tener en cuenta cuando se demuestra la adicionalidad de un proyecto MDL, el comúnmente aplicado término de “adicionalidad ambiental” significa que el proyecto es adicional si las emisiones del proyecto son más bajas que aquellas de la línea de base. Esto generalmente concierne a lo que hubiera sucedido sin el proyecto, el segundo aspecto, frecuentemente referido a la “adicionalidad del proyecto” es estricto e implica que el proyecto no sería económicamente viable sin el incentivo financiero creado por el MDL, la adicionalidad es un criterio clave para la elegibilidad MDL, para una actividad de proyecto MDL, se debe demostrar que el proyecto no podría desarrollarse sin la consideración de los ingresos correspondientes a la venta de los CER, además debe probarse que la cantidad de las emisiones de GEI del proyecto MDL serán más bajas que aquellas del escenario de la línea de base, es decir, si el proyecto no se desarrollase, en otras palabras, los promotores del proyecto deben ser capaces de demostrar que no hubieran podido implementar la actividad del proyecto MDL sin las ganancias de MDL debido al menos a una de las siguientes barreras: Barreras de inversión, Barreras económicas y financieras, Barreras tecnológicas, Barreras institucionales, Barreras debidas a prácticas prevalecientes, Barreras debidas a condiciones locales ecológicas, Barreras debidas a condiciones sociales, y/o Barreras relacionadas a la tenencia de tierras, propiedad, herencia y derechos de propiedad. (South Pole Carbon, 2009)

6.2 Definición de Metodología de Línea de Base

Una metodología de manera general, tiene el propósito de establecer el número de reducción de Emisiones que el proyecto que la acoja pueda generar, es el documento técnico en el que se basa la selección adecuada y sustentada del escenario de línea base y del escenario de la actividad del proyecto, cuya diferencia representa la reducción de emisiones que un proyecto pueda reclamar. Establece además la forma de demostrar el concepto fundamental de “adicionalidad” sobre el cual se basa la elegibilidad de los distintos proyectos de mitigación al MDL. Incluyen también la metodología para el monitoreo de las emisiones del escenario de la actividad del proyecto, una vez que este entre en operación. (Ministerio del Ambiente, 2011) Los participantes pueden optar por utilizar una metodología ya aprobada por la JE, o bien proponer una nueva metodología que se adapte mejor a su proyecto, en este último caso la metodología propuesta deberá previamente ser presentada para su aprobación por parte de la JE. (Bauer Ephrussi, y otros, 2005)

6.3 Descripción de las etapas del Ciclo MDL

A continuación se presenta el ciclo básico de un proyecto catalogado como MDL, el cuadro 2 muestra cada una de las etapas y las actividades relacionadas con ellas.

ETAPA	SUBETAPA	ACTIVIDAD
1. DISEÑO DEL PROYECTO		
1.1 Identificación del Proyecto	1.2 Preparación del Documento de Diseño del Proyecto	
El primer paso para el Proponente¹² de un Proyecto (PP) MDL en el ciclo MDL es la identificación y formulación de potenciales proyectos MDL. Un proyecto MDL debe ser real, mensurable y adicional. (PNUMA; Riso National Laboratory) La Junta Ejecutiva del MDL define como documento inicial para el ciclo de proyecto el Project Design Document (Documento de Diseño de Proyecto, PDD por sus siglas en inglés). Sin embargo, este documento es costoso y, por tanto, en una etapa inicial se suele preparar un perfil que es entregado para su evaluación a expertos y compradores de carbono para determinar preliminarmente su factibilidad a la luz de las reglas del MDL y decidir entonces si vale la pena proseguir con estudios más avanzados, este perfil se le conoce como PIN. El PCF (Prototype Carbon Fund – Fondo Prototipo del Carbono) generalizó el uso de la Nota de Idea de Proyecto (PIN por sus siglas en inglés) como documento inicial para evaluar rápidamente la factibilidad de los proyectos MDL. (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004), una Nota Idea de Proyecto (PIN), es un documento preliminar que proporciona un primer concepto y estructura de proyecto. Algunas autoridades de países anfitriones utilizan este primer documento para expedir una Carta de Aval o Endoso (CdE) (también conocida como carta	El documento de proyecto (DDP) presenta el diseño del proyecto, tanto en los aspectos técnicos como organizativos, y constituye la principal aportación a las etapas de validación y registro del proyecto MDL, y también a la verificación de la reducción de emisiones antropogénicas de GEI. De acuerdo con el formato previsto el DDP debe incluir: la descripción de la actividad de proyecto, la aplicación al proyecto de una metodología para la base de referencia aprobada por la JE¹³, la aplicación de una metodología de vigilancia del funcionamiento del proyecto aprobada por la JE con su correspondiente plan de vigilancia, una estimación de las reducciones de emisiones de GEI por fuentes, el periodo de acreditación, las repercusiones ambientales y las alegaciones de los interesados en el proyecto, entre otros elementos. (Bauer Ephrussi, y otros, 2005)	
	1.2.1 Consulta a los participante locales interesados	Antes de la elaboración del PDD, el promotor del proyecto debe consultar a los actores locales, lo que “razonablemente puede considerarse relevante para la actividad de proyecto del MDL propuesta”. En la práctica, esto significa que el promotor del proyecto tiene que informar a todas aquellas personas que se puedan ver afectadas por la actividad del proyecto, a pesar de que esto no se a una tarea fácil, el promotor del proyecto debe asegurarse de que todos los actores locales sean informados, para que ellos manifieste previamente sus inconformidades, estas deberán ser tenidas en cuenta al momento de desarrollar la propuesta del proyecto. (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010)

¹² Por Proponente de Proyecto o Promotor del Proyecto (PP), se entiende aquellas personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que promueven e implementan una actividad de proyecto MDL. (Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA).

¹³ la JE es el órgano que supervisa el MDL, bajo la autoridad y orientación de la CMP, entre las funciones de la JE está el registro de los proyectos MDL y la emisión de CERS de los mismos. (Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA, 2010)

de no objeción) al concepto de proyecto. Este endoso constituye una primera confirmación para seguir con el desarrollo del proyecto, con base en el diseño señalado. En algunos casos es posible obtener, de parte de algunos compradores potenciales de créditos, una Carta de Intención (CdI) para comprar créditos, con base en la información proporcionada en el PIN. (Neeff & Henders, 2007)	1.2.2 Evaluación del Impacto Ambiental	El proponente de un proyecto MDL debe considerar el impacto ambiental que la actividad del proyecto podría generar. La documentación correspondiente al análisis de los impactos ambientales será presentada en forma anexa al Documento de Diseño de Proyecto. (Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA)
	1.2.3 Estudio de Línea de Base¹⁴ empleando la Metodología de Línea de Base previamente seleccionada	Estudio de Línea de Base, definido por los Acuerdos de Marrakech como “el escenario que razonablemente representa las emisiones antropogénicas por fuentes de gases de efecto invernadero que ocurrirían en ausencia de la actividad del proyecto propuesto”. La línea de base también es definida como el escenario “Business as Usual”, es decir, aquel esperado del sector con las prácticas usuales o las opciones económicamente viables. El propósito del Estudio de Línea de Base es proveer información consistente de qué es lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto en términos de emisiones, así como proveer información sobre la estimación de reducción de emisiones del proyecto. (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004)
	1.2.4 Plan de Monitoreo establecido usando la Metodología de Línea de Base previamente seleccionada	El plan de monitoreo debe proveer los procedimientos para recopilar los datos que permitan determinar la línea base y estimar o medir las emisiones de las fuentes correspondientes al proyecto y de aquellas fuera de su frontera, pero que sean afectadas por el mismo (fugas). La ejecución del plan de monitoreo debe registrar y documentar la información mencionada y aplicar las medidas relevantes para asegurar la calidad del procedimiento. (MAVDT, 2010)

¹⁴ Para establecer la adicionalidad, el nivel de emisiones de un proyecto debe ser comparado con el nivel de las emisiones de un escenario referencial razonable, el cuál es identificado como la “línea base” o “Escenario de Línea de Base”. La línea base es establecida específicamente para cada proyecto por los participantes en el proyecto, de conformidad con metodologías aprobadas. (PNUMA; Riso National Laboratory)

	1.2.5 Demostración de adicionalidad	La demostración de adicionalidad consiste en llevar a cabo el estudio y los análisis necesarios para mostrar que el proyecto logra reducciones de emisión de gases de efecto invernadero reales y que además necesita del incentivo financiero de los CERS para ser llevado a cabo. (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010)
	1.2.6 Periodo de Acreditación	Los proyectos del MDL deben elegir la duración del periodo de tiempo durante el cual solicitarán la certificación de las reducciones o capturas de gases de efecto invernadero. Para los proyectos de reducción de misiones por fuentes, los promotores deben elegir entre un periodo de hasta diez años, o un periodo de hasta siete años, renovable en dos oportunidades. En el caso de los proyectos forestales, es posible elegir entre un periodo de hasta 30 años, o un periodo de 20 años que puede ser renovado hasta en dos ocasiones, se debe tener presente que el periodo de acreditación tiene dos particularidades, puede empezar antes de la fecha de registro y no es el mismo que el tiempo de duración del proyecto, por ejemplo, una represa tiene una vida útil estimada de 50 años, pero solo es considerada como un proyecto de MDL generador de créditos de carbono, durante 10 años. (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010)
2. APROBACIÓN NACIONAL		
Todos los proyectos MDL requieren una aprobación formal de la Autoridad Nacional Designada (AND ¹⁵) del país anfitrión ¹⁶ donde se localiza el proyecto. El proceso de aprobación de la AND		

¹⁵ la Autoridad Nacional Designada (AND), está a cargo de dar la aprobación para que los proyectos MDL puedan ser implementados en el país. Las AND son responsables igualmente de autorizar la participación voluntaria de entidades privadas o públicas en el MDL. Esta figura fue regulada en los Acuerdos de Marrakech en la decisión 17/CP.7, y es un actor esencial en cada uno de los países que participen en los proyectos del MDL. En algunos países, la AND se ha hecho cargo además de otras tareas como son, la preselección de proyectos, orientación a los promotores, formación, mantenimiento de un registro, etc. (Bauer Ephrussi, y otros, 2005)

¹⁶ Se refiere al país donde se desarrolla el proyecto. El País Anfitrión en un proyecto MDL tiene que haber ratificado el Protocolo de Kioto y ser un País no-Anexo 1. El País Anfitrión tiene la responsabilidad de establecer la Autoridad Nacional Designada (AND) y los criterios mínimos para evaluar si los proyectos propuestos están de acuerdo con los objetivos nacionales de desarrollo sustentable. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

varia de país a país y tiene como objetivo principal evaluar el cumplimiento y conformidad de las actividades del proyecto con los principios de desarrollo sostenible del país anfitrión. En la mayoría de estos países la aprobación se basa en el PDD o a veces en la documentación preliminar del proyecto similar al PIN, mientras algunos países exigen un informe de validación antes de la aprobación de la AND. (South Pole Carbon, 2009)

3. VALIDACIÓN

3.1 Consulta

Después de que el PDD, está listo, este deberá ser nuevamente evaluado por los actores locales, por lo tanto el documento se dispone para la consulta pública por un período de 30 días donde los actores locales tienen la oportunidad de presentar sus observaciones, expresar sus dudas en relación a si el proyecto cumple todos los requisitos para la validación y si por ende debe o no ser aprobado, después de este periodo el validador procede a evaluar si el promotor del proyecto ha cumplido con los requisitos establecidos en el PDD. (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010)

3.2 Validación por la DOE¹⁷

La validación es la evaluación independiente de un proyecto MDL, en la cual se demuestra su viabilidad ambiental, social y económica. La DOE debe ser una entidad aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL para revisar el PDD y cualquier documentación de soporte y confirmar que todos los requisitos del MDL han sido cumplidos. (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009)

4. REGISTRO

La Entidad Operacional Designada solicitará a la Junta Ejecutiva (JE), quien trabaja bajo las directrices de la CMP, que registre el proyecto. El registro del proyecto representa la aceptación oficial por parte de la Junta Ejecutiva de un proyecto validado como actividad de proyecto MDL. El registro se realizará dentro de las ocho (8) semanas posteriores a que la DOE haya presentado la solicitud ante la Junta Ejecutiva y siempre que una parte del proyecto o tres miembros de la JE no hayan solicitado una revisión de los requisitos de validación. (Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA)

5. MONITOREO

El monitoreo consiste en el seguimiento y registro que el proponente del proyecto debe hacer de las emisiones de gases de efecto invernadero que el proyecto reduce y/o captura. Dicho seguimiento debe hacerse de acuerdo al plan de monitoreo definido previamente en la formulación del proyecto y validado por una Entidad Operacional Designada. Durante el periodo de acreditación, el proponente del proyecto debe obtener y registrar permanentemente la información pertinente para determinar las reducciones de gases de

¹⁷ Las Entidades Operacionales Designadas (DOE por sus siglas en inglés) son organismos nacionales o internacionales acreditados por la Junta Ejecutiva del MDL para validar si un proyecto puede ser adoptado como MDL y de verificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero reportadas por los proyectos MDL registrados. (Ministerio de Economía, Hacienda e Industria de Francia, 2006) A lo largo del documento se puede usar la expresión validador para dirigirse a la DOE que se encarga de validar el proyecto y verificador a la que interviene en la etapa de verificación de las reducciones de emisiones reportadas.

efecto invernadero que el proyecto da a lugar durante su ejecución. (Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia, 2006)
6. VERIFICACIÓN
Una vez hecho el monitoreo, se debe entregar un reporte a la DOE ¹⁸ , que debe ser una DOE, distinta de la que hizo la validación del proyecto, y esta a su vez procederá al proceso de verificación, la cual consiste en una inspección independiente ex-post (a posteriori) de las reducciones monitoreadas de emisiones. La entidad operacional debe asegurarse que las reducciones de emisiones, que hayan sido registradas por el proyecto, han sido generadas en concordancia con las guías y condiciones acordadas en la validación inicial del proyecto. Después de una revisión detallada, la entidad operacional elaborará un reporte de verificación, y solo entonces certificará la cantidad de CERS generadas por el proyecto MDL. La certificación es la garantía escrita de que el proyecto ha alcanzado las reducciones previamente verificadas. Adicionalmente, el reporte de certificación será un requerimiento para la expedición de las CERS (PNUMA; Riso National Laboratory)
7. EMISIÓN
Para la emisión de CERS, la DOE hará una solicitud de ello presentando ante la JE el certificado de verificación, La expedición de CERS se considerará como definitiva 15 días después a la fecha de la recepción de la solicitud de expedición de CERS por parte de la JE del MDL, salvo que una de las Partes involucradas en las actividades del proyecto MDL, o por lo menos tres miembros de la JE del MDL soliciten una revisión del volumen propuesto para la expedición de CERS. Esta revisión únicamente se referirá sobre cuestiones de: a) fraude; b) falta profesional o incompetencia de las DOEs designadas. (Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia, 2006)

Cuadro 2: Ciclo MDL – Etapas y actividades base

Fuente: Síntesis por la autora

6.4 Elegibilidad de un Proyecto MDL

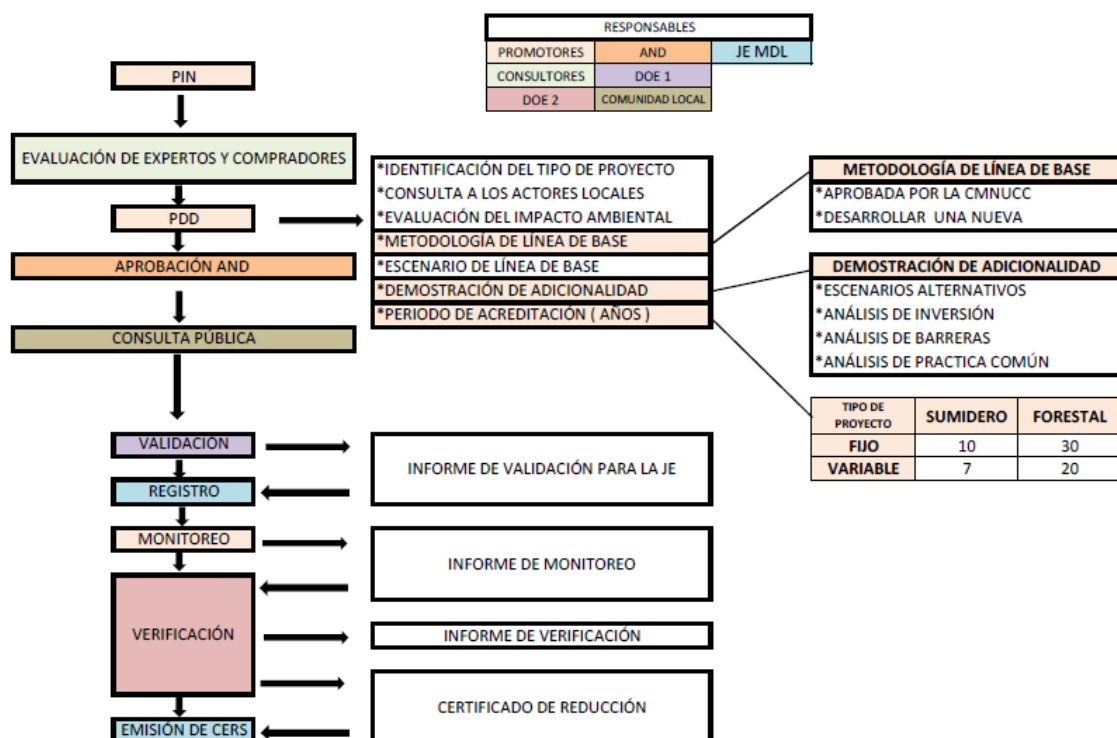
El más importante de los requisitos a la hora de recibir el registro MDL por parte de la CMNUCC es la demostración de la adicionalidad, esto es las emisiones reducidas por un proyecto candidato a MDL deben ser “adicionales” a las reducciones que hubieran ocurrido en ausencia del mecanismo, además los bonos no se otorgan a cualquier proyecto limpio, sino solamente a aquellos capaces de demostrar que sin la ayuda financiera provista por el MDL su implementación no hubiera tenido lugar (Rodríguez Marat, 2008), en esta etapa del ciclo MDL, el registro por parte de la JE del MDL, el proyecto ya ha sido aprobado por la AND del país anfitrión, la cual juega un papel determinante en la aprobación de un proyecto MDL, debido a que el Protocolo de Kyoto indica que un proyecto será considerado como MDL si demuestra adicionalidad y contribuye al desarrollo sostenible del país anfitrión (ONU, Naciones Unidas, 1998), esta acepción la apoya Colombia en la Resolución 2734 del 29 de Diciembre del 2010 del MAVDT donde se manifiesta que los criterios de elegibilidad de proyectos de MDL son desarrollados por la Conferencia de la Partes de la Convención Marco de la Nacionales Unidas sobre Cambio

¹⁸ solo para el caso de proyectos MDL de pequeña escala donde los procesos son simplificados, la DOE que valida, es la misma que verifica y certifica las emisiones reportadas por el proyecto.

Climático y/o por la Reunión de la Partes del Protocolo de Kyoto, (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), por otra parte el Fondo Nacional del Ambiente de Perú, también menciona que, *los proyectos deben demostrar adicionalidad y contar con la aprobación por parte del país anfitrión de que contribuye al desarrollo Sostenible para calificar como MDL*, (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004) así mismo, el Ministerio de Economía, Hacienda e Industria de Francia, acoge el cumplimiento de estos términos como el criterio de elegibilidad y lo deja estipulado en su *guía para los proyectos basados en los mecanismos del Protocolo de Kyoto* (Ministerio de Economía, Hacienda e Industria de Francia, 2006); De acuerdo a lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta la información consignada en el cuadro 2 y la ilustración 1, se tiene que la etapa clave en la aprobación de un proyecto MDL, es la etapa de diseño del proyecto, pues, es en esta etapa donde el PP puede emplear todos los recursos a su disposición para demostrar que el proyecto es adicional y contribuye al desarrollo del país, puesto que en adelante, solo intervendrá para hacer el monitoreo de la reducción de emisiones, pero para llegar a esta etapa necesita que el proyecto haya obtenido el visto bueno de todas las entidades que intervienen en la aprobación del mismo como MDL.

6.5 Esquema del Ciclo MDL

El diagrama 1 señala los responsables de cada etapa, los documentos destacados en el proceso, que son el resultado de una etapa y a la vez insumo de otra, y los elementos claves que conforman el PDD haciendo énfasis en la metodología de línea de base, la adicionalidad y el periodo de acreditación :



Renovación Del Periodo De Acreditación

La renovación del período de acreditación requiere una actualización del PDD, la cual confirme que la línea de base del proyecto sigue siendo válida o ha sido actualizada (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010)

6.6 Proyectos que presentan limitantes para su desarrollo

Algunos de los proyectos que pueden tener limitantes para su desarrollo son (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009):

- Los proyectos para los cuales no existe una metodología aprobada por la JE del MDL, ya que requieren mayor esfuerzo del PP en demostrar su adicionalidad y largo plazo de las reducciones de los GEI.
- Los proyectos que no logran disminuir adecuadamente sus impactos negativos ambientales.
- Los proyectos que no cuentan con recursos para su implementación, ya que los recursos del MDL sólo mejoran la tasa interna de retorno y no son recursos que financian proyectos.

6.7 Diferencias en el ciclo MDL entre proyectos de pequeña y gran escala

Los proyectos de pequeña escala utilizan un documento de diseño de proyecto y metodologías de línea de base, diferentes a los proyectos de gran escala, así como normas y procedimientos simplificados para la validación, las principales diferencias son, un mismo validador puede encargarse de la validación, la verificación y certificación (en el caso de proyectos de gran escala esto debe ser hecho por dos diferentes validadores), el registro por el Consejo Ejecutivo se considerará definitivo cuatro semanas (8 en caso de proyectos grandes) después de la fecha de recepción de la solicitud de registro y simplificación de las pruebas de adicionalidad; Sin embargo, la participación del público y los requisitos de evaluación ambiental de un proyecto de pequeña escala son los mismos que para un proyecto estándar. (CDM watch, scrutinizing carbon offset, 2010).

7 MARCO INSTITUCIONAL PARA EL MDL EN COLOMBIA

7.1 Actual problemática ambiental y su incidencia en Colombia

La evidencia sobre el calentamiento del planeta es incontrovertible. El monitoreo sistemático del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM) permite afirmar que, de manera similar al igual al resto del planeta, los glaciares colombianos pierden entre 50 centímetros y un metro de espesor al año, retrocediendo consecuentemente entre diez y veinte metros al año, el IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) respaldó el hecho de que, inclusive si se detuviera súbitamente la emisión de todo gas de efecto invernadero, el planeta seguiría calentándose casi medio grado centígrado más durante los próximos treinta años, esto debido a que los gases ya emitidos permanecerán actuando en la atmósfera, algunos hasta cien años; Impedir el calentamiento global ya no es posible, de manera que el asunto ahora es si se lo puede mantener bajo niveles que no amenacen la estabilidad ambiental del planeta, la magnitud del cambio climático y sus impactos dependerá totalmente de las decisiones políticas que los grandes emisores de gases efecto invernadero tomen durante los próximos cinco años, pues, los escenarios de emisiones futuras avalados por el IPCC muestran que, si no se imponen controles efectivos a la emisión de gases efecto invernadero, para el año 2100 el aumento de la temperatura promedio puede llegar a ser de tres grados y medio, el nivel promedio del mar puede subir hasta 60 centímetros; por otra parte las lluvias se redistribuirán, en general, las zonas áridas y secas serán más áridas y secas aumentando los desiertos y zonas inhabitables, estos impactos se irán presentando paulatinamente y Colombia será afectada de manera importante (Costa Posada, 2007).

7.2 Normatividad sobre Cambio Climático en Colombia

La participación activa de Colombia frente al Cambio Climático se ve reflejada en la información que se menciona a continuación tomada de las publicaciones del RICCLISA (Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria Colombia) (Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria Colombia - RICCLISA, 2010):

- ✓ Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC, mediante la expedición de la Ley 164 de 1994, con el ánimo de buscar alternativas que le permitieran adelantar acciones para abordar la problemática del cambio climático. La ratificación de este instrumento implica el cumplimiento por parte de Colombia de los compromisos adquiridos, de acuerdo al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en consideración al carácter específico de sus prioridades nacionales de desarrollo.
- ✓ En el año 2000 Colombia aprueba el protocolo de Kioto mediante Ley 629 , y en ese mismo año el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

- MAVDT- coordinó la elaboración de un Estudio de Estrategia Nacional para la implementación de los Mecanismo de Desarrollo Limpio –MDL- en Colombia que tenía por objetivos evaluar el potencial de Colombia frente al nuevo mercado, identificar las restricciones y desarrollar estrategias para superarlas, así como para promover los beneficios potenciales para el país.
- ✓ En el año 2001 Colombia presenta la Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC, publicación coordinada por el IDEAM que analizó los primeros avances en posibles medidas de adaptación y el inventario nacional de GEI para los años 1990 y 1994.
 - ✓ Posteriormente en el año 2002, el Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación, elaboraron los Lineamientos de Política de cambio climático a nivel global, que esbozaban las principales estrategias para la mitigación y adaptación al fenómeno en el marco de la CMNUCC, del Protocolo de Kioto y de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. En este mismo año es creada la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático designada para ser el ente promotor e impulsador de todos los proyectos MDL que surgieran en Colombia, favoreciendo la consolidación de proyectos competitivos y eficientemente económicos que pudieran ser transados en el mercado mundial de la Reducción de emisiones CO₂.
 - ✓ Adicionalmente en el año 2003 se lanza el, CONPES 3242 “Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático” el cual complementa el trabajo ya adelantado y generó los lineamientos esenciales para la introducción de los proyectos MDL dentro de las medidas de mitigación en el contexto nacional.
 - ✓ En el 2004 el MAVDT expide las resoluciones No. 0453 y No. 0454. La primera tiene por objetivo adoptar principios, requisitos y criterios y establecer el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al MDL. La segunda, tiene por objetivo regular el funcionamiento del Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental. En la Resolución No. 0453 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial es designado como la Autoridad Nacional para el Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL, mediante la nota consular del 22 de mayo de 2002, radicada DM/VAM/CAA 19335 del Ministerio de Relaciones Exteriores, dirigida a la Secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Mediante la Resolución No. 0454 del 27 de abril de 2004, se regula el funcionamiento del Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental. Entre las funciones asignadas al Consejo Nacional Ambiental, se encuentra la de designar comités técnicos intersectoriales en los que participen funcionarios de nivel técnico de las entidades que correspondan, para adelantar tareas de coordinación y seguimiento.

7.3 Autoridad Nacional Designada (AND)

Colombia es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, conocida internacionalmente como UNFCCC por sus siglas en inglés) desde el 20 de junio de 1995. Así, el Estado Colombiano, como sujeto de Derecho Internacional, se compromete a cumplir con las disposiciones acordadas y contenidas en la convención. El Protocolo de Kyoto entro en vigor el 16 de febrero de 2005. Colombia presento el instrumento e adhesion el 30 de noviembre de 2001 y es parte del mismo desde mayo de 2002(Ley 629 de 2000).Para evaluar el potencial de Colombia para participar en el mercado del carbono, se llevo a cabo el Estudio de Estrategia Nacional para la implementacion del MDL en Colombia. Uno de los principales aspectos considerados en la evaluacion fue una estrategia para el fortalecimiento la capacidad nacional en la formualcion, evaluacion y aprobacion de proyectos elegibles al MDL . En este sentido , para reforzar la capacidad institucional del Ministerio del Medio Ambiente, Vivenda y Desarrollo Territorial se creo, en agosto de 2002, el Grupo de Mitigación del Cambio Climatico- GMCC, Autoridad Nacional Designada. Este grupo es el encargado de promover proyectos en etapas iniciales, y finalmente dar un concepto base para su aprobacion nacional basada en la contibucion del proyecto al desarrollo sostenible del pais y su cumplimiento con la normatividad ambiental. Por medio de la resolución 0453 del 27 de abril del año 2004, el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, adoptó los principios, requisitos, criterios y establecio los procedimientos para la Aprobacion Nacional de Proyectos de reducción de emisiones de GEI que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, como la Autoridad Nacional Designada – AND, establece que los proyectos MDL deben cumplir con 6 principios basicos (Chavarro Pinzón, y otros, 2007):

1. Cumplimiento de la Legislación Nacional.
2. Compatibilidad con las políticas, programas, planes y/o proyectos nacionales, regionales y locales de desarrollo.
3. El derecho de dominio de la tierra debe estar claramente definido y legalmente establecido.
4. Aprovechamiento sostenible y mantenimiento de las funciones múltiples de las plantaciones forestales.
5. Mejoramiento del bienestar social y economico a largo plazo de las comunidades locales.
6. Responsabilidad ambiental y minimización de impactos ambientales.

7.4 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y los MDL

Mediante la Ley 1444 del 4 de mayo de 2011 “ por medio de la cual se escinden unos ministerios, se otorgan precisas facultades extraordinarias al presidente de la república para modificar la estructura de la administración pública y la planta de personal de la fiscalía general de la nación y se dictan otras disposiciones” , el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se divide en el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (MADS) y el Ministerio de

Vivienda, Ciudad y Territorio, en consideración de ello el MADS es en la actualidad la Autoridad Nacional Designada. (Secretaría del Senado de la República de Colombia, 2011)

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) promueve y orienta la adopción de criterios de sostenibilidad en la gestión de los sectores productivos e institucionales, buscando incentivar cambios tecnológicos e innovaciones en el desarrollo y producción que contribuye al logro de objetivos de eficiencia energética, a través de tres ejes estratégicos de su política ambiental: prevención y control de la contaminación atmosférica, mitigación de cambio climático y producción y consumo sostenible.

El MADS viene apoyando la formulación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) relacionados con eficiencia energética. La mayoría de proyectos del portafolio de proyectos colombianos MDL, son proyectos de eficiencia energética que involucran el cambio de hornos, calderas o buscan la sustitución de combustibles. Estos veintitrés (23) proyectos tienen un potencial de reducción anual de 1.083.000 tCO₂, se encuentran en diferentes etapas de formulación como proyectos MDL y representan el 14% del portafolio de proyectos colombianos MDL.

Bajo la Estrategia Colombiana de Desarrollo en Bajo Carbono también se están explorando los potenciales de reducción de GEI a través de medidas de eficiencia energética en la industria colombiana, así como medidas en los sectores residencial y comercial. La estrategia está en su primera etapa de formulación en la estimación de curvas de abatimiento para estos sectores. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)

7.5 Procedimiento para que un proyecto MDL sea aprobado en Colombia

Artículo Sexto de la RESOLUCIÓN NÚMERO 2734 DEL 29 de Diciembre de 2010 “Por la cual se adoptan los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país y se establece el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL y se dictan otras disposiciones” (MAVDT, 2010):

El procedimiento para la aprobación nacional de los proyectos por parte de este Ministerio, en su calidad de Autoridad Nacional Designada, es el siguiente:

1. Los proponentes (personas naturales o jurídicas, públicas o privadas) del proyecto de MDL, interesadas en someter a aprobación nacional un proyecto deberán presentar ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, una solicitud escrita, la cual deberá acompañar la siguiente documentación:
 - Documento de Diseño del Proyecto (PDD por sus siglas en inglés) que deberá corresponder al que se presentará a la Entidad Operacional Designada (EOD) para validación.

- Anexo 2A¹⁹ o 2B²⁰ hablar sobre esto de la presente resolución, según el caso, donde se demuestre la contribución del proyecto para el desarrollo sostenible del país.
 - En caso de personas naturales, presentar copia del documento de identidad. En caso de personas jurídicas se deberá adjuntar copia del certificado de existencia y representación legal expedido por la Cámara de Comercio. En caso de personas jurídicas extranjeras, los documentos que acrediten su existencia y representación legal, deberán estar autenticados o apostillados por el funcionario consular o quien haga sus veces, y en idioma castellano. En el caso de personas jurídicas de derecho público colombiano se acreditará aportando la norma de creación de la misma, copia de los estatutos cuando a ello hubiere lugar y del acto administrativo de nombramiento del representante legal de la Entidad; El poder debidamente otorgado en caso de que se actúe mediante apoderado.
2. El proponente radicará la solicitud junto con los documentos anteriormente mencionados en la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea.
 3. Recibida la solicitud por el Grupo de Mitigación de Cambio Climático o la dependencia que haga sus veces, este efectuará la revisión preliminar de la documentación para confirmar que está completa, en caso de estar incompleta se le solicitara al proponente la documentación faltante.
 4. Una vez completa a documentación se procede al estudio y evaluación de la solicitud con base en los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país que se adoptan mediante la presente resolución.
 5. Como resultado de la evaluación de que trata el numeral anterior, se elaborará un concepto técnico o se podrá solicitar información adicional al proponente.
 6. El Grupo de Mitigación de Cambio Climático o la dependencia que haga sus veces, elaborará un oficio para consideración y firma del Viceministro de Ambiente, mediante el cual se otorga o niega la aprobación nacional del proyecto.
 7. El Grupo de Mitigación de Cambio Climático o la dependencia que haga sus veces, comunicará a la autoridad ambiental competente la aprobación del proyecto.
 8. Una vez obtenido el reporte de validación este debe radicarse ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
 9. Si se presentan modificaciones considerables al PDD después de la aprobación nacional del proyecto, el proponente debe radicar ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su calidad de Autoridad Nacional Designada, el nuevo PDD.

7.6 Incentivos Tributarios para empresas que implementen proyectos MDL – Ley 788 de 2002

¹⁹ Formato de presentación de la información para evaluar la contribución al desarrollo sostenible de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por fuentes que optan al MDL.

²⁰ Formato de presentación de la información para evaluar la contribución al desarrollo sostenible de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por sumideros que optan al MDL.

El Gobierno Nacional ha desarrollado incentivos tributarios para los desarrolladores de este tipo de proyectos, tales como (Avila Zabala, 2008):

→ Artículo 18. Exención de renta por quince años para:

- » Proyectos de generación de electricidad con energía eólica, biomasa y residuos agrícolas.
- » Proyectos que generen reducciones de emisiones certificados dentro del esquema del Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- » Proyectos que destinen el 50% de los ingresos provenientes de la venta de reducciones de emisiones para inversión social.

→ Artículo 95. Exclusión de IVA para:

- » Importación de equipos y maquinaria para proyectos que generen Certificados de reducciones de emisiones de GEI.

8 COLOMBIA Y LA EVOLUCIÓN DE SU PARTICIPACION EN LOS MDL

De acuerdo al Ministerio del Medio Ambiente, Colombia goza de gran potencial frente al nuevo mercado internacional de CERs (Certificados de Reducción de Emisiones), en condiciones óptimas de información, riesgo y contando con instituciones perfectas a nivel internacional y nacional, la economía Colombiana podría reducir competitivamente hasta 22.9 millones anuales de toneladas de CO₂, generando divisas²¹ similares a los del sector exportador de banano y flores; La inversión internacional podría transferir tecnología moderna de producción más limpia y el know-how²² crítico para incrementar productividad y calidad en los sectores involucrados, en condiciones óptimas, los beneficios colaterales podrán ser tan importantes como los directos, tanto en el sector agroforestal como en el energético; Si el ingreso neto al productor de la venta de CERs es suficientemente alto, la captura de CO₂ en programas forestales, agroforestales y silvo-pastoriles podría incrementar los ingresos de los productores hasta niveles que compiten con el modelo actual de ganadería extensiva, explotación insostenible del bosque natural y cultivos ilícitos, la venta de CERs por captura de CO₂ de la regeneración natural y reforestación en cuencas hidrográficas hoy deforestadas podría co-financiar la restauración de las fuentes de agua y conservarlas a largo plazo, controlando a la vez procesos críticos de erosión, tendría impactos positivos sobre la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas Andinos y tropicales hoy fuertemente amenazados, ofreciendo la posibilidad de proteger y estudiar los recursos genéticos que serán tan valiosos para el futuro del planeta; La sociedad Colombiana también podrá percibir beneficios colaterales al convertir procesos industriales y energéticos a tecnologías más eficientes y limpias para reducir CO₂, la reconversión de calderas industriales y de producción de electricidad reduciría las emisiones de

²¹ Divisa, se refiere a toda moneda utilizada en una región o país ajeno a su lugar de origen.

²² El Know-How (del inglés saber-cómo) o Conocimiento Fundamental, es una forma de transferencia de tecnología. Es una expresión anglosajona utilizada en los últimos tiempos en el comercio internacional para denominar los conocimientos preexistentes, no siempre académicos, que incluyen: técnicas, información secreta, teorías e incluso datos privados (como clientes o proveedores).

material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que hoy causan problemas severos de contaminación, smog y salud pública en las ciudades Colombianas, efectos similares se podrían esperar de la reconversión del sector transporte a gas natural o “diésel verde”, sumándose a ellos los beneficios de menor congestión y ruido, sin embargo, existen factores tanto en el ámbito internacional como el nacional que restringe severamente la capacidad del país de alcanzar su potencial en este mercado, pues, como los demás países en desarrollo, Colombia está sujeta a varios factores que limitarán la ejecución de gran parte de su potencial MDL, solo en la medida que los países en vía de desarrollo puedan atender estas restricciones con efectividad, podrán empezar a realizar una exportación significativa de Certificados de Reducción de Emisiones y los beneficios colaterales potenciales a este proceso (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2000).

Colombia es pionero en la formulación de los proyectos MDL del sector transporte debido a que presentó la primera metodología para el cálculo de reducción de emisiones por implementación de sistemas de buses rápidos con carriles exclusivos (ej. Transmilenio) y por registrar ante Naciones Unidas el primer proyecto de este tipo en el mundo, además Colombia presentó la metodología para cables aéreos en sistemas de transporte masivo, proyecto que ya ha sido registrado, por otro lado en el sector industrial se podría llegar a reducir 1.318.741 toneladas de CO₂ al año, El sector industrial es uno de los que tiene más potencial de desarrollo en MDL en el país, dentro de las actividades que pueden ser elegibles al MDL y que se pueden aplicar a la industria están las de eficiencia energética, cambios de combustible y eficiencia en procesos que además pueden involucrar transferencia de tecnología al país y aprovechamiento de biomasa residual, en total son 62 los proyectos de este tipo en el portafolio actual, los cuales tienen un potencial de reducción de 8.963.437 toneladas de CO₂ al año. (VICEMINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2011).

8.1 Información general sobre la participación de Colombia a nivel mundial en los MDL

De acuerdo al *CDM Pipeline* del Centro UNEP RISOE, la base de datos de proyectos MDL desarrollada por el Centro RisoE de Energía, Clima y Desarrollo Sostenible del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), unos pocos países concentran la mayor parte de los proyectos MDL en el mundo: China, India, Brasil y México, en conjunto, explican alrededor del 75% del total, la región de América Latina y el Caribe tenía registrados, a abril de 2012, 584 proyectos MDL, 15% del total, frente a 1.832 de China (47%) y 786 (20%) de India. Esto coloca a la región en un lugar relativamente secundario respecto del impacto global de las finanzas de carbono sobre iniciativas de transición hacia sendas de desarrollo más sustentables, sin embargo, en términos relativos, la participación de América Latina en el MDL es muy superior a la de otras regiones del mundo como Europa y Asia Central, África y Medio Oriente, las cuales explican sólo el 1%, 3% y 1% del total de proyectos, respectivamente; Al igual que a nivel mundial, en América Latina y el Caribe los proyectos MDL también están concentrados en unos pocos países: Brasil explica el 33% (201 proyectos

registrados) y México, el 23% (136 proyectos registrados), a continuación le siguen Chile con el 10% (54 proyectos), Colombia con el 7% (39 proyectos), Argentina y Perú con el 5% cada uno (28 y 27 proyectos registrados respectivamente), Honduras con el 3% (21 proyectos), Ecuador con el 3% (17) y Guatemala con el 2% (11 proyectos) (Gráfico 5). (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

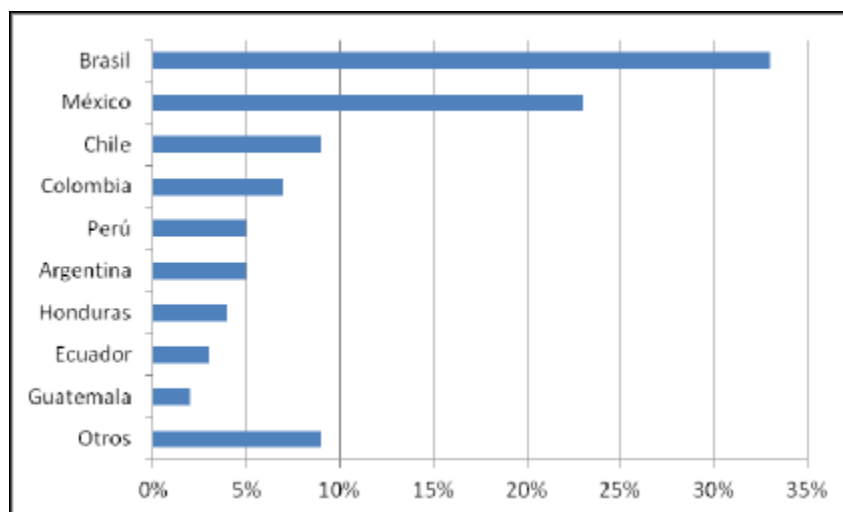


Gráfico 5: Distribución por país de los proyectos de MDL en Latinoamérica año 2012

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono para América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

En lo que respecta a los CERs que se esperaban para finales del año 2012, la distribución de los mismos entre los países de la región es aproximadamente similar a aquella correspondiente a los proyectos: Brasil explica el 44%; México, el 17%; Chile, el 9%; Argentina, el 8%; Colombia, el 6%; Perú, el 4% y Ecuador y Guatemala, el 2% cada uno (Gráfico 6) (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

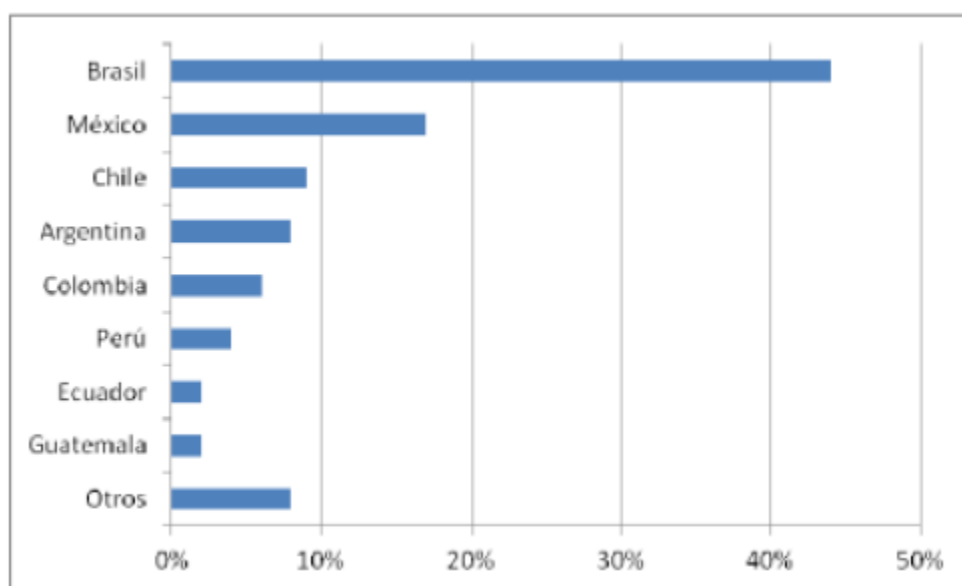


Gráfico 6: Distribución del volumen de CERs esperados en 2012 en Latinoamérica por país.

Fuente: Plataforma sobre Financiamiento de Carbono para América Latina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

De acuerdo a información publicada en la página oficial del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, Colombia es el cuarto (4) país de Latinoamérica en número de proyectos MDL registrados ante la ONU, y el número doce (12) del mundo, cuenta con un portafolio de 190 proyectos, de los cuales 80 cuentan con Aprobación Nacional, 42 están registrados ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y 14 proyectos ya han emitido Certificados de Reducción de Emisiones – CER. (Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia, 2012):

En la tabla 1 se puede apreciar datos acerca de los proyectos MDL formulados en Colombia por sector y el potencial de cada sector en relación a los proyectos formulados.

Datos Generales					
Total proyectos MDL portafolio Nacional			190		
Potencial Anual de Reducción de Emisiones de Gases efecto de Invernadero (TonCO2e/año)			23.332.554		
Proyectos con Aprobación Nacional			80		
Proyectos Registrados ante Naciones Unidas			42		
Proyectos con CER emitidos			14		
Ingresos por venta de CER en Colombia de 2007 a 2010 (Mlls dólares)			\$ 91.230.000		
Distribución por Sectores					
Sector	Número de Proyectos	Participación en Proyectos MDL por sectores	Potencial Anual de Reducción de GEI (Ton CO2e/año)	Participación de Reducciones por Sector	Suma de Potencial de Ingreso Estimado/Año (Usd)
Energía	50	26,32%	6.168.987	27,12%	63.328.330
Forestal	23	12,11%	3.195.314	14,05%	16.026.446
Industrial	70	36,84%	9.033.716	39,72%	93.607.158
Residual	34	17,89%	3.027.856	13,31%	31.149.756
Transporte	13	6,84%	1.318.741	5,80%	13.187.406
Total	190	100%	22.744.614	100%	217.299.096
Proyectos MDL con aprobación Nacional					
Sector	Número de Proyectos	Participación en Proyectos MDL por sectores con aprobación Nacional	Potencial Anual de Reducción de GEI (Ton CO2e/año)	Participación de Reducciones por Sector	

Energía	20	25,00%	811.788	11,68%
Forestal	8	10,00%	817.060	11,75%
Industrial	24	30,00%	1.999.658	28,77%
Residuos	21	26,25%	2.564.072	36,89%
Transporte	7	8,75%	758.680	10,91%
Total	80	100,00%	6.951.258	100,00%
Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL registrados ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC, a partir del año 2006				
Sector	Número de Proyectos	Participación en Proyectos MDL por sectores registrados ante la CMNUCC	Potencial Anual de Reducción de GEI (Ton CO ₂ e/año)	Participación de Reducciones por Sector
Energía	11	26,19%	435.161	9,11%
Forestal	4	9,52%	482.140	10,09%
Industrial	8	19,05%	1.467.762	30,72%
Residuos	14	33,33%	1.708.218	35,75%
Transporte	5	11,90%	685.287	14,34%
Total	42	100,00%	4.778.568	100,00%
Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL con certificado reducción de Emisiones - CER Emitidos por los sectores colombianos				
Sector	Número de Proyectos	Participación en Proyectos MDL con CER emitidos	CER EMITIDOS (Ton CO ₂ e)	Participación en CER emitidos por sector
Energía	5	35,71%	555.291	22,26%
Industrial	4	28,57%	714.286	28,63%
Residuos	4	28,57%	947.905	38,00%
Transporte	1	7,14%	277.044	11,11%
Total	14	100,00%	2.494.526	100,00%

Tabla 1: Participación en proyectos MDL por sector en Colombia

Fuente: Página oficial del MADS (Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia, 2012)

En la tabla 2 se puede apreciar el comportamiento de cada sector frente a la formulación de proyectos MDL y la evolución de los mismos dentro del ciclo MDL:

COMPARACIÓN DEL LA EVOLUCION DE LOS PROYECTOS MDL FORMULADOS DENTRO DE CADA SECTOR							
SECTOR	FORMULADOS	APROBADOS POR EL MADS	REGISTRADOS ANTE LA CMNUCC	PYTOS CON CERS EMITIDOS	APROBADOS POR EL MADS	VALIDADOS POR LA DOE	PYTOS CON CERS EMITIDOS
Energía	50	20	11	5	40,0%	80,0%	31,3%

Forestal	23	8	4	0	34,8%	50,0%	0,0%
Industrial	70	24	9	4	34,3%	54,2%	30,8%
Residual	34	21	14	4	61,8%	85,7%	22,2%
Transporte	13	7	5	1	53,8%	85,7%	16,7%

Tabla 2: Evolución de los proyectos formulado en Colombia dentro del Ciclo MDL en cada sector.

Fuente: MADS

En la tabla 3 se hace la interpretación de las cifras expuestas en las tablas anteriores, se debe tener en cuenta que estas cifras no discriminan los proyectos por intervalos de tiempo ni tampoco diferencia entre proyectos de pequeña y gran escala.

INDUSTRIAL	
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A LA FORMULACIÓN	Es el sector de mayor participación en formulación de proyectos MDL y proyectos aprobados por el MADS, sin embargo, la evolución de los proyectos formulados en este sector dentro del ciclo MDL, no es el mejor, ya que del 100% de los proyectos formulados en este sector solo el 34,78% es aprobado por el MADS y a su vez solo el 54,16% de este 34,78% ha sido registrado ante la CMNUCC con tan solo el 30,77% de los proyectos registrados con CERS emitidos.
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	Es el sector con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI tanto en el portafolio de proyectos MDL formulados como dentro del portafolio de proyectos MDL registrados ante las CMNUCC y el segundo sector con mayor potencial de reducción de emisiones de los proyectos aprobados por el MADS.
TRANSPORTE	
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A LA FORMULACIÓN	El sector transporte es el sector de menor participación en la formulación de proyectos MDL y así mismo es el sector de menor participación dentro de los proyectos MDL aprobados por el MADS, sin embargo, es el segundo sector con más proyectos aprobados del total que ha formulado ,7 proyectos aprobados de 13 que han sido formulados, a su vez 6 de esto proyectos ya están registrado ante la CMNUCC y uno de ellos ya tiene CERS emitidos.
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	El sector transporte es el de menor participación en potencial de reducción de emisiones tanto en el portafolio de proyectos MDL formulados como en proyectos MDL aprobados por el MADS y también es el sector con menor participación en CERS emitidos
ENERGÍA	
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN	El sector energía es el segundo sector con mayor participación en formulación y registro de proyectos MDL ante la CMNUCC, esto es debido a que del 40% de proyectos que han sido aprobados por el

CUANTO A LA FORMULACIÓN	MADS, el 80% de estos han sido registrados ante la CMNUCC de los cuales el 31, 25% ha emitido CERS que lo han posicionado como el sector con mayor cantidad de proyectos con CERS emitidos.
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	Es el segundo sector con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI dentro de los proyectos MDL formulados en Colombia, sin embargo, es el cuarto sector en potencial de reducción de emisiones dentro de los proyectos que han sido aprobados por el MADS, a su vez, de los proyectos registrados ante la CMNUCC el sector energético tiene la más baja participación en cuanto a reducción de emisiones, y a pesar de ser el sector que más proyectos tiene que hayan emitido CERS la participación de estos proyectos en la reducción de GEI es tan solo del 22,26 % lo que lo sitúa como el tercer sector que más reducciones de GEI ha logrado desde la implementación de los mismos.
RESIDUOS	
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A LA FORMULACIÓN	El sector residual a pesar de ser el tercer sector en participación de formulación de proyectos MDL, es el segundo sector con más proyectos aprobados por el MADS, además es el sector al que más le ha aprobado proyectos el MADS del total que ha presentado y es el tercer sector que más proyectos MDL tiene registrado ante la CMNUCC, del total de proyectos que le aprueba el MADS el 85,71% están registrados ante la CMNUCC y de estos el 22,22% ha emitido CERS.
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	Es el sector que mayor participación en potencial de reducción de GEI tiene del total de proyectos aprobados por el MADS, es el segundo sector con mayor potencial de reducción de emisión de GEI entre los proyectos colombianos que han sido registrados ante la CMNUCC y el sector que mayor participación tiene en cuanto a ser emitidos.
FORESTAL	
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A LA FORMULACIÓN	Este sector ocupa el cuarto lugar tanto en proyectos formulados, como en proyectos aprobados por el MADS y es el sector al que menos proyectos le han registrado ante la CMNUCC y hasta el momento no ha emitido CERS a pesar de que tiene el 50% de los proyectos aprobados por el MADS registrados ante la CMNUCC.
COMPORTAMIENTO DEL SECTOR EN CUANTO A POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	A pesar de su baja participación en formulación de proyectos MDL es el tercer sector con más potencial de reducción tanto a nivel de proyectos formulados como de proyectos aprobados por el MADS, pero esta dinámica no se ve reflejada en los proyectos que han sido registrados ante la CMNUCC donde su aporte lo ubica en el cuarto lugar.

Tabla 3: Comportamiento por sector en cuanto a formulación de proyectos MDL y potencial de reducción de emisiones de los proyectos formulados en Colombia.

Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada del MADS

9 ELEMENTOS FINANCIEROS QUE CARACTERIZAN A LOS PROYECTOS DE MDL

Teniendo en cuenta que, las variables que inciden en los resultados financieros del proyecto MDL son, los costos extraordinarios en los que debe incurrir el proponente para que el proyecto sea elegido como MDL y pueda emitir CERs, los ingresos por venta de dichos CERs y las barreras propias de cada proyecto que no hacen viable el mismo teniendo en cuenta la mitigación de Gases de Efecto Invernadero, que desde hace años atrás viene afrontando el mundo, se presenta a continuación el contexto general de estos aspectos y algunos casos de estudio para contextualizar el impacto financiero que trae consigo los ingresos por venta de CERs, se definirá brevemente que son los mercados de carbono donde se transan los CERs.

9.1 El mercado de carbono

Se define el mercado de carbono como el conjunto de condiciones políticas, sociales y económicas que han dado lugar a la oferta, demanda y posterior comercialización de derechos de emisión y créditos por reducción de emisiones. Es una vía complementaria, alternativa y económicamente viable, para que los países y sus instalaciones, cumplan con sus compromisos de disminuir las emisiones de GEI que causan el cambio climático. El mercado del carbono es un mercado emergente, complejo y segmentado. En él coexisten y compiten, dos familias de productos con diferentes atributos: los permisos de emisión y las unidades de reducción de emisiones, de distintas características y orígenes. También hay mercados primarios y secundarios, ventas *spot* y *a futuro*, lo que conduce a la formación de diversos precios. (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012) En realidad, no se trata de un fenómeno nuevo, sino que al contrario, el mundo presencia transacciones de GEI desde los años 90', ya sea como complemento de políticas nacionales de control de emisiones, o bien como resultado de libres iniciativas de empresas e individuos, sin embargo, el verdadero impulso vino a partir de la ratificación del Protocolo de Kioto y de la implementación, rápida y exitosa, del EU ETS²³, con la entrada en vigencia del Protocolo de Kioto y el inicio del EU-ETS en el año 2005, el dióxido de carbono dejó de ser simplemente un gas de entre otros y se transformó en un producto susceptible de intercambio comercial, para lo cual a nivel mundial se han creado varios sistemas diferentes, colectivamente llamados mercados de carbono; Comercializado en toneladas métricas (tCO₂), en la actualidad el CO₂ se compra y se vende en una serie de mercados que son distintos y separados el uno del otro, cada mercado tiene sus propias reglas y acepta diferentes categorías de tCO₂ (toneladas de dióxido de carbono) como productos válidos para el intercambio; así, las tCO₂ que acepta un mercado no necesariamente son

²³ En el año 2003 el Consejo de la Comunidad Europea creó el Sistema de la Unión Europea de Comercialización de Emisiones (EU -ETS); El EU-ETS es la piedra angular de la política Europea contra el cambio climático, así como el mercado en donde se realizan la mayor cantidad de transacciones de derechos de emisión de gases de efecto invernadero GEI del mundo. Esta plataforma comercial abarca transacciones relacionadas con proyectos que generan créditos de reducción de emisiones y permisos de emisiones. Es un régimen obligatorio que funciona gracias a los mecanismos de flexibilidad del PK, y se ha convertido en el motor de la expansión del mercado del carbono. (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012)

aceptables en otros mercados, a la fecha no existe un mercado mundial de carbono unificado. (Cavallucci, 2009)

9.2 Tipos de mercado de Carbono

Existen dos principales tipos de mercado para el carbono: mercados de cumplimiento (compliance markets), como el EU-ETS; y, mercados voluntarios (voluntary markets); En los mercados de cumplimiento, una autoridad regulatoria fija límites al número de tCO₂ que pueden ser emitidas durante cierto periodo; a la misma vez, entrega (o vende) permisos para la emisión de tCO₂ durante ese periodo, al ser comprados o vendidos entre partes que buscan cumplir sus obligaciones, los permisos de emisión dan fluidez al intercambio de CO₂, por ende, los mercados de mayor volumen y valor para el carbono son del tipo “compliance.” (Cavallucci, 2009)

9.2.1 Mercados de Carbono Regulados:

En los mercados de cumplimiento, una autoridad regulatoria fija límites al número de tCO₂ (toneladas de CO₂) que pueden ser emitidas durante cierto periodo; a la misma vez, entrega (o vende) permisos (AAU) para la emisión de tCO₂ durante ese periodo. Estos permisos son negociados (comprados y vendidos) entre las partes que deben cumplir sus compromisos, dándole así fluidez al intercambio de CO₂. Los mercados de cumplimiento están regulados por regímenes obligatorios de reducción de carbono, ya sean nacionales, regionales o internacionales. Para cumplir con sus límites de emisión, las empresas en un mercado de cumplimiento también pueden adquirir otros tipos de bonos de carbono, entre los que se destacan los CERs, como los bonos de carbono más transados después de los permisos; Los mercados de mayor volumen y valor para el carbono son los de cumplimiento, ya que en él se negocian los bonos de carbono que sirven para cumplir los compromisos en los regímenes obligatorios de reducción de carbono. (Méndez Sayago & Perugache Rodriguez, 2012)

El Mercado regulado de Carbono corresponde al sistema de comercialización de reducciones de emisiones utilizado por empresas y gobiernos que, por ley, tienen que rendir cuentas de sus emisiones de GEI. Está regulado por regímenes obligatorios de reducción de carbono, ya sean nacionales, regionales o internacionales (Seeberg-Elverfeldt, 2010). Debido a las consecuencias globales y no regionales del Efecto Invernadero, las transacciones pueden efectuarse por países apartados entre sí (PROCHILE, 2012). Las reducciones de emisiones comercializadas en el Mercado de Carbono regulado, cuyo nombre genérico es “Bonos de Carbono” hace referencia a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones, así, se puede decir que existen “varios tipos” de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados (Instituto Nacional de Ecología de México, 2006):

→ **Reducciones Certificadas de Emisiones (CER):** Los países del Anexo I que intervienen en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Reducciones Certificadas de Emisiones por un monto

equivalente a la cantidad de dióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello el proyecto debió cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio (López García, 2009). Un CER corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Durante la implementación del proyecto son generados los CERs que se transan en forma de créditos en el Mercado del Carbono. (PROCHILE, 2012) El mercado de los CERs de MDL se divide en: un Mercado Primario de CER, que involucra una primera compra/venta de las reducciones de emisiones, a partir de proyectos específicos de MDL; un Mercado Secundario de CER que involucra transacciones que ya se han dado una primera vez en el mercado primario, además de un Mercado de Opciones, pequeño pero en crecimiento, y un incipiente Mercado de CER Post 2012. (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012)

- **Montos Asignados Anualmente (AAU):** Corresponde al monto total de emisión de gases de efecto invernadero que a un país Anexo 1 se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kioto. El Gobierno de cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas emisoras de GEI localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa (López García, 2009). Si una empresa emite menos de lo permitido, puede vender el resto de sus emisiones en forma de permisos de emisión a otra empresa que no haya logrado generar menos emisiones dentro de lo aceptado, El mercado que más transa estos permisos es el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (*EU ETS*), donde se comercian permisos denominados *EUAs*. (PROCHILE, 2012)
- **Unidades de Reducción de Emisiones (ERU):** Corresponde a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de implementación Conjunta. (López García, 2009)
- **Unidades de Remoción de Emisiones (RMU):** Corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente pueden ser obtenidas por países Anexo I del Protocolo de Kioto y pueden obtenerse también en proyectos de Implementación Conjunta. Las unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en periodos de compromiso posteriores (López García, 2009).

9.2.2 Mercado Voluntario de Carbono

El denominado “mercado voluntario de carbono” comprende todas las transacciones de créditos de carbono que no están bajo un reglamento referente al cumplimiento de metas de reducción de emisiones. Esto incluye tanto las transacciones de créditos creados especialmente para los mercados voluntarios (las llamadas *VERs* – *Verified Emission Reductions*) como las operaciones en las que se venden créditos de los mercados regulados (como los CERs del MDL)

a compradores voluntarios. El Mercado Voluntario de Bonos de Carbono aún no se ha expandido como los mercados regulados bajo el protocolo de Kioto. Sin embargo, se está extendiendo rápidamente, especialmente en los Estados Unidos. Hasta el año 2010, las transacciones realizadas en el Mercado Voluntario de Carbono podían ser divididas principalmente en dos segmentos: las efectuadas en el marco del Chicago Climate Exchange (CCX), el principal programa norteamericano de reducción de emisiones, y las transacciones realizadas “over the counter” (OTC), es decir, las operaciones directas efectuadas entre dos partes mediante un intermediario financiero. En el año 2011, un 80% de todas las transacciones en los mercados de carbono fue negociado por compradores voluntarios. (PROCHILE, 2012)

Los Mercados Voluntarios (MV) son esquemas que se han dado principalmente en países que no han ratificado el Protocolo de Kioto. Incluye todos aquellos intercambios de compensaciones de carbono que no son exigidos por ley. La unidad de reducción de emisiones que se transa en los mercados voluntarios es denominada crédito de Reducciones de Emisiones Voluntarias VER. No hay aún un estándar global para los VER; su legitimación está a cargo de un variado conjunto de compañías verificadoras que operan con base a diferentes estándares. Por esta razón, los distintos tipos de VER no pueden intercambiarse entre sí, ni con los bonos de carbono. (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012)

9.2.3 Compradores de Bonos de Carbono

Los principales compradores, según un estudio del año 2007 del Banco Mundial, de los mercados de carbono son (Aragón Rodríguez, 2008):

- Compradores europeos privados interesados en el EU ETS
- Gobiernos comprometidos en el Protocolo de Kyoto
- Compañías japonesas con acuerdos bajo el Plan Voluntario de Acción de Keidanren.
- Multinacionales de USA que operan en Japón o Europa o que se preparan desde ahora para la Iniciativa Regional de GEI (IRGEI) en la parte nororiental de los Estados Unidos; o para la implementación de la Cuenta 32 de la Asamblea de California²⁴
- Suministradores y grandes consumidores de energía eléctrica regulados por mercado de Nueva Gales del Sur (NGS) en Australia
- Compañías norteamericanas con compromisos voluntarios pero legalmente establecidos en el ICC.

²⁴ Tanto el IRGEI como la Cuenta 32 representan iniciativas nacionales y regionales enfocadas en la reducción de los niveles de contaminación ambiental.

9.3 Ingresos por venta de CERs

El aspecto que distingue a los proyectos MDL de los proyectos tradicionales es que en los primeros se cuenta con dos corrientes bien diferenciadas de ingresos: los derivados de la venta de productos convencionales y los derivados de la venta de CERs. Es importante enfatizar que los ingresos provenientes de la venta de CERs no financian un proyecto MDL, se consideran únicamente como una contribución adicional al objetivo básico del proyecto, la cual mejora la tasa interna de retorno del mismo (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009) .

La ecuación 1 muestra los ingresos netos por venta de CERs de un proyecto MDL, los cuales depende de el volumen, los precios del mercado y los costos de transacción (Gómez Torres):

$$\text{Ingresos por venta de CERs} = V \times P - T$$

Ecuación 1: Ingresos por venta de CERs

V = Volumen/Cantidad de CERs
P = Precios del mercado
T = Costos de Transacción

9.3.1 Volumen de CERs

El volumen de CERs obtenidos o reducidos gracias a la implementación de un proyecto MDL, depende del tipo de gas de efecto invernadero que se esté reduciendo, esto es debido a que, los GEI considerados por el Protocolo de Kyoto son los seis gases a los que se les atribuye la mayor responsabilidad por el incremento de la temperatura global y de los disturbios en los patrones del clima, el efecto causado por la emisión de GEI a la atmósfera es medido por el índice de potencial de calentamiento global (PCG) (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004) ; para tener en cuenta la emisión de otros gases de efecto invernadero en el cálculo del nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero, se emplea una medida equivalente - CO₂e (que literalmente significa dióxido de carbono equivalente), el CO₂e permite expresar en términos de CO₂ la reducción de emisión de otros gases de efecto invernadero diferentes al CO₂ en función de su potencial de calentamiento global relativo (PCG), entonces, teniendo en cuenta que el CO₂ tiene PCG de 1, mientras que el metano tiene un potencial de calentamiento atmosférico de aproximadamente 21, cada tonelada de metano (CH₄) emitido es equivalente a 25 toneladas de CO₂ emitidas. (Secretaría de Energía de México, 2009)

Los ingresos por venta de CERs, teniendo en cuenta que un CER equivale a 1 tonelada de CO₂, están en función del tipo de gas de efecto invernadero cuya emisión se esté reduciendo con el proyecto. El cuadro 2 muestra el PCG de cada uno de los seis gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kyoto.

Gas	Descripción
Dióxido de carbono (CO₂)	Es un gas liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los diversos usos del suelo. Para el CO ₂ se considera el valor base del PCG igual a 1.
Metano (CH₄)	Es un gas emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería y extracción de gas y petróleo. El CH ₄ tiene un PCG igual a 21.
Óxido nitroso (N₂O)	Es un gas producido durante la elaboración de fertilizantes y en la combustión de combustibles fósiles. El N ₂ O tiene un PCG igual a 310.
Hidrofluorocarbonados (HFC)	Se emiten en algunos procesos industriales y se los usa con frecuencia en refrigeración y equipos de aire acondicionado. Los HFC tiene un PCG desde 1,300.
Perfluorocarbonados (PFC)	Desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar algunos gases que destruían la capa de ozono, estos gases son emitidos en una variedad de procesos industriales. Los PFC tiene un PCG que va de 6,500 a 9,200.
Hexafluoruro de azufre (SF₆)	El PCG de SF ₆ es igual a 22,000. Es emitido durante la producción de magnesio y se aplica en algunos equipos eléctricos y líneas de transmisión.

Cuadro 3: Descripción de los principales GEI y su potencial de Calentamiento Global

Fuente: Guía Práctica para Desarrolladores de Proyectos MDL (FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú, 2004)

9.3.2 Costos de transacción

Es importante para los proyectos MDL desarrollar el concepto de costos de transacción e intentar cuantificar los mismos, por costos de transacción se entiende a todos los costos adicionales a los que normalmente incurre un proyecto (capital y operativos), necesarios para cumplir con su ciclo de aprobación como proyecto MDL, desde su etapa de diseño a la de expedición de las CERs, (Bauer Ephrussi, y otros, 2005) por lo tanto, los costos de transacción se definen como aquellos que se deben hacer para completar la transacción de los CER, (Eguren C., 2004) Existen numerosos factores que inciden en su estimación, resultando difícil plantear escenarios y alternativas que abarquen todas las opciones (Bauer Ephrussi, y otros, 2005), Estos son más o menos significativos dependiendo del tamaño del proyecto, de la mayor o menor utilización de personal local para los procesos de diseño, implementación y vigilancia, del pago por adelantado o diferido de los costos de validación hasta que el proyecto esté operativo, de la necesidad o no de que los certificados sean comercializados a través de un agente de negocios (broker), etc. (Neeff &

Henders, 2007). Cada etapa del ciclo del Proyecto MDL tiene un costo, y los costos son generados básicamente por tres fuentes: a) la preparación de documentos; b) la validación y certificación por las entidades operativas asignadas, que también incluye costos de monitoreo; y, c) los cobros que establece la Junta Ejecutiva del MDL y, según el caso, el país anfitrión, algunos países piden una proporción de los CERs de un proyecto a cambio de la expedición de la carta de aprobación nacional, que es un requisito indispensable para el registro, algunos de dichos costos contemplados dentro de estos tres grupos son, el aporte del 2% del valor de los CER a un fondo de adaptación manejado por las Naciones Unidas, el registro del proyecto en la Junta Ejecutiva del MDL, comisiones y honorarios a empresas consultoras o intermediarias que facilitan la colocación de los CER, y los costos de la verificación periódica por una entidad operativa para que se puedan emitir los CER, es común que los costos de transacción sean asumidos por los fondos de carbono o los intermediarios y que luego sean cobrados con parte de la venta de los CER. (Eguren C., 2004) Los costos para la preparación, la validación y el registro del proyecto se acumulan por adelantado, mucho tiempo antes de que se puedan esperar ingresos por la venta de créditos de carbono, pueden presentarse diferencias clave en los costos, si una metodología tiene que ser desarrollada; teniendo en cuenta que los costos de transacción no son directamente proporcionales al tamaño del proyecto, **los proyectos tienen que ser lo suficientemente grandes para que se justifiquen los costos de transacción**, en ese sentido cuanto mayor número de créditos genere, menos será la incidencia de los costos de transacción en los ingresos generados, y mayor motivación tendrá el inversor en el desarrollo del proyecto MDL, Teniendo en cuenta esto, las autoridades del MDL han simplificado los requisitos para los proyectos de pequeña escala, con el objeto de facilitar su viabilidad atenuando el impacto de los costos de transacción en el valor total del proyecto, existen modalidades y procedimientos simplificados para estos proyectos que no sobrepasan 8.000 CERs por año, afrontando así costos de transacción más bajos que los proyectos normales o de gran escala. (Neeff & Henders, 2007).

El proceso de desarrollo y registro de proyectos MDL y la correspondiente expedición de créditos de carbono (CER) se ha convertido, con el tiempo, en un proceso cada vez más complejo debido a reglas cada vez más estrictas y a un escrutinio más minucioso que ha provocado un incremento en los costos durante las etapas del ciclo de proyecto. En consecuencia, los costos específicos de un proyecto MDL pueden llegar a ser significativamente altos. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

9.3.3 Fijación del precio de los CERs en el mercado de carbono

El Protocolo de Kyoto, no establece un precio fijo de las CERs, y por lo tanto el precio de una tonelada de CO₂ =1 CER, dependerá de la negociación con el comprador, los precios más bajos se dan en proyectos de alto riesgo, proyectos que piden el pago de sus CERs por adelantado, o piden que el comprador invierta en el proyecto y además que el comprador complete el PDD y registre el proyecto, por otro lado, con un proyecto sólido, que no requiere de ningún pago por adelantado, inversión, o ayuda en el registro del PDD, obtiene los mejores

acuerdos y precios más altos (Jaramillo Montoya, 2008). Hay factores fundamentales de mercado (oferta y demanda, el crecimiento económico, precio del petróleo y el clima), decisiones políticas y regulatorias e indicadores técnicos, entre otros, que afectan el precio de los CER, algunos otros determinantes del precio son (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009):

- La experiencia del proponente del proyecto y viabilidad del proyecto.
- Confianza de la entrega de los CER durante la vida del proyecto.
- Estructura del contrato (Ej: contratos *forward* vs. *spot*).
- Costo de la validación y potencial de certificación.
- Apoyo del país anfitrión y deseo de cooperar, entre otros

La principal referencia para el precio de los CER son los EUAs (European Union Allowances) del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea, dado que estas unidades son las más demandadas en el mercado de carbono y por ende poseen el precio más alto (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009), además, Ser dueño de un CER otorga el derecho a contaminar una tonelada de CO₂, igual que un Allowance (Derechos de emisión). Siendo los CERs sustitutos cuasi perfectos de los Allowances, es lógico pensar que comparten un mercado común y que sus precios guarden una estrecha relación, que pueda ser explotada en la administración de proyectos de MDL o de portafolios de comercialización de los CERs (Méndez Sayago & Perugache Rodriguez, 2012)

9.3.4 Precios históricos de los CERS periodo enero de 2008 a Julio de 2013

Los CER (o también llamados bonos de carbono), a través de los cuales se tranzan las reducciones de emisiones, se comportan como un “commodity”, sujeto a la oferta y la demanda. De esta forma, existe un proceso de negociación y el valor final acordado depende del proyecto y del comprador. En general, la tonelada equivalente de CO₂ (tCO₂e) se tranzaba entre 4 y 9 US\$ (2004-2005) pero a diciembre de 2010 alcanzo valores de US\$15; El precio de los derechos de emisión de CO₂ depende del equilibrio entre la oferta y la demanda en el mercado de CERs. El principal determinante del precio es su escasez en el mercado, pues la oferta y la demanda de derechos de emisión dependen, en buena parte, del tope de emisiones que fijen los Estados Miembros para las industrias sujetas a la Directiva. Cuanto más restrictivo sea el límite global de emisiones, menor será el número de derechos de emisión y mayor será su precio. El mercado de EUA, se intercambia diariamente en varias plataformas y cuenta con precios de referencia claros; sin embargo, el precio de intercambio de los CERs varía en función de la naturaleza y grado de desarrollo del proyecto

del que procede, así como del reparto de riesgos entre las partes (Consortio Energético CORPOEMA, 2010); En el mercado secundario se transan CER ya emitidos (denominados sCER) y sus precios son el mejor indicador del valor de los CER de un proyecto MDL maduro, a punto de generar los créditos de emisión. No se tienen en cuenta precios de CER primarios (antes de ser registrados o emitidos), porque son precios muy heterogéneos y relacionados específicamente al nivel de desarrollo del proceso aprobatorio MDL y a los riesgos propios de cada proyecto (financieros, administrativos, de seguridad, etc.) (Méndez Sayago & Perugache Rodríguez, 2012). De acuerdo a las siguientes gráficas se aprecia claramente que desde el 2008 la tendencia en los precios de los CERs y de los EUAs es a la baja, lo cual no proyecta un escenario grato para aquellos proyectos que recién empiezan a emitir CERs.

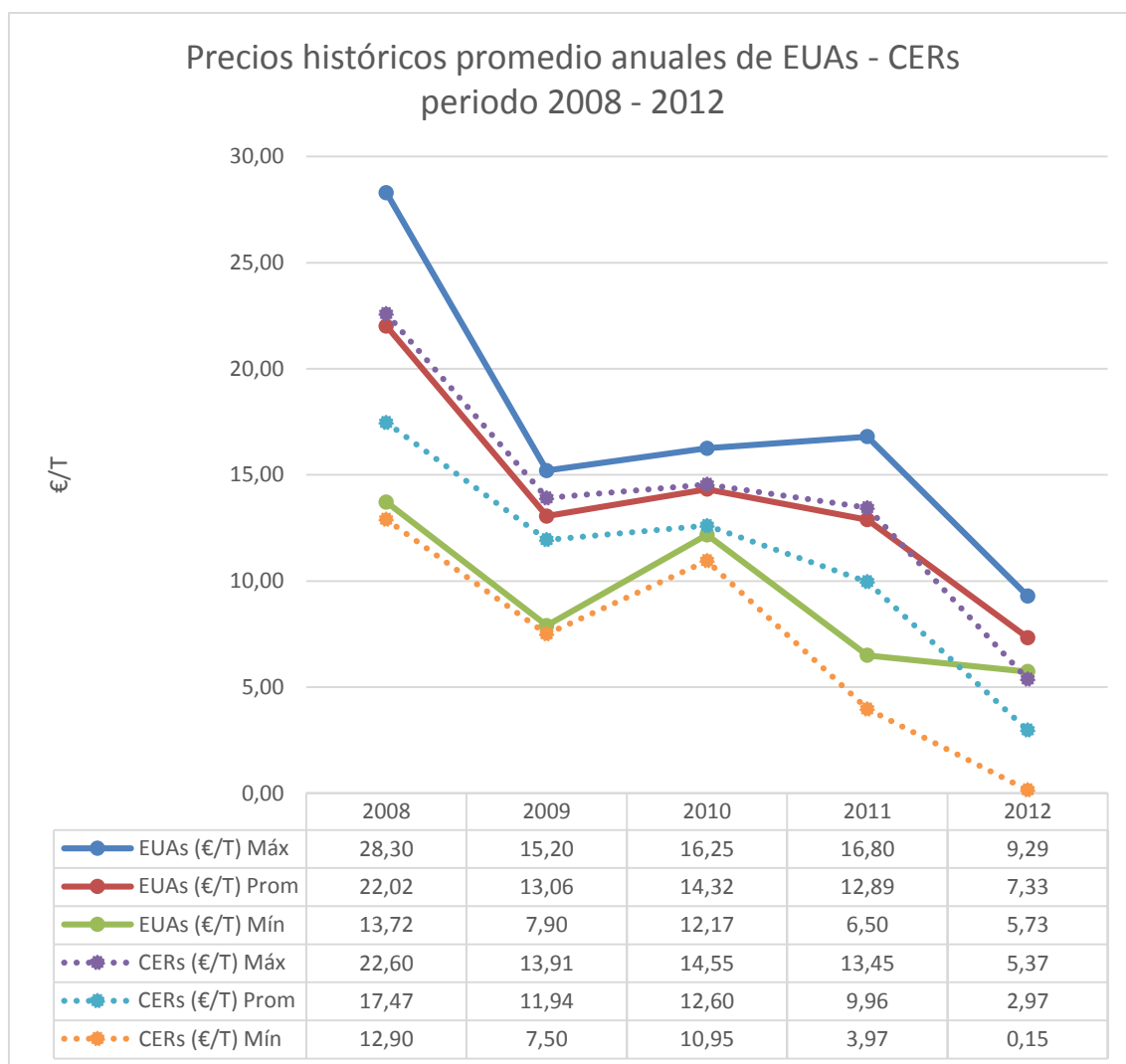


Ilustración 1: Precios históricos promedios anuales de EUAs- CERs periodo 2008 – 2012

Fuente: elaboración propia con datos tomados de SENDECO2

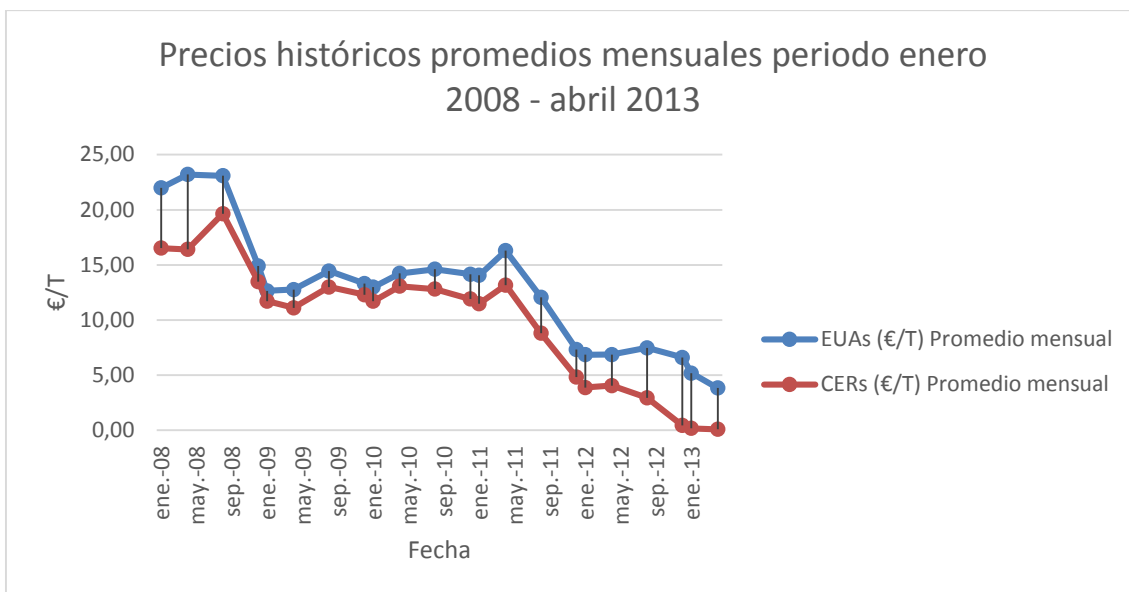


Ilustración 2: Precios históricos promedios mensuales EUAs- CERs periodo enero 2008 – abril 2013

Fuente: elaboración propia con datos tomados de SENDECO2

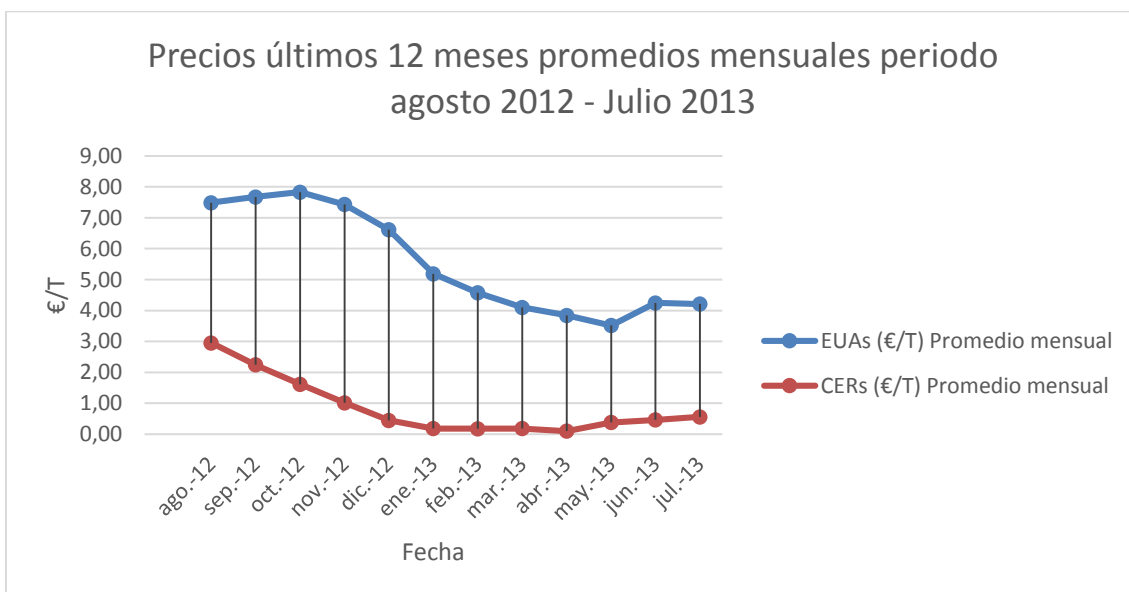


Ilustración 3: Precios históricos promedios mensuales de EUAs- CERs periodo agosto 2012 – julio 2013

Fuente: elaboración propia con datos tomados de SENDECO2

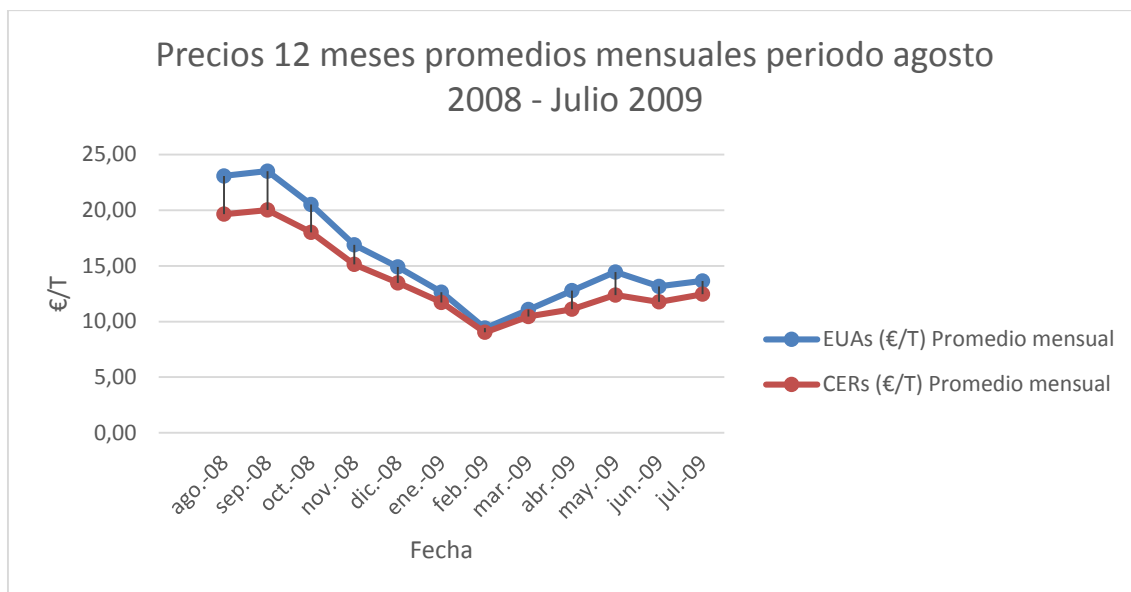


Ilustración 4: Precios históricos promedios mensuales de EUAs- CERs periodo agosto 2008 – Julio 2009

Fuente: elaboración propia con datos tomados de SENDECO2

9.4 Estructuras de transacción de CERs

Dada su condición de título, las CERs se pueden negociar o transferir libremente en el mercado principal y en el secundario y, por tanto, su propietario será el tenedor del documento, sea este físico o acreditado en el registro de MDL. De acuerdo con las modalidades de negociación, la mayor parte de CERs se negocia en un mercado de futuros, por su necesidad de verificación y contabilización periódica (anual). (Jaramillo Montoya, 2008).

ESTRUCTURAS DE TRANSACCIÓN	
ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Pago por adelantado	» El comprador paga la totalidad de los CERs que se emitirán durante el plazo del contrato. » Este tipo de transacción presupone confianza total por parte del comprador hacia la eficacia del proyecto MDL. » La ventaja del comprador, a cambio de asumir el riesgo, es obtener el derecho a los CERs a precio bajo. » En esta modalidad hay el riesgo que el vendedor no pueda cumplir con la entrega de los CERs acordados.
Contrato “forward” a precio fijo	» El comprador acuerda con el vendedor de CERs un precio fijo por año para todo el período del contrato. » El vendedor asegura la venta de CERs, mientras que el comprador asegura la disposición de CERs, para cumplir

	sus obligaciones ambientales, sin preocuparse por fluctuación de precios en el mercado. » El riesgo sigue siendo del vendedor que debe cumplir con la entrega de un número fijo de CERs.
Contrato “forward” a precio variable	» El comprador se compromete a adquirir los CERs en el período del contrato, considerando de antemano una variación en los precios de los certificados. » Hay un riesgo compartido entre el vendedor y el comprador. El primero por entregar el número de CERs acordado y el segundo por ajuste en valor de los CERs, que eventualmente pueden subir de valor.
Prepago para opción de mantener el precio	» El comprador realiza pago parcial anticipado al vendedor de CERs, para mantener precio en período del contrato. » El comprador compra una opción, que no significa obligación para comprar un número determinado de CERs. » El comprador paga un precio por la opción, en el momento del acuerdo, y recibe el derecho por la opción a futuro en una fecha a ser señalada conjuntamente. » El riesgo lo asume el vendedor, por obtener el número de CERs ya pactado y por la posible variación del precio, pero tiene un comprador fijo.
Mercado Spot	» El vendedor entrega al mercado de oportunidad una cantidad determinada de CERs, generalmente cantidad acumulada en un año, y recibe un solo pago contra entrega, al precio que acuerde en ese instante. » No existe ninguna otra obligación ni compromiso a futuro entre el comprador y el vendedor. » Todo el riesgo lo asume el vendedor al haber financiado el proyecto sin tener comprador de CERs. » Como ventaja, hay la posibilidad de un mejor precio cuando el mercado de CERs este consolidado, aunque podría eventualmente darse un escenario adverso.

Cuadro 4: Estructuras de transacción

Fuente: Programa Sinergy (OLADE- Organización Latinoamericana de Energía, 2005)

9.5 Financiación de proyectos bajo el MDL

La financiación en los proyectos de MDL se requiere para poder cumplir con los pasos del ciclo de proyectos MDL, para la implementación del proyecto (inversión en bienes de capital) y para cubrir costos de transacción, entre otros, en este

sentido, los proyectos MDL gracias al incentivo de los CERs, pueden acceder a fuentes de financiación alternativas y dicha financiación se cubre a través de la venta de CERs, el acceso a este tipo de financiación, se puede hacer a través de tres modelos, unilateral, bilateral y multilateral.

9.5.1 Modelos de Financiación bajo del MDL

Se pueden identificar tres modelos de financiamiento para proyectos MDL (SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, 2009):

Financiación por promotores locales (Unilateral), Los promotores colocan recursos propios, que complementan generalmente con deuda interna o externa para poner el proyecto en operación. Su beneficio es la generación de ingresos adicionales por la venta de CER.

Financiación por compradores de CER (Bilateral), Las empresas de los países industrializados que requieren los bonos de carbono pactan con los promotores locales su participación en el proyecto, ya sea aportando capital de riesgo, o concediendo préstamos para la implementación del proyecto o ayudas de tipo tecnológico, a cambio de recibir los CER generados por el proyecto.

Socios Financieros (Multilateral), Son empresas privadas corredores de bolsa o *brokers*, consultores técnicos, negociadores y comercializadores de CER o *traders*, etc. u organismos externos para quienes los proyectos MDL constituyen una oportunidad de inversión. Los socios financieros cobran sus servicios de los ingresos generados por la venta de los CER.

9.5.2 Caracterización de los Modelos de Financiación bajo del MDL

Modelo	Características
Bilateral	El proponente del proyecto desarrolla el proyecto en conjunto y/o con financiamiento de una ente de un país Anexo I
	El ente Anexo I recibe todos o parte de los CER, de manera directa, ya que es contractualmente dueño de ellos.
Unilateral	El proyecto MDL se diseña, financia e implementa sin inversión desde un país Anexo I
	El desarrollador no-Anexo I asume todos los riesgos asociados con la producción y la venta de los CERs.
	Permite a partidos huéspedes del MDL y/o proponentes de proyectos de vender CER con un premio cuando el precio está más alto.
Multilateral	Se vende los CERs a un fondo que maneja un portafolio de proyectos
	Típicamente el fondo consiste de inversionistas Anexo I

	La ventaja de este modelo es que el portafolio distribuye los riesgos de la inversión sobre varios proyectos y asegura una entrega de CERs más consistente sobre el tiempo
	El (país) inversionista además puede distribuir sus riesgos aún más por invertir en varios fondos multilaterales
	Ejemplos: Prototype Carbon Fund, ICF, CAF
	Hasta esta fecha la mayoría de los compradores está usando el modelo multilateral

Cuadro 5: Modelos de financiación bajo el MDL.

Fuente: EcoSecurities Ltda (EcoSecurities Ltda, 2003)

9.5.3 Fuentes de Financiación

La obtención de financiamiento depende de la existencia de instituciones dispuestas a proveerlo, en este sentido, las fuentes de financiamiento para este tipo de emprendimientos pueden ser tanto internas como externas; debido a los diferentes intereses presentes en un proyecto MDL, el rango de posibles inversores es amplio, (Masuda, 2007) participan en este mercado Fondos específicos, que se han conformado en entidades de cooperación internacional o en la banca multilateral para manejar paquetes de inversión orientados a identificar y promover proyectos MDL, con recursos financieros aportados por empresas o Gobiernos de Países Anexo I; Conviene señalar que ha surgido un actor muy importante en este mercado: las entidades intermediarias o “brokers”, que compran y venden CERs, quienes por su actividad disponen de más información sobre las formas de negociación, contratos y propiedad de los certificados, datos que no están fácilmente disponibles. Algunas de estas empresas hacen también los estudios requeridos para registrar un proyecto como MDL, y posteriormente se encargan de buscar al comprador y de negociar el valor de los certificados. (Jaramillo Montoya, 2008), Las expectativas y roles de cada uno de los potenciales inversores se guiarán de acuerdo a diversas motivaciones, una fundación u ONG podría invertir en MDL con el objetivo de obtener beneficios relacionados con el desarrollo sustentable, una empresa de un país Anexo I, en cambio, podría invertir para obtener las reducciones necesarias para cubrir con las exigencias planteadas en su país, estas fuentes de financiación pueden ser (Masuda, 2007):

- Gobiernos nacionales, especialmente de países industrializados.
- Export Credit Agencies (ECAs) y otras instituciones financieras de países industrializados.
- Bancos Multilaterales de Crédito, como por ejemplo el Banco Mundial.
- Bancos de Desarrollo Regionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo o la Corporación Andina de Fomento.

- Fondos de Carbono.
- Empresas privadas de países industrializados.
- Organismos medioambientales no gubernamentales.
- Organizaciones filantrópicas o fundaciones internacionales.

9.6 Casos de estudio Colombianos

se revisan a continuación tres proyectos MDL Colombianos actualmente registrados ante la JE del MDL, con el ánimo de contextualizar lo consignado en el documento previamente y ejemplificar los impactos financieros asociados a dichos proyectos a partir de casos concretos, teniendo en cuenta que los proyectos MDL afrontan barreras de diversa índole para su implementación, y que la propuesta por parte de la CMNUCC es que dichas barreras puedan ser afrontadas gracias a los ingresos logrados por venta de CERs, se analiza a través del cálculo del VPN²⁵ (ver tabla 4) como los ingresos por venta de CERs mejoran la rentabilidad del proyecto teniendo un escenario base, el escenario base está conformado por dos situaciones, el proyecto sin el incentivo por venta de CERs, y el proyecto con venta de CERs tomando como referencia el precio asumido por los proponentes de cada proyecto, posteriormente, dada la volatilidad que presenta el precio de los CERs, situación expuesta en un apartado anterior, se elabora una análisis de sensibilidad con el VPN como variable dependiente y el precio de los CERs como variable independiente, los resultados arrojados servirán para dimensionar la tolerancia de la rentabilidad de los proyectos ante las variación en el precio de los CERs.

²⁵ Esta técnica de evaluación económica, se puede definir de la siguiente manera, la diferencia que existe entre los flujos de efectivo esperados (ingresos) y el valor presente o actual del desembolso o inversión original (egresos), ambos flujos son descontados al costo de la capital que es la tasa de rendimiento que una empresa debe percibir sobre sus inversiones proyectadas a fin de mantener el valor de mercado de sus acciones. (Cruz Ariza)

Proyecto	Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena			Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW	Proyecto CEMEX de Cambio de Combustible
Precio Base CERs Proyecto (€/tCO ₂)	13,14			17,8	6.77
Tasa de Descuento	12%			12,89%	12%
	Alternativa fase II	Alternativa fase II - III	Alternativa fase I-IV		
VPN Proyecto sin MDL (1000 €)	-2.071	-1.547	-2.890	-548	-1.660
VPN Proyecto con MDL (1000 €)	4.568	5.133	4.290	-214	479
Inversión inicial (1000 €)	3.147	3.756	6.374	3.164	921

Tabla 4: Viabilidad de los proyectos con y sin el incentivo MDL dado un escenario base

Fuente: PDD Proyecto Landfill Cartagena - CEMEX - Santiago

A continuación se presenta una breve síntesis de cada proyecto y se adjuntan los gráficos del análisis de sensibilidad que se llevó a cabo, respectivamente, para observar la incidencia que tiene la variación de precios de los CERs en el valor del VPN de los proyectos MDL objeto de análisis, los valores de referencia son precios que se incrementan en una proporción de 2,5 unidades en un rango de 0 a 25 €/tCO₂, estos valores de referencia se determinaron teniendo en cuenta los datos históricos de precios de CERs del periodo Enero 2008 a Julio de 2013, se muestran los precios de los CERs entre 0 y 25 €/tCO₂ debido a que el propósito es evaluar todos los escenarios posibles de precios teniendo en cuenta el escenario pesimista con CERs sin valor de mercado o casi nulo, y el optimista con valor de mercado similar al mayor valor histórico de estos instrumentos financieros a partir en el periodo comprendido entre el 2008 y el actual.

9.6.1 Síntesis: Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena

Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena		
Clasificación	Sector	13, Manejo y Disposición de Residuos
	Escala	Grande
Organizaciones que intervienen en el proyecto y su actuación	Caribe Verde S.A. E.S.P.	Administrador del Relleno Sanitario / Proponente del proyecto
	Corporación Autónoma Regional del	Autoridad Regional que otorga la licencia de funcionamiento del relleno

	Canal del Dique (CARDIQUE)	
	EnBW Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)	Planeación, diseño, instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura del proyecto MDL, así como la administración del ciclo MDL.
	CarbonBW Colombia S.A.S	CarbonBW Colombia S.A.S. es responsable de todas las inversiones y gastos de funcionamiento, necesarios para llevar a cabo la recolección y quema del biogás; Para la venta de biogás y / o energía eléctrica, CarbonBW Colombia SAS se convertirá en CarbonBW Colombia S.A.S. E.S.P. La forma de sociedad E.S.P. (= "Empresa de Servicios Públicos") se requiere en Colombia para las empresas que prestan servicios de suministro de energía, que incluye la venta de gas con fines energéticos.
Duración del Proyecto	20 años	
Periodo de acreditación inicial	7 años	
Monto total estimado de reducción de emisiones (tCO2e)	996,687 tCO2	142,384 tCO2e en promedio por año
Información sobre la financiación pública	El proyecto no recibe financiación Pública	
Breve descripción de la Empresa	El relleno sanitario "Parque Ambiental Loma de los Cocos" (PALC) se encuentra en una zona rural cerca de la zona industrial de Pasacaballos, al sur-este de la zona turística de Cartagena de Indias, y a 14 kilómetros (km) fuera de la zona urbana de la ciudad de Cartagena, Colombia. El relleno se utiliza para la disposición final de los residuos sólidos urbanos generados por los 890.000 habitantes de la ciudad de Cartagena de Indias.	
Propósito del proyecto MDL	El propósito de este proyecto es la captura eficiente del gas del relleno sanitario y la destrucción de su contenido de metano, ya sea mediante la quema del metano y / o su utilización para la producción de energía térmica en industrias cercanas y / o la generación de energía eléctrica.	
En que consiste la actividad del proyecto	La actividad del proyecto se ha identificado en 4 fases: Fase I: consiste en la quema del biogás para reducir el contenido de metano presente en el mismo, el sistema mediante el cual se llevaría a cabo la quema del biogás funcionaría con electricidad tomada de la red de suministro nacional. Fase II: consiste en quemar una parte del biogás, vender otra parte	

	a la industria, específicamente una fábrica de ladrillos ubicada en las cercanías del PALC, la cual emplearía el Biogás para la generación de energía térmica, y emplear otra parte del biogás para la generación de electricidad para consumo propio del PALC y exportar parte de la electricidad generada a la red de suministro nacional. Fase III: consiste en utilizar el biogás para la generación de electricidad la cual sería consumida por la fábrica de ladrillos antes mencionada. Fase IV: consiste en utilizar el biogás para la generación de electricidad, la cual sería suministrada a la red nacional.		
Identificación de Barreras	Alternativas para disposición final del biogás obtenido en el relleno sanitario	Breve descripción	VPN sin el incentivo MDL (k€)
	Alternativa LFG1PI	Captura y combustión del biogás sin el incentivo MDL	-2.055,00
	Alternativa LFG1PII	Captura de gas de relleno sanitario y su venta, o su uso para la generación de energía	-2.145,00
	Alternativa P1PII	Generación de energía en el relleno para uso propio y exportación de una parte de la energía a la red de suministro nacional.	-90,00
	Alternativa P1PIII	Generación de energía para el uso de la fábrica de ladrillos	524,00
	Alternativa P1PIV	Generación de energía a partir del biogás para la red de suministro nacional	-835,00
	Alternativa H1PII	El calor generado a partir de gas de relleno sanitario	164,00
	Como se aprecia en la tabla anterior las únicas alternativas viables son la P1PII y la H1PII, sin embargo, estas no son técnicamente realistas a menos de que se lleven a cabo en combinación con la alternativa LFG1PII, en cuyo caso, el VPN, sería negativo.		
	Técnicamente solo las alternativas LFG1PI Y LFG1PII son técnicamente viables, las demás son complementarias, es decir solo se pueden llevar a cabo en conjunto con las anteriormente dichas.		
	Alternativas combinadas		VPN
	Adición alternativas Fase II	LFG1PII + P1PII + H1PII	-2.071,00
	Adición alternativas Fase II y Fase III	LFG1PII + P1PII + H1PII + P1PIII	-1.547,00

	Adición alternativas Fase I y Fase IV	LFG1PI + P1PIV	-2.890,00
Tecnología empleada	Fase I	» Pozos de extracción de biogás verticales » Estación de quema de metano » Sistema de recolección de gas que conecte los pozos de extracción a la estación de quema de gas y a una planta de control de gas del relleno sanitario » Tanques de condensados » Monitoreo de lixiviados en pozos de extracción seleccionados » Ventiladores » Sistema de vigilancia y control de variables importantes en el proceso de captura y quema de gas.	
	Fase II	» Planta de purificación y secado de Biogás - Ventilador » Gasoducto » Estación de recepción de gas » Generador de potencia ubicado en el relleno sanitario	
	Fase III	Generador de potencia ubicado en la fábrica de ladrillo	
	Fase IV	Generador de potencia ubicado en el relleno sanitario para suministrar electricidad a la red nacional.	

Cuadro 6: Síntesis Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena

Fuente: PDD Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena

9.6.2 Análisis de sensibilidad VPN Caso: Proyecto de Captura y uso de Biogás en Cartagena

El primer caso es el proyecto de captura y uso de biogás en Cartagena, proyecto evaluado usando el criterio del VPN, empleando como tasa de descuento, el WACC²⁶ de la empresa de 12%, y un precio base de CERs de 13, 14 €/ tCO₂; de acuerdo al análisis de sensibilidad este proyecto requiere del incentivo MDL, y que en ausencia de él o incluso para precios de CERs muy pequeños el proyecto carece de atractivo financiero así como lo indican los graficos 7, 8 y 9 donde se muestra que las alternativas del proyecto son viables a partir de 4,09 € / tCO₂, 3,05 y 5,12 lo cual es una ventaja en el presente panorama de precios de CERs a la baja y comparado frente a los proyectos de CEMEX y Santiago que tienen probabilidades de éxito a partir de 5,25 y 29,17 € / tCO₂ respectivamente, además, esto también indica que en este proyecto si se adopta la fase II-III las

²⁶ El WACC es la tasa de descuento que debe utilizarse para descontar los flujos de fondos operativos para valorar una empresa utilizando el descuento de flujos de fondos.

perdidas solo se van a percibir con precios por debajo de 3,05 € / tCO₂ y con un impacto mucho menor gracias al volumen de reducción de emisión de GEI que presenta este proyecto frente a CEMEX y Santiago.

En un contexto de mercado en el cual los precios de los CERs sean crecientes, el proyecto Landfill es viable, el problema reside en que el panorama actual es opuesto con precios de CERs decrecientes que han llegado incluso a precios por debajo de 1€.

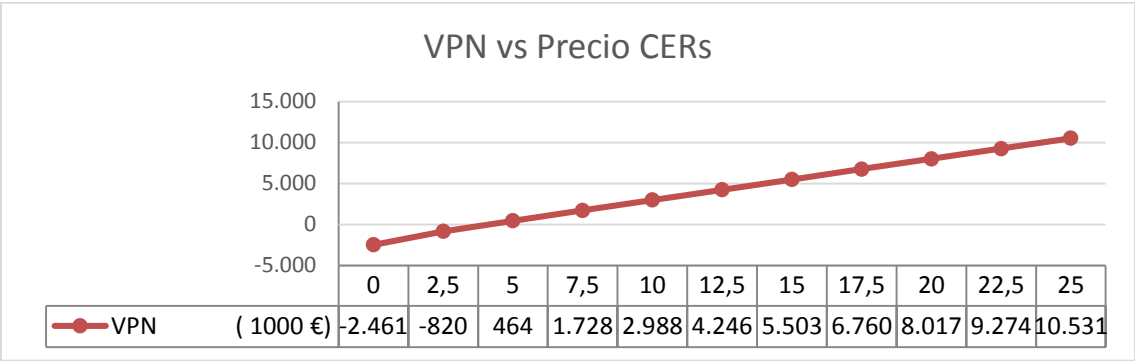


Gráfico 7: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase II

Fuente: Elaboración propia con información del PDD correspondiente

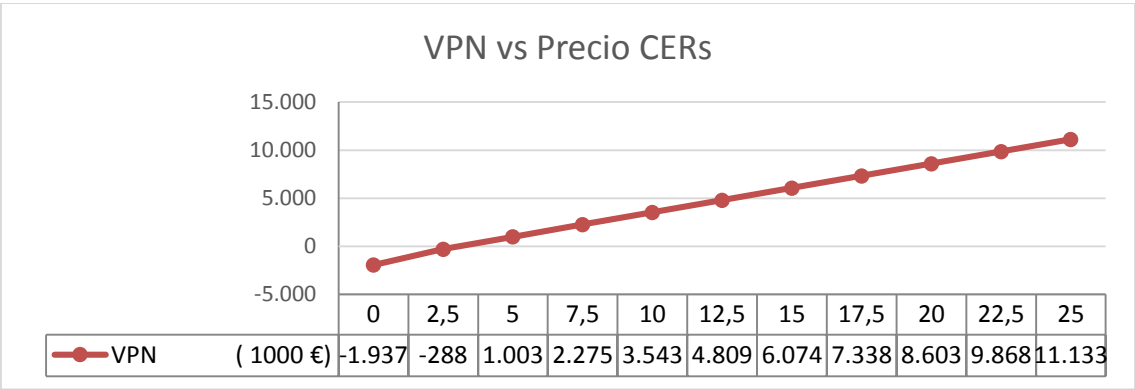


Gráfico 8: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase II - III

Fuente: Elaboración propia con información del PDD correspondiente

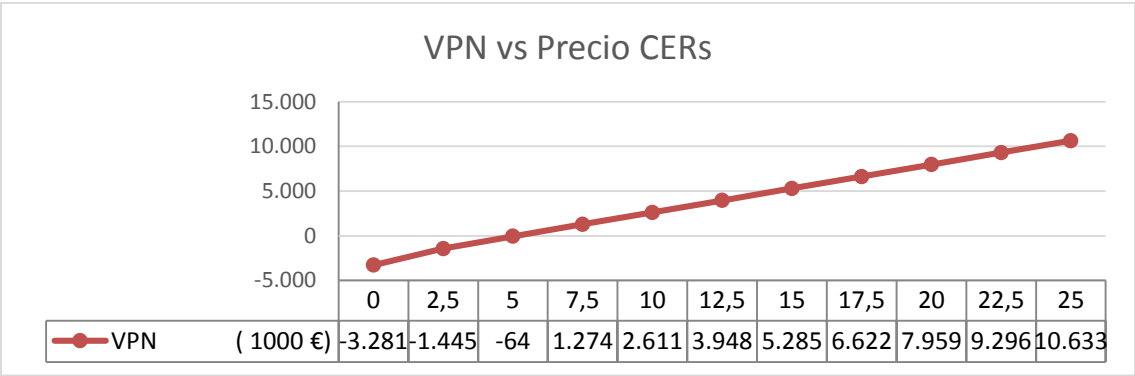


Gráfico 9: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Landfill Cartagena Fase I - IV

Fuente: Elaboración propia con información del PDD correspondiente

9.6.3 Síntesis: Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW

Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW		
Clasificación	Sector	1, Industria de la energía (Fuentes renovables / no renovables)
	Escala	Pequeña
Organizaciones que intervienen en el proyecto y su participación	Generamos Energía SA ESP	Administrador y dueño del proyecto
	Zero Emissions Technologies, S.A.	Empresa encargada de llevar a cabo todo el proceso hasta el registro del proyecto como MDL ante la JE, además, de la validación y verificaciones necesarias para la emisión de créditos de carbono. Zeroemissions posee un acuerdo por la compra de todos los créditos de carbono generados durante el ciclo de vida del proyecto
Duración del Proyecto	35 años	
Periodo de acreditación inicial	10 años	
Monto total estimado de reducción de emisiones (tCO ₂ e)	58,110 tCO ₂ e	5810 tCO ₂ e/año en promedio
Información sobre la financiación pública	El proyecto no recibe financion Publica	
Breve descripción de la empresa	GENERAMOS ENERGIA S A E S P es una empresa localizada en MEDELLIN, ANTIOQUIA que pertenece al sector "Generación, Captación y distribución de energía eléctrica".	
Propósito del proyecto MDL	El propósito del proyecto es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que tienen lugar por el uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica suministrada a la red nacional	
En que consiste la actividad del proyecto	La actividad del proyecto se basa en la producción de ENERGIA hidroeléctrica a filo de agua, utilizando el caudal de agua de la Quebrada Santiago para generar electricidad que será suministrada a la red nacional de interconexión.	
Identificación de Barreras	La construcción de la hidroeléctrica Santiago, además de que sin el incentivo de ingresos por venta de CERs, carece de atractivo financiero, enfrenta barreras de inversión específicas, tales como: dificultades para obtener los fondos necesarios, largos tiempos de espera y múltiples incertidumbres y obstáculos que normalmente se presentan en este tipo de actividad de proyecto, entre los obstáculos	

	cabe destacar, algunos que pueden impedir la construcción del proyecto y que representan costos adicionales (con el fin de ser conservador estos no han sido considerados en el análisis de inversión): » Vulnerabilidad a ataques de la guerrilla: el municipio ha sufrido numerosos ataques terroristas en los últimos años. » El uso de nuevas tecnologías: la hidroeléctrica Santiago es el primer proyecto para dicha empresa del cual no se tiene experiencia de proyectos anteriores. » La elevada dependencia de las actuales condiciones hidrológicas: la influencia del cambio climático sobre los eventos climáticos extremos (por ejemplo, "El Niño") y el aumento de los períodos de sequía son las barreras que impiden la implementación de centrales de este tipo permitiendo así la prevalencia de centrales hidráulicas y térmicas convencionales.
Tecnología empleada	Dos turbinas Pelton Horizontal de 1.4 MW de capacidad cada una, resultando un total de 2.8 MW.

Cuadro 7: Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW

Fuente: PDD Proyecto Hidroeléctrico Santiago 2.8 MW

9.6.4 Análisis de sensibilidad VPN Caso: Santiago 2.8 MW

En el caso del proyecto Santiago los proponentes evalúan la viabilidad del proyecto calculando la TIR del mismo y comparándola contra una tasa de referencia, los proponentes siguiendo los lineamientos para la metodología para la demostración de adicionalidad definieron que:

“El indicador financiero más adecuado para el análisis de las inversiones de la actividad del proyecto es la Tasa Interna de Retorno (TIR). Un proyecto es una buena propuesta de inversión si su TIR es mayor que la tasa de retorno de las inversiones alternativas, en este caso representado por el valor de referencia...”

Tasa efectiva de los TES del gobierno a 11 años (activo sin riesgo) ha sido seleccionada como punto de referencia para evaluar la viabilidad económica de una inversión en Colombia. En el momento de la decisión de inversión, mayo de 2008, el valor de los TES colombianos a 11 años es igual a 11,08%. Las primas de riesgo aplicadas en la determinación de los rendimientos requeridos en la equidad en Colombia se ha establecido de acuerdo con los principios contables internacionales. La prima de riesgo para hacer frente a los riesgos de la inversión se ha estimado en 1,81% según la información financiera de los mercados internacionales. Por lo tanto, el valor de referencia que se utilizará para aplicar el análisis de comparación de inversión para examinar el atractivo financiero del proyecto es igual a 12,89%.” (Zero Emissions Technologies, S.A., 2011)

Al realizar el análisis para determinar la viabilidad financiera del proyecto evaluando la TIR del mismo, los proponentes del proyecto encontraron que, sin

el incentivo del MDL, la TIR es de 9.94%, la cual está sustancialmente por debajo del punto de referencia de 12.89%, y con el incentivo de los CERs la TIR se incrementa hasta 11.72%, cabe destacar que si bien el ingreso por venta de CERs en el escenario de referencia mejora la TIR del proyecto, no logra superar ni igualar el punto de referencia, lo cual indica que, aun con el incentivo de los CERs, el proyecto carece de atractivo financiero, esto es consistente con lo indicado por la simulación, donde se evidencia que para ningún escenario de precio de CERs entre 0 – 25 € / tCO₂ el proyecto es viable ya que todos los VPN obtenidos están por debajo de cero (ver gráfico 10) el proyecto es viable a partir de un precio de CERs de 29,17 € / tCO₂, precio que no figura entre los datos históricos, el valor máximo de esta lista es 22.06 € / tCO₂, adicional a ello, el panorama actual del mercado de carbono y la tendencia a la baja en los precios de los CERs en los últimos años, donde el precio de los mismos ha estado por debajo de 1 € / tCO₂ desde noviembre de 2012, la viabilidad de este proyecto a futuro es incierta considerando que la misma ha sido determinada teniendo en cuenta precios de CERs altos.

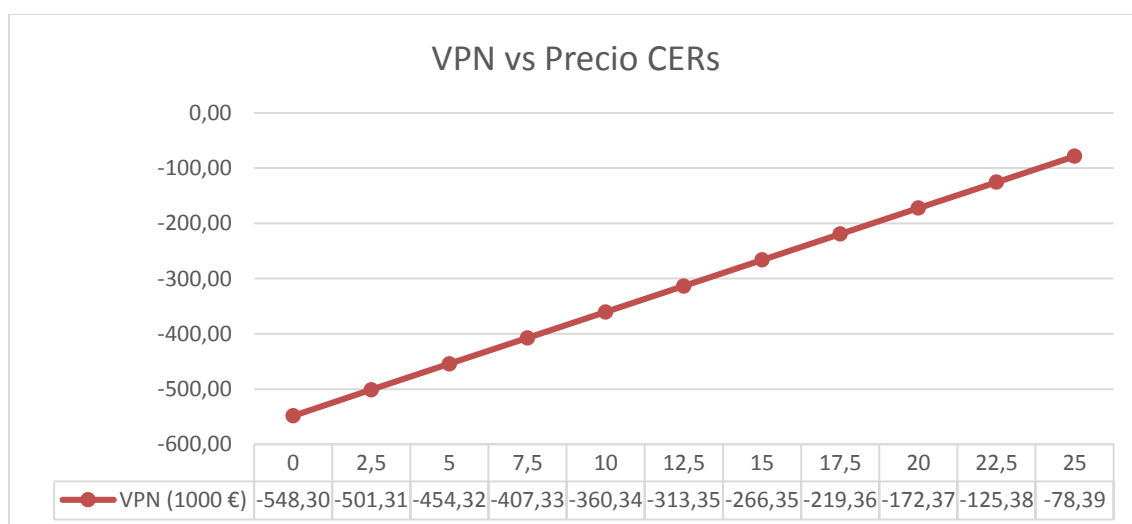


Gráfico 10: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto Santiago 2.8 MW

Fuente: Elaboración propia con información del PDD correspondiente

9.6.5 Síntesis: uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de CEMEX en Cúcuta.

CEMEX Colombia: uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de Cúcuta.		
Clasificación	Sector	2, Distribución de energía
	Escala	Pequeña
Organizaciones que intervienen en el proyecto y su participación	CEMEX Colombia S.A. /	Proponente del proyecto y administrador de la empresa que lo implementa.
	CEMEX International Finance Company y CO2	Promotores del proyecto

	Global Solutions International S.A.	
Duración del Proyecto	20 años	
Periodo de acreditación inicial	7 años	
Monto total estimado de reducción de emisiones (tCO2e)	296,150 tCO2	42,307 tCO2e/año en promedio
Información sobre la financiación pública	El proyecto no recibe financion Publica	
Breve descripción de la empresa	CEMEX es uno de los mayores productores de cemento y proveedores de materiales de construcción del mundo. Fundado en México en 1906. CEMEX tiene operaciones por todo el mundo, con instalaciones de producción que abarcan 50 países de América del Norte, el Caribe, América del Sur, Europa, Asia y África	
Propósito del proyecto MDL	El propósito del proyecto es reducir las emisiones de CO ₂ de carbono que tienen lugar debido a la utilización de combustibles fósiles en la planta de cemento para la operación de la misma.	
En que consiste la actividad del proyecto	La actividad del proyecto consiste en la sustitución parcial de combustibles fósiles, en los hornos en la etapa de calcinación de clinker, por combustibles alternativos como: cáscara de arroz y paja, residuos de palma, residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de madera y otros tipos de biomasa, la sustitución seria de un 40% del consumo energético del horno, que se compone actualmente de 99,7% de carbón y 0,3% de diesel.	
Identificación de Barreras	El proyecto sin el incentivo de ingresos por venta de CERs carece de atractivo financiero	
Tecnología empleada	Para llevar a cabo la actividad del proyecto MDL Debe ser construido un sistema completo de recepción, almacenamiento y suministro de biomasa, el cual incluiría los siguientes equipos: Sistema de trituración, Transportador, Montacargas, Dispensador, Equipos auxiliares y filtrador.	

Cuadro 8: Uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de CEMEX en Cúcuta.

Fuente: PDD Uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento de CEMEX en Cúcuta.

9.6.6 Análisis de sensibilidad VPN caso: uso de combustibles alternativos y biomasa en la planta de cemento CEMEX en Cúcuta.

Al igual que en el caso de Santiago, el proyecto MDL de CEMEX evalúa la viabilidad del mismo en función de la TIR, el punto de referencia que han definido

los proponentes del proyecto es de 12% teniendo en cuenta los intereses de la empresa y los lineamientos de la metodología para la demostración de adicionalidad seleccionada para el proyecto en cuestión. (CEMEX Colombia S.A., 2012) Los resultados obtenidos mostraron que, sin el incentivo de los CERs el proyecto arroja flujos de caja negativos durante todo el horizonte de tiempo del estudio, mientras que, al evaluar el proyecto con los ingresos por venta de CERs, con un precio de venta de los CERs de 6, 77 €/tCO₂ la TIR mejora notablemente tomando un valor de 19.83 % , esto significa que dado un precio de los CERs de 6, 77 €/tCO₂, el proyecto es factible porque la TIR obtenida supera el punto de referencia definido; Por otro lado el análisis de sensibilidad, ilustrado en el gráfico 11, muestra que, para un rango de precios entre 0 – 25 € / tCO₂, el proyecto es viable para precios a partir de 5,25 € / tCO₂ , lo cual compaginado con el panorama histórico de precios desde enero de 2008 señala que si la dinámica del precio de los CERs sigue el curso que trae desde el año 2012, y que se ha hecho más crítica desde noviembre del mismo año, este proyecto al igual que el anteriormente analizado no será factible aun con los ingresos por venta de CERs.

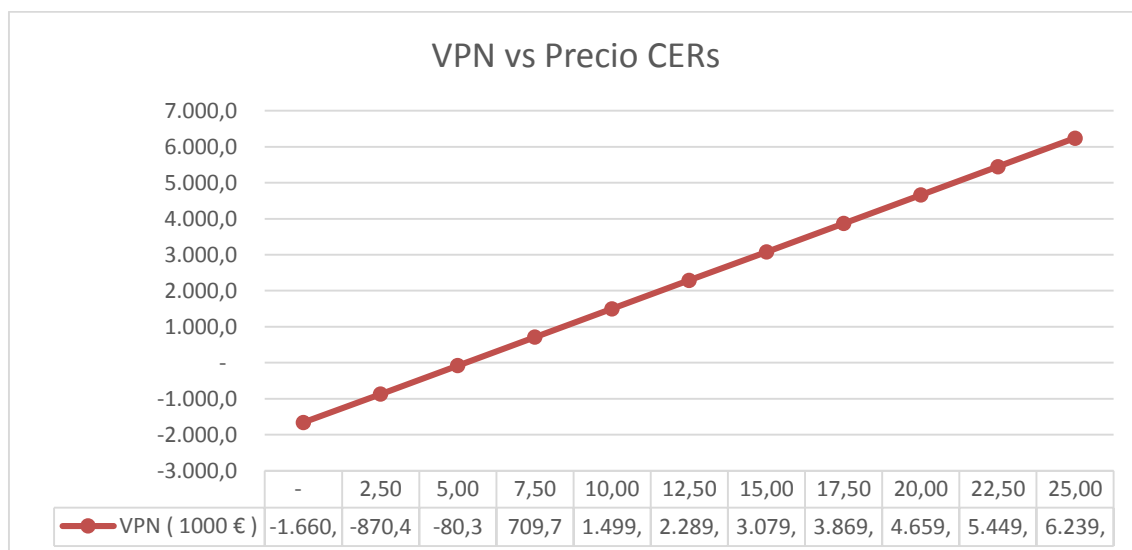


Gráfico 11: Análisis de sensibilidad VPN Proyecto CEMEX

Fuente: Elaboración propia con información del PDD correspondiente

La incidencia de incrementos en el precio de los CERs sobre el VPN de los proyectos, señala una clara diferencia entre los proyectos de captura de biogás, el proyecto CEMEX y el proyecto Santiago, puesto que, en los dos primeros casos, si bien dado el panorama actual de precios de CERs las posibilidades de que dichos proyectos sean viables es cuestionable, la respuesta del VPN ante los incrementos en el precio de los CERs en el caso de CEMEX es de 316, 01 (1000 €) por cada euro en que se incrementa la tCO₂, y alrededor de 1.255 (1000 €) en el caso de la fase II del proyecto de captura de biogás, mientras que para el caso Santiago los incrementos son de 47 (1000 €) solamente, esto tiene relación directa con las características propias de cada proyecto, tales como el volumen de reducción de emisiones de GEI, el tipo de tecnología empleada, los costos de transacción, la estructura financiera, si el proyecto recibe o no

financiación pública, las barreras de inversión, tecnología, práctica común, si la ejecución o no del proyecto tiene alguna repercusión sobre la calidad de vida de la comunidad entorno a él, el tipo de proyecto, etc., por lo tanto, La forma en que lo ingresos por venta de CERs benefician un proyecto depende de las características propias de cada proyecto, y en función de ello cada proponente deberá definir la estructura de transacción y el modelo de financiación que mayor beneficio le genere.

10 CONCLUSIONES

- El actual panorama de precios de CERs a la baja que amenaza la rentabilidad de proyectos MDL en Colombia, amenaza también el principio de los MDL de contribuir al Desarrollo Sostenible de los países de acogida, siendo que, en este escenario, la única contribución del MDL al Desarrollo Sostenible del país sería la mitigación del cambio climático sin dar lugar a beneficios secundarios, como los que, en su momento afirmó el Ministerio de Medio Ambiente acerca de que, en condiciones óptimas de información, riesgo y contando con instituciones perfectas a nivel internacional y nacional, la economía Colombiana podría reducir competitivamente hasta 22.9 millones anuales de toneladas de CO₂, generando divisas similares a los del sector exportador de banano y flores, además, si el ingreso neto al productor de la venta de CERs es suficientemente alto, la captura de CO₂ en programas forestales, agro-forestales y silvo-pastoriles podría incrementar los ingresos de los productores hasta niveles que compiten con el modelo actual de ganadería extensiva, explotación insostenible del bosque natural y cultivos ilícitos.
- Uno de los criterios que define la escala de un proyecto es el nivel de emisiones, lo que a su vez determina el nivel de ingresos que puede lograr un determinado proyecto, sin embargo no se tiene en cuenta el nivel de inversiones, así casos como Santiago y Landfill Cartagena (alternativa fase II y alternativa fase II- III), con niveles de inversión semejantes, y niveles de reducción de emisión sustancialmente diferentes (58.110 y 996.786 tCO₂ respectivamente) sean definidos como de pequeña y gran escala, siendo el único incentivo para los proyectos de pequeña escala costos de transacción más pequeños y metodologías simplificadas, pero estos incentivos no compensan las pérdidas que afrontan los proyectos como Santiago cuando los precios de los CERs tienen caídas.
- Frente al actual panorama de precios de CERs a la baja, el análisis de adicionalidad financiera, elemento clave de la elaboración del PDD, exige un estudio más amplio acerca de los ingresos esperados por venta de CERs , pues con el enfoque simplista mostrado en los casos de estudio donde determinan la viabilidad de un proyecto gracias a los ingresos por venta de CERs considerando un único precio, es muy probable que muchos proyectos sean aprobados por la JE del MDL al lograr cumplir con la etapa clave del ciclo MDL, demostrando adicionalidad ambiental y financiera, pero a futuro pueden ser proyectos que no puedan ser implementados o se conviertan en un fracaso financiero al no contar con ingresos suficientes.
- El objetivo de los ingresos por venta de CERs, de acuerdo a la definición de adicionalidad es, afrontar las barreras que impiden que el proyecto se lleve a cabo, dichas barreras pueden ir desde simplemente la carencia de atractivo financiero, hasta barreras de carácter político y de orden social, como en el caso de Santiago, donde aparte de la carencia de atractivo financiero del proyecto, este afronta barreras de orden social, tecnológico y climático, en dicho caso, se podría decir que este proyecto afronta mayores riesgos en

comparación con CEMEX y Landfill Cartagena, sin embargo con un nivel de inversión semejante al del Landfill Cartagena y por encima del nivel de inversión del proyecto CEMEX, este proyecto tiene el menor volumen de CERs, lo cual indica que frente a fuertes caídas en el precio de los CERs, no solo se vería afectada la rentabilidad del proyecto si no también su capacidad de hacer frente a los riesgos.

- Los análisis elaborados señalan claramente en todos los casos estudiados que ninguno de los proyectos es viable en ausencia de los CERs, y que contando con los ingresos por venta de CERs, su rentabilidad mejora, e incluso llegan a ser rentables, se hace hincapié en que mejoran, porque lo que evidencio la simulación es que, el precio de los CERs es determinante en la viabilidad de un proyecto MDL, es decir, en la actualidad contar con los ingresos por venta de CERs no garantiza la rentabilidad de un proyecto MDL dado que los precios presentan una tendencia decreciente.
- El análisis de viabilidad de los proyectos MDL elaborado, arrojó que dos de los tres proyectos presentan alta probabilidad de ser no viables financieramente, sin embargo, este análisis se llevó a cabo sin considerar la posibilidad de reinversión de los ingresos obtenidos por venta de CERs, es decir que, por ejemplo en el caso de Santiago, haciendo uso de los modelos de financiación que permiten vender total o parcialmente los CERs antes de que estos sean emitidos, los proponentes del proyecto tendrían acceso a recursos que podrían invertir en alguna alternativa que complemente el proyecto para de ese modo hacer que el mismo sea rentable, esto significa que los recursos logrados por venta de CERs pueden ser aprovechados de una manera óptima si se hace un correcto uso de los modelos de financiación y de las estructuras de transacción de CERs.
- El principal impacto financiero esperado en proyectos MDL, son los ingresos por venta de CERs que mejoran la rentabilidad de estos proyectos, cuya principal característica es que, son proyectos que contribuyen a la mitigación de la emisión de GEI, pero que afrontan barreras que pueden ser superadas gracias al incentivo de los CERs, dichos ingresos están en función de 3 variables, el precio de los CERs, el volumen de reducción de emisiones, y los costos de transacción, de este modo $P \times V - C$, donde los proyectos deben maximizar el producto $P \times V$ para lograr mejoras sustanciales en la rentabilidad del proyecto, sin embargo dado el actual panorama del precio de los CERs debido a las fallas que presenta el mercado de carbono, solo aquellos proyectos con una adecuada combinación de tecnología de bajo costo y reducción de gas de mayor PCG (Potencial de Calentamiento Global) que logren un alto volumen de reducción de emisiones, tendrán la capacidad de soportar la volatilidad de los precios de los CERs sin que ello afecte de manera drástica la rentabilidad de sus proyectos, el problema está en que, mientras los precios de los CERs, los determina el mercado de carbono, el volumen de reducción de emisiones que logra cada proyecto depende del tipo de gas que se reduce y de la tecnología empleada para dicho fin así como el costo de la misma, esto significa que hay proyectos que con pequeñas inversiones están logrando altos volúmenes de reducción de emisión de gases de efecto invernadero y por otro lado existen proyectos con

altos niveles de inversión que están logrando volúmenes pequeños de reducción de emisiones, esto da lugar a que los beneficios logrados gracias a la implementación de MDL estén siendo mal distribuidos, pues cuando los precios de los CERs son altos, quienes reciben los mejores beneficios son aquellos que han logrado grandes reducciones de emisión de GEI con bajos niveles de inversión, y cuando los precios caen, si bien se ven afectados, quienes absorben la caída de los precios en su mayor totalidad son aquellos que generan pequeños volúmenes de reducción de emisiones de GEI con altos niveles de inversión, esto quiere decir que, si bien la volatilidad de los precios de los CERs afecta la rentabilidad de los proyectos MDL, la ausencia de un sistema de asignación de precios en función de las características que determinan el volumen de los CERs logrados por un proyecto, define la proporción en que dicha variación afecta la rentabilidad del mismo.

- Colombia es un país comprometido con las iniciativas de mitigación del cambio climático, prueba de ello es la normatividad que el país ha definido para el desarrollo y promoción de este tipo de proyectos así como las estadísticas que indican que hasta el año 2012 Colombia era el 4to país en Latinoamérica y el número 12 a nivel mundial en proyectos registrados ante la JE del MDL, sin embargo frente a los actuales precios de CERs tan volátiles, el sector empresarial puede empezar a restringir su participación por temor a las pérdidas que pueden tener debido a caídas en los precios, o también en el caso de que los ingresos no compensen significativamente los riesgos que se deben afrontar para su implementación.
- El panorama actual indica que a menos de que se tenga un plan de inversión para aprovechar los ingresos obtenidos por venta de CERs, estos no harán que un proyecto no factible financieramente en su ausencia, lo sea de por sí contando solo con dichos ingresos adicionales.
- Si bien los beneficios financieros esperados en esta clase de proyectos pueden no llegar a percibirse debido a los precios volátiles de los CERs que actualmente presentan una tendencia decreciente y las fallas en el mercado de carbono, cabe resaltar que los beneficios esperados a nivel ambiental, social y económico que pueden ser logrados gracias a la utilización de tecnologías más limpias e innovadoras para la eficiencia energética y el desarrollo sostenible, son beneficios intangibles que mejoran la imagen de la empresa y acarrear consigo beneficios a largo plazo para el país de acogida, por lo tanto, es importante reevaluar estos mecanismos, pues el concepto en sí, es funcional y beneficia a todas las partes involucradas pero la estructura en torno a él, las normas, los criterios y lineamientos entre otros, deben ser replanteados para que el mecanismo sea más que un buen concepto y pueda trascender hacia una realidad sostenible en el largo plazo.

11 Trabajos citados

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA. (s.f.). *MANUAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EN EL MARCO DEL MECANISMO PARA UN DESARROLLO LIMPIO*. Argentina. Recuperado el 14 de Julio de 2013, de http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/08_manualmdl.pdf
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA. (2010). *Manual del MDL Para Desarrolladores de Proyectos y Responsables de Políticas*. República Dominicana. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de http://www.cambioclimatico.gob.do/eng/Portals/0/pdf/manual_md12010.pdf
- AGÜERO SEAS, W. (Febrero de 2007). MODELO PARA LA EVALUACIÓN (FINANCIERA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL) DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. *Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador del Programa de Postgrado en Gerencia de Proyectos de Desarrollo para optar al Título de Magister Scientiae en Gerencia de Proyectos de Desarrollo*. San José, Costa Rica.
- Aragón Rodríguez, H. (2008). El mercado de carbono: construcción institucional, funcionamiento y perspectivas. *Revista Economía Informa*, 98-110.
- Argüello Ruiz, M. R. (2006). POTENCIAL DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO EN LAS PLANTACIONES FORESTALES DE PANAMÁ. *Tesis para optar al título de Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental*. Turrialba, Costa Rica.
- Avila Zabala, A. (2008). Estudio de factibilidad para la implementación de un Proyecto MDL en una planta de asfalto. *Monografía para optar al título de Especialista en Ingeniería Ambiental Universidad Industrial de Santander*. Bogotá.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Abril de 2011). *Plataforma sobre Financiamiento de Carbono para América Latina*. Recuperado el 16 de Julio de 2013, de Finanzas Carbono: <http://finanzascarbono.org/glosario/>
- Bauer Ephrussi, M., Belza, J. C., Betz, R., Chiliquinga, B., Gasca Ramírez, J. R., Gil Sordo, V., . . . Saiz de Bustamante, A. (Abril de 2005). *Biblioteca UNESA - Estudios*. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de UNESA - Asociación Española de la Industria Eléctrica: <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/584455611.pdf>
- Black A., T. (Noviembre de 2011). Boletín del Centro Andino para la Economía del Medio Ambiente. *FAIR TRADE CDM La Actualidad Sobre el Mercado MDL y CERs*, 11(1). (Y. Gordillo H., Ed.) Bogotá, Colombia. Recuperado el Julio de Agosto de 2013, de http://www.andeancenter.com/images/pdf/Boletines/Boletin_Nov2011.pdf

- Bozmosky, A., Lemos, M. C., & Boyd, E. (2008). Prosperous Negligence: Governing the Clean Development Mechanism for Markets and Development. *Environment*, 18-30.
- BUN - CA. (2000). *USAID from the american people*. Retrieved Enero 9, 2012, from http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ942.pdf
- Cavallucci, O. (Mayo de 2009). *El Esquema Europeo de Compra-Venta de Derechos de Emisión (EU-ETS) y la Iniciativa Yasuní-ITT*. Quito, Ecuador.
- CDM watch, scrutinizing carbon offset. (2010). *Herramientas & Recursos - Carbon Market Watch*. Retrieved from Carbon Market Watch: <http://carbonmarketwatch.org/es/>
- CDM watch, scrutinizing carbon offset. (2010). The CDM project cycle: from project design to the issuing of carbon credits. *The Clean Development Mechanism (CDM) Toolkit*. Alemania: Publicaciones de Carbon Market Watch.
- CEMEX Colombia S.A.. (2012, 10 19). CEMEX Colombia: Alternative fuels and biomass project at Cucuta cement plant. *PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM FOR SMALL-SCALE CDM PROJECT ACTIVITIES*. Cúcuta, Colombia.
- Chavarro Pinzón, M., Corradi, C., García Guerrero, A., Lara Henao, W., Perugini, L., & Ulloa Cubillos, A. (Noviembre de 2007). *Subportal Gestión Ambiental, Crecimiento Verde y Cambio Climático - Publicaciones*. Recuperado el 13 de Mayo de 2013, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/>
- Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, CECODES. (2009). *Cambiando El Rumbo 2009 - Casos de Sostenibilidad en Colombia*. Bogotá: Publicaciones CECODES.
- Consorcio Energético CORPOEMA. (30 de Diciembre de 2010). Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia. *Formulación de un Plan de Desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 16 de Agosto de 2013, de http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_1_Plan_Desarrollo.pdf
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (Noviembre de 2007). Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. *Unidos por el Clima*. Bonn, Alemania. Recuperado el 14 de Septiembre de 2013, de http://unfccc.int/resource/docs/publications/unitingonclimate_spa.pdf
- Costa Posada, C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 74-80.
- Cruz Ariza, F. J. (s.f.). Técnicas de Evaluación de la inversión en activos no circulantes. *Material Didáctico de Evaluación Financiera de Proyectos de*

- Inversión*. México D.F., México. Recuperado el 11 de Julio de 2013, de http://www.franciscojaviercruzariza.com/attachments/File/VPN_y_TIR.pdf
- CSDA, Center for Sustainable Development in the Americas. (Octubre de 2000). *La Estructura del Mecanismo de Desarrollo Limpio: Una oportunidad para la CAF*. Washington, DC, Estados Unidos de América: Publicaciones de Christiana Figueres. Recuperado el 29 de Enero de 2012, de Christiana Figueres: <http://www.figuereonline.com/publications/modelos.pdf>
- EcoSecurities Ltda. (Noviembre de 2003). *Modelos de comercialización de créditos de carbono (CERs) dentro del MDL*. Recuperado el 3 de Julio de 2013, de <http://www.cd4cdm.org/Latin%20America/Bolivia/International%20Course%20on%20CDM%20November%202003/CDM%20trading%20models,%20Spanish,%20v1.pdf>
- Eguren C., L. (Marzo de 2004). *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/14902/lcl2085e.pdf>
- Einar Rosendahl, K., & Strand, J. (2011). Carbon Leakage from the Clean Development Mechanism. *The Energy Journal*, 27- 50.
- Fernández Cuesta, C., & Fronti de García, L. (2005). DEL PROTOCOLO DE KIOTO A LOS PRESUPUESTOS EMPRESARIALES. *Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión*, 193-223. Recuperado el 23 de 12 de 2012, de <http://www.observatorio-iberoamericano.org/>
- FONAFE. (Diciembre de 2010). *CORPORACIÓN FONAFE*. Obtenido de FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL DEL ESTADO - FONAFE: <http://www.fonafe.gob.pe/>
- FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú. (2004). *El Mecanismo de Desarrollo Limpio - Guía práctica para desarrolladores de proyectos. Elaboración de una Cartera de Proyectos que Califiquen al MDL*. Lima, Perú: Publicaciones FONAM.
- FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú. (2004). *FONAM - Publicaciones*. Obtenido de FONAM - Fondo Nacional del Ambiente Perú: <http://www.fonamperu.org/>
- Fronti de García, L., & Fernández Cuesta, C. (2007). El protocolo de Kioto y los costos ambientales. *Revista Digital del Instituto Internacional de Costos*, 9-31.
- Gómez Torres, M. (s.f.). *Las variables que influyen en la rentabilidad del proyecto MDL. Aspectos Financieros del Mecanismo de Desarrollo Limpio y Barreras Potenciales*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 3 de Julio de 2013

- Herrera, C., Gómez, A., & Ortega, S. (2010). *Colombia: hacia una economía baja en Carbono*. Bogotá, Colombia: ANDI. Recuperado el 16 de Julio de 2013, de <http://www.andi.com.co/>
- Howison, S., & Scharwz, D. (2012). RISK-NEUTRAL PRICING OF FINANCIAL INSTRUMENTS IN EMISSION MARKETS. *SIAM Journal on Financial Mathematics*, 709-739.
- Instituto Nacional de Ecología de México. (8 de Junio de 2006). *El sector privado y el cambio climático*. Recuperado el 1 de Agosto de 2013, de Portal de Cambio Climático en México: http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/mercadobonoscarbono.html
- Jaramillo Montoya, J. R. (Agosto de 2008). Trabajo final para optar al título de Especialista en Mercados de Energía. *VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA UTILIZACIÓN DEL GAS NATURAL EN LA INDUSTRIA INCORPORANDO EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)*. Medellín, Colombia. Recuperado el 3 de Julio de 2013
- Lema, A., & Lema, R. (2012). Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power. *Global Environmental Change*, 301-313.
- López García, E. (Octubre de 2009). EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO EN PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS "PROYECTO TRES HERMANOS". *Tesis de Pregrado Ingeniero Petrolero*. México.
- Luiz, J., & Muller, E. (2008). Greenhouse Gas Emission Reduction Under The Kyoto Protocol: The South African Example. *International Business & Economics Research Journal*, 76-77.
- Ma, Z. (2010). The Effectiveness of the Kyoto Protocol and Consummating the Legal Institution for International Technology Transfer. *the journal of technology transfer*, 75-97.
- Masuda, M. (Junio de 2007). *Aspectos financieros y legales a tener en cuenta para el desarrollo de proyectos MDL*. Argentina: Gobierno de Argentina, Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Recuperado el 9 de Enero de 2012, de http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/110707_manual_financiero.pdf
- Matsushashi, R., Shinozaki, H., & Yoshida, Y. (2008). Management of risks in clean development mechanism projects. *Environmental Economics & Policy Studies*, 283-298.
- MAVDT. (Febrero de 2003). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC. *Cambio climático, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio - Guía Básica*. Bogotá, Cundinamarca,

Colombia: Publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

MAVDT. (2010 de Diciembre de 2010). *Subportal Gestión Ambiental, Crecimiento Verde y Cambio Climático - Normativa*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/web/index.html>

Meiattini, S. (2009). PROGRESO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO.DESAFÍO ENTRE INVERSIÓN ECONÓMICA Y COOPERACIÓN. *M+A. Revista electronica de medio ambiente, UCM.*, 1-22.

Méndez Sayago, J. A., & Perugache Rodriguez, C. A. (Septiembre de 2012). Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones. *Revista Estudios Gerenciales*, 28(124), 141-167. Recuperado el 5 de Agosto de 2013

Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia. (11 de Diciembre de 2012). *Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia*. Recuperado el 1 de Abril de 2013, de Subportal Gestión ambiental, Crecimiento verde y Cambio Climático / Dirección de Cambio Climático / Portafolio de Proyectos MDL en Colombia: <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=1267&conID=7717>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Foro “Lanzamiento NTC-50001 Sistemas de Gestión de la Energía”*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010 de Diciembre de 2010). *Subportal Gestión Ambiental, Crecimiento Verde y Cambio Climático - Normativa*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/web/index.html>

Ministerio de Economía, Hacienda e Industria de Francia. (2006, Octubre 20). The Clean Development Mechanism. *Climate Change: Guide to the Kyoto Protocol Mechanisms*. Francia: Publicaciones de Carbon Finance Unit - The World Bank. Retrieved Julio 15, 2013, from Carbon Finance at the World Bank: Projects and Participants: <https://wbcarbonfinance.org/>

Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia. (2006). Estrategia de participación en el Mecanismo de Desarrollo Limpio y en otros esquemas de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero en el marco del plan Nacional de Desarrollo de Bolivia. *Mitigación del Cambio Climático*. La Paz, Bolivia. Recuperado el 14 de Julio de 2013, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/doc17081.pdf>

- Ministerio del Ambiente - MINAM. (29 de Abril de 2013). *Portal de Cambio Climático*. Obtenido de Ministerio del Ambiente Perú: <http://www.minam.gob.pe/>
- Ministerio del Ambiente. (25 de Julio de 2011). Aplicación de Metodologías para Proyectos MDL. *Guía Técnica*. Ecuador. Recuperado el 14 de Julio de 2013, de <http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/psalvarado/Gui%CC%81a%20Te%CC%81cnica.pdf>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2000). *Estudio de Estrategia Nacional para la implementación del MDL en Colombia*. Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *ESTUDIO DE ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MDL EN COLOMBIA*. Santafé de Bogotá.
- Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania. (19 de Agosto de 2009). *Mecanismo de Desarrollo Limpio: ¿ Qué es? ¿ Cómo Funciona?* Alemania. Recuperado el 16 de Julio de 2013, de <http://www.ipse.gov.co/>
- Monroy, N., & Aguirre, A. (2003). EL PROTOCOLO DE KYOTO: ¿ UNA OPORTUNIDAD PARA LA INDUSTRIA COLOMBIANA? *Revista de Ingeniería - Universidad de los Andes*, 108-116.
- Neeff, T., & Henders, S. (Febrero de 2007). Proyectos forestales bajo el MDL y su financiación. *Guía sobre los Mercados y la Comercialización de Proyectos MDL Forestales*, 8-9. (L. Morera, Ed.) Cartago, Costa Rica. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/1471092095.pdf>
- OLADE- Organización Latinoamericana de Energía. (Abril de 2005). Mercado Internacional de Emisiones. *Programa Sinergy*. Recuperado el 3 de Julio de 2013, de <http://www.olade.org/energia-y-cambio-climatico>
- Olsen, K. H. (2007). The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature. *Climatic Change*, 59-73.
- ONU, Naciones Unidas. (1998, Diciembre 11). *Kyoto Protocol*. Retrieved from United Nations Framework Convention on Climate Change: <http://unfccc.int/2860.php>
- Peña, E., & Bent, L. (2007). El mercado de carbono. *Revista Perspectiva*, 27-29. Recuperado el 16 de Julio de 2013
- PNUD. (01 de Enero de 2010). *CAMBIO CLIMÁTICO: Productos del Proyecto de " Transversalización del cambio climático", del PNUD*. Obtenido de PNUD COLOMBIA: <http://www.pnud.org.co>

- PNUMA; Riso National Laboratory. (n.d.). *CD4CDM Publications*. Retrieved from Capacity Development for the CDM (CD4CDM): <http://cd4cdm.org/>
- Postigo, J. C., Palacio Castañeda, G., Malvares Miguez, M., Lampis, A., Geary, M., Chacón Cancino, P., . . . Fuenzalida, M. I. (2013). *Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas : una vinculación necesaria*. Santiago de Chile, Chile: CLACSO; ICAL; INTE-PUCP. Recuperado el 16 de Julio de 2013, de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20130301012118/CambioClimaticoMovimientosSociales.pdf>
- PROCHILE. (21 de Noviembre de 2012). *Estudio de mercado y otros documentos*. Obtenido de PROCHILE: <http://www.prochile.gob.cl/>
- Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria Colombia - RICCLISA. (2010). *Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria Colombia - RICCLISA*. Recuperado el 2013 de Abril de 2013, de Biblioteca Virtual Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria Colombia - RICCLISA: <http://www.ricclisa.org/normatividad-cc>
- Restrepo Giraldo, J. A. (11 de Julio de 2010). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD GERENCIAL DE PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO FORESTALES EN LA CUENCA DEL RÍO OTÚN Y SU AREA DE AMORTIGUAMIENTO. *Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ciencias Ambientales*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Restrepo, P. P., Tobón, D., & Flórez, J. H. (Diciembre de 2008). Institucionalidad en torno a los mercados de carbono y los mecanismos de flexibilización derivados del Protocolo de Kioto. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 46-57. Recuperado el 17 de Agosto de 2013, de http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro046/46_05.pdf
- Rodríguez Marat, M. (25 de Mayo de 2008). *MDL Y BONOS VERDES COMO INSTRUMENTO PARA LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS*. Argentina. Recuperado el 23 de Julio de 2013, de <http://www.cadp.org.ar/docs/congresos/2008/107.pdf>
- Sabogal Aguilar, J. (2007). Generación de pagos por certificados de reducción de emisiones, bajo el mecanismo de desarrollo limpio para cercos vivos en la Cuenca alta del Río Pasto. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 167-182.
- Secretaría de Energía de México. (6 de Diciembre de 2009). *Metodologías para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*. México. Recuperado el 19 de Julio de 2013, de Sustainable Business Toolkit: http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod_gei_cons_evit.pdf

- Secretaria del Senado de la República de Colombia. (4 de Mayo de 2011). *Documentos - Orden cronológico*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de Secretaria del Senado de la República de Colombia: <http://www.secretariasenado.gov.co/>
- Seeberg-Elverfeldt, C. (2010). *Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor*. Roma.
- SERCAL. (s.f.). Manual para Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES). *Negocios y Proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*. Chile. Recuperado el 11 de Noviembre de 2012, de <http://www.sercal.cl/media/files/Manual%20MDL.pdf>
- SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente. (Abril de 2009). *Publicaciones - SNV World*. Obtenido de Latin America - SNV World: <http://www.snvworld.org/>
- SNV – Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo; SERNA - Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente. (Abril de 2009). Guía para la formulación y presentación de proyectos. *Mecanismos de Desarrollo Limpio: Conceptos Básicos*. Honduras: Publicaciones SNV.
- South Pole Carbon. (4 de Julio de 2009). Una introducción a los Mercados de Créditos de Carbono y al Mecanismo de Desarrollo Limpio. *GUÍA DESARROLLO LIMPIO*. Recuperado el 14 de Julio de 2013
- Stiglitz, J. E. (12 de Enero de 2013). Las crisis post-crisis. *El Espectador*.
- Stop CO2 Euskadi. (s.f.). *Resumen del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. País Vasco. Recuperado el 16 de Julio de 2013, de http://www.stopco2euskadi.net/documentos/Protocolo_Kyoto.pdf
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. (n.d.). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Retrieved 03 25, 2013, from Clean Development Mechanism: <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2013, Abril 28). *Clean Development Project*. Retrieved from United Nations Framework Convention on Climate Change: <http://unfccc.int/2860.php>
- Velez Pareja, I. (2004). *Decisiones de inversión: enfocado a la valoración de empresas* (Cuarta ed.). Bogotá, Colombia: Centro Editorial Javeriano. Recuperado el 10 de Julio de 2013
- VICEMINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2011). *CDM: CDM - HOME*. Recuperado el 8 de Febrero de 2012, de UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE: <http://cdm.unfccc.int/DNA/comm/flyers/2011DNAwinners-Columbia.pdf>

- Von Hunger, M., & Streck, C. (2009). An appellate Body for the Clean Development Mechanism: A due process requirement. *Carbon & Climate Law Review*, 31-44.
- Zero Emissions Technologies, S.A. (2011, Febrero 22). Santiago 2.8 MW Hydroelectric Project. *CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM*. Antioquia, Colombia.
- Zhang, J., & Wang, C. (2011). Co-Benefits and Additionality of the Clean Development Mechanism: An Empirical Analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 140-154.
- Zhang, J., & Wang, C. (2011). Co-Benefits and Additionality of the Clean Development Mechanism: An Empirical Analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 140-154.