



Gestión y Ambiente

ISSN: 0124-177X

rgya@unalmed.edu.co

Universidad Nacional de Colombia
Colombia

Sabogal Aguilar, Javier; Moreno Castillo, Edgar; Ortega Guerrero, Gustavo Adolfo
Procesos de certificación de proyectos de captura de gases de efecto invernadero (GEI). En los
Mercados Internacionales de Carbono
Gestión y Ambiente, vol. 12, núm. 3, agosto-diciembre, 2009, pp. 7-19
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169420685001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Procesos de certificación de proyectos de captura de gases de efecto invernadero (GEI)

En los Mercados Internacionales de Carbono

Certification process of capture of Green House Gases (GEI)

Projects in the International Carbon Markets

Recibido para evaluación: 3 de Noviembre de 2009
Aceptación: 23 de Noviembre de 2009
Recibido versión final: 4 de Diciembre de 2009

Javier Sabogal Aguilar¹
Edgar Moreno Castillo²
Gustavo Adolfo Ortega Guerrero³

Resumen

En el marco de la mitigación al cambio climático, subyacen dos tipos de mecanismos destinados a disminuir las concentraciones de gases efecto invernadero: en primer lugar, la reducción de emisiones por las fuentes contaminantes; y en segundo lugar, el secuestro o captura de los gases de efecto invernadero (GEI) cuantificados en CO₂ equivalente en proyectos forestales (conocidos como LULUCF).

Los proyectos de mitigación se abordan en el presente artículo por la comparación de los procesos de certificación que deben cumplir los proyectos de captura de gases de efecto invernadero, para acceder a los Mercados Internacionales de Carbono, tanto del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) adoptado por el Protocolo de Kioto, como de los Mercados Voluntarios de Carbono (MVC).

Como resultados, se presenta el aporte al desarrollo sustentable "local y regional": social, económico y ambiental en disponibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales; se resaltan las críticas a los esquemas de mercado analizados, y la incidencia del aporte a la sustentabilidad regional y local en la aprobación. De acuerdo con a lo anterior, los mercados voluntarios de carbono resultan ser más acordes con proyectos de pequeña y mediana escala mientras que el mecanismo de desarrollo limpio favorece en mayor medida aquellos proyectos de mediana y gran escala.

Palabras Clave: Calentamiento global, Cambio climático, Mecanismos de desarrollo limpio, Mercados de carbono, Mercados voluntarios de carbono.

ABSTRACT

The global warming has been combating by the Kyoto Protocol "stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system." The goal is addressed by two types of activities to diminishing the Greenhouse Gases GHG: the emission reduction of GHG and the removals of GHG Land Use and Land Use Change and Forestry (LULUCF) projects.

This paper compares the certification process of the projects of carbon sequestration, to access to Clean Development Mechanism (CDM) and Voluntary Carbon Markets (VCM).

Result of applying the framework, the research shows the advance of local and regional sustainable development in terms: economic, social and environmental; emphasize some critics to the market mechanism and local sustainability. The Voluntary Carbon Markets can be easily implemented in small scale projects and the CDM in medium and large scale.

Keywords: Climate Change, Greenhouse Gas Mitigation, Carbon Sequestration, Clean Development Mechanism (CDM) and Voluntary Carbon Markets, Local sustainability.

1. Est. Doctorado Ciencias Económicas Universidad Nacional de Colombia,

M.Sc. Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia.

Docente investigador, Grupo CIE, Facultad de Ciencias Económicas Universidad Militar Nueva Granada, Docente ocasional Estudios Ambientales (IDEA), Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

javier.sabogal@unimilitar.edu.co

2. (c) M.Sc. Medio Ambiente y Desarrollo Universidad Nacional de Colombia, Biólogo, Universidad Nacional de Colombia.

Investigador, Grupo CIE, Facultad de Ciencias Económicas Universidad Militar Nueva Granada.

3. (c) M.Sc. Medio Ambiente y Desarrollo Universidad Nacional de Colombia Abogado, Universidad Nacional de Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

1. Los instrumentos de mitigación, establecen la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI), para lo cual se han implementado metodologías de conteo homologando dichas cantidades a carbono equivalente (CO_2e). Dentro de estos se encuentran principalmente: el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua (H_2O), el metano (CH_4), el hexafluoruro de azufre (SF_6), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC).

2 La aforestación o forestación es el cambio exclusivo de la cubierta del suelo uso del mismo, en aquéllas áreas donde históricamente no había bosque (periodos entre 30 a 100 años, en el MDL es de 50 años), y que estaban destinadas a otro tipo de actividades humanas o que por condiciones naturales dejaron de ser bosques. La reforestación, según la definición que dan los MDL, se debe al cambio de uso del suelo en áreas donde no había bosque desde el 31 de diciembre de 1989 hacia atrás.

3 En el concepto de "adicionalidad" es donde se centra el debate de lo que se conoce como era post-Kioto. La adicionalidad se refiere al escenario de los proyectos MDL, que en su ausencia significarían el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero; generando la discusión en torno a las razones para no financiar proyectos de prevención de deforestación o conservación, debido a que en "teoría" no se tendrían por qué asumir los costes provenientes de áreas que no tienen proyección dentro de un tiempo determinado. Así, los proyectos MDL se definen en principio como "temporales"; y no a "término indefinido". Es decir, no se paga por algo que ya se está haciendo.

4 En la Decisión 17 de 2001 proferida por la Séptima Conferencia dentro de los Acuerdos de Marraquech, las "fugas" fueron definidas como la cantidad emisiones generadas por las actividades del proyecto forestal, y que deben incluirse al momento de hacer el conteo de la captura para establecer las cantidades netas.

5 Así por ejemplo, en China tan sólo se ha llegado a aprobar un proyecto de este tipo (UNFCCC, 2009).

En los últimos años se ha visto un marcado interés, pero sobre todo una serie de interrogantes referentes a la incidencia que en materia de sustentabilidad, desarrollo humano y responsabilidad ambiental, pueden generar los mecanismos de mitigación al cambio climático. El presente artículo trata de responder a tres interrogantes principales en la gestión de este tipo de proyectos: en primer lugar, cuáles son los procesos, requisitos y condiciones que deben satisfacer los proyectos forestales para acceder a los mercados internacionales de carbono; segundo, qué expectativas generan estos mecanismos en relación a los proyectos locales de pequeña y mediana escala, y finalmente, cuáles son las características o los perfiles que deben reunir los proyectos de acuerdo a su adscripción a cada tipo de mercado.

Identificar dos mecanismos que subyacen al marco de mitigación al cambio climático, destinados a disminuir las concentraciones de gases efecto invernadero: en primer lugar, la reducción de emisiones por las fuentes contaminantes y en segundo lugar, el secuestro o captura de los gases de efecto invernadero (GEI) cuantificados en CO_2 equivalente¹. Esta segunda modalidad ha sido implementada a través de tres diferentes tipos de actividades como son: 1) forestación, 2) reforestación, y 3) conservación o prevención de deforestación (ARD por sus siglas en inglés). Tanto forestación como reforestación (F&R)² por tratarse de actividades de carácter temporal o transitorio, siguen siendo las únicas medidas aceptadas por los Mecanismos de Desarrollo Limpio; mientras los Mercados Voluntarios de Carbono implementan las tres formas de captura, siendo la conservación exclusiva de este tipo de mecanismo. El hecho de plantear los proyectos de "conservación de bosques" o "prevención de deforestación" como actividades que contribuyen en la mitigación al cambio climático, ha generado intensos debates en torno a las incertidumbres sobre cuantificación y calidad de las reducciones de emisiones. En efecto, el punto central de la discusión sigue siendo el tema de adicionalidad³, en el que se argumenta la inconveniencia de apoyar propuestas indeterminadas en el tiempo. De otro lado, subsisten problemas respecto a las fugas⁴ generadas por proyectos adscritos a los Mecanismos de Desarrollo Limpio (ONU, 2001), que alteran significativamente la captura neta de carbono, y repercuten seriamente en la aprobación misma de proyectos⁵.

En resumen, la finalidad del presente trabajo es la comparación de las características de los mercados y fondos de financiación destinados a proyectos forestales de captura de carbono, así como de las diferencias y similitudes respecto a cada uno de los ciclos de aprobación y procedimientos contractuales. De otra parte, se propone analizar la conexión que estos mecanismos de mitigación al cambio climático establecen con el aporte al desarrollo sustentable "local y regional"; para conocer qué tanto contribuyen a la disponibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales de los países en desarrollo.

2. MARCO INTERNACIONAL DE LOS MERCADOS DE CARBONO

En los últimos treinta años se ha suscitando un interesante debate respecto a forma en que debe ser resuelto uno de los problemas ambientales globales más significativos en el transcurso de la historia de la modernidad: el calentamiento global generado por actividades antrópicas desde el periodo de revolución industrial. Las preocupaciones se fueron orientando hacia las posibles repercusiones, impactos e incertidumbres asociados al aumento de la concentración de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre; tema que alertó en sus comienzos el campo de acción en materia de política internacional⁶. Para establecer el seguimiento científico de los efectos que podrían implicar el fenómeno de emisión de CO_2 sobre el sistema climático global, se dio creación al Panel Intergubernamental de Cambio Climático en 1988 (IPCC, s. f.) desde el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (WMO, s. f.). Con este cambio de direccionamiento de la política ambiental internacional dirigida ahora por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estudió la posibilidad de implementar instrumentos oficiales jurídicos y económicos ex post consistentes en el establecimiento de un intercambio comercial de bonos

de carbono que compensara las emisiones de cada uno de los países de acuerdo a su nivel de contaminación per cápita. Uno de los marcos generales de aplicación adoptados fue la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC en inglés) celebrada en 1992 (ONU, 1992), en donde se establecieron los principios de actuación que aplicarían los países miembros para reducir la producción de emisiones liberadas a la atmósfera. Para hacer efectivas las obligaciones de las Partes contratante, en 1997 fue aprobado el Protocolo de Kioto (ONU, 1997) que acordaría una meta de reducción de emisiones de 5,2 de las emisiones contabilizadas para 1990 por parte de los países industrializados⁷ conocidos de ahora en adelante como Anexo I. Para hacer efectivo el cumplimiento de las reducciones fueron aprobados tres mecanismos de flexibilidad⁸, dentro de los cuales se incluyeron los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para la expedición de reducciones certificadas de emisiones (CER en inglés) de proyectos de reducción o captura de emisiones⁹.

Sin embargo, las discusiones en materia de política internacional respecto a los costes de reducir las emisiones sobre la meta establecida, mantuvieron la renuencia de Estados Unidos frente al Protocolo de Kioto¹⁰, quien no lo ratificó en su legislación interna¹¹ pese a seguir siendo el mayor contaminador per cápita del mundo¹². A partir de este disenso, tomarían auge otros mecanismos de reducción y captura de carbono no regulados por los instrumentos jurídicos nacionales o internacionales que se conocería bajo el término de Mercados Voluntarios de Carbono (MVC), los cuales no sólo están motivados por las obligaciones de los países, sino en aspectos adicionales como la responsabilidad social y aceptación de las organizaciones en el escenario internacional (Sandor, et. al. 2002).

3. ANTECEDENTES DE LOS INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DE REGULACIÓN CLIMÁTICA

Los mecanismos de mitigación al cambio climático se pueden considerar relativamente recientes (ONU, 1992; CCX, 2009), sin embargo, existen precedentes fácticos y teóricos relevantes desde la economía que es necesario analizar. A comienzos del siglo XX, Arthur Pigou (Hepburn, 2007, Pigou, 1920) identificó desde la "economía del bienestar" los beneficios ambientales que implicaría obligar a las compañías a asumir los costes de contaminación, sin embargo se surtieron controversias sobre la forma de establecer los instrumentos económicos de regulación ambiental. Desde el neoinstitucionalismo, Ronald Coase (1960) desarrolla su teoría sobre el establecimiento de un mercado de compensación directa de externalidades ambientales siempre y cuando los derechos de propiedad estuviesen claramente definidos y los costes de transacción fueran menores a la intervención estatal. A pesar de los antecedentes mencionados, el gran aporte en la consolidación de un intercambio de compensación fue establecido por John Dales (1968), quien propendía por la adopción de un mecanismo de mercado y compensación de emisiones denominado cap and trade. Este mismo autor lo definiría como una herramienta indispensable para la aplicación de la política ambiental de gobierno. Por tanto, la teoría que da sustento al comercio de emisiones lleva en realidad más de 40 años. Esto se ve ratificado en las precisiones que Burtraw et al. (2005) realiza sobre el establecimiento de mecanismos de comercio de emisiones anteriores a los mercados internacionales, como el caso de control ambiental del dióxido de sulfuro (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en Estados Unidos a partir de 1990. En consecuencia, los primeros avances por establecer un comercio de carbono ocurrieron mucho antes de la vigencia del Protocolo de Kioto, en los tratados comerciales surgidos a finales de la década de los 80 (Hepburn, 2007). A pesar de estos importantes precedentes, Hepburn (2007) resalta un nuevo aporte del protocolo de Kioto: la incorporación de la empresa para reducir emisiones en el escenario global.

El mecanismo de mercado como institución eficiente en la compensación de externalidades generalizadas en todo caso, no ha estado exento de críticas, desde aquellos sectores que consideraban más apropiado imponer instrumentos de regulación directa, tales como impuestos, o en otro caso, instrumentos económicos que incentivarán las reducciones por aplicación de subsidios. Sin embargo, el comercio de emisiones resultó ser el dominante como instrumento de regulación climática por las razones que nos recuerda Hepburn (2007):

6. La alerta que establecieron estudios del IPCC sobre las proyecciones climáticas, fueron reforzados en los estudios recientes del Stern Review (Stern, 2007) que advierte graves consecuencias en el mejor de los escenarios simulados.

7. El artículo 3 estableció el compromiso de lograr una reducción mínima del 5,2 % en el periodo 2008 a 2012 sobre los niveles de emisiones de 1990.

8. Los mecanismos de flexibilidad son compra de unidades de emisiones asignadas (AAU en inglés) en donde se transfieren cuotas de contaminación entre países desarrollados y en transición; generación de unidades de reducción de emisiones (ERU en inglés) o implementación conjunta (JI en inglés) que se presenta cuando un país desarrollado transfiere a otro emisiones reducidas que excedieron al cumplimiento de sus metas; y el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) en virtud del cual países desarrollados adquieren reducciones certificadas de emisiones (CER en inglés) obtenidas en proyectos de reducción y captura generados en países en desarrollo.

9. Proyectos clasificados en reducción por las fuentes contaminantes, o mediante proyectos de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF en inglés).

10. En un comienzo Australia mantenía la misma posición relativa a los costes por el impacto a su economía.

11. De acuerdo con las normas de derecho internacional público, un Tratado Internacional como el Protocolo de Kioto sólo empieza a surtir efectos a nivel interno de un país, cuando éste es ratificado por su Parlamento. El hecho que Estados Unidos lo haya firmado, no lo hace vinculante, mientras no se realice este último procedimiento.

12. Muchos sectores y países no dejan de criticar la postura de Estados Unidos, que para el primer periodo del Protocolo de Kioto 2008-2012, actuó como un típico free rider; es decir, que en su calidad de mayor contaminador de la atmósfera, y pese a no haber aprobado una meta de reducción, de todas maneras se beneficiaba de los esfuerzos realizados por los demás países del Anexo I quienes ratificaron el tratado internacional.



- Los impuestos internacionales son difíciles de aprobar por las naciones.
- A diferencia de los mercados, los impuestos no pueden asistir de manera automática la transferencia de bienes y servicios para promover la reducción en las "economías en desarrollo".
- Los impuestos no crean lobby en el sector privado a favor de metas más limitadas.
- La presión de los grupos industriales está en contra de los impuestos.
- Las luchas sociales de movimientos ambientalistas a menudo está en contra de los impuestos, porque estos no especifican una restricción en la cantidad de emisiones.
- A menos que se construya un sistema de créditos tributarios, los impuestos al carbono serían menos efectivos para promover la creación de firmas especializadas con experiencia específica, cuyo negocio radique en la reducción de emisiones de carbono.
- El mercado puede atraer mayor atención, ya que en él se pueden vislumbrar oportunidades de beneficio, mientras que en los impuestos operan desde la visión del costo adicional.

4. MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

Con la aprobación del Protocolo de Kioto en 1997¹³ (ONU, 1997) se da origen al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), por el cual, países industrializados incluidos en el *Anexo I*, adquieren reducciones certificadas de emisiones (CER) resultantes de proyectos de reducción o captura por las fuentes realizados en países en desarrollo o *No Anexo I*. Aquí existe un doble compromiso: los países industrializados se comprometen a cumplir con las metas de reducción; mientras que los países en desarrollo se comprometen a generar condiciones favorables para la implementación de estas actividades en sus territorios. Para la aprobación de proyectos que generen certificados de reducción de emisiones (CER), estos deben cumplir tres condiciones: demostrar que la reducción de emisiones debe ser adicional a cualquiera que ocurriría en ausencia del proyecto; demostrar la permanencia de las reducciones de emisiones; y tercero, contribuir al desarrollo sostenible de los países en desarrollo (Sabogal, J. 2005). Cada una de las reducciones certificadas de emisiones (CER), equivale una tonelada de CO₂ (UNFCCC, 2008). El mecanismo entró en operación a comienzos de 2004, y registró 1329 proyectos a nivel global hasta el 31 de diciembre de 2008 (Latinoamérica participaba con 376), con 87 proyectos en espera del registro, para octubre de 2008. La UNFCCC espera que se generen CER por más de 2,7*109ton de CO₂ en el primer período de compromiso (2008-2012). Con los proyectos registrados y en solicitud se anticipa la generación de 1,43*109 CER al final del primer período a una tasa aproximada a 2,54*108ton de CO₂ anuales. Colombia ocupa actualmente el puesto 13 en número de proyectos registrados (con 12 proyectos) y el número 14 en CER proyectados (con 1,2*106 CER) (UNFCCC, 2008). A pesar de todo, por cuestiones políticas para finales de 2008 la UNFCCC había aprobado tan sólo un proyecto forestal en el mundo (Sabogal, 2005).

5. MERCADOS VOLUNTARIOS DE CARBONO (MVC)

Los *mercados voluntarios o alternativos de carbono* (MVC) son definidos como el conjunto de intercambios de *certificados de emisiones* no regulados por normatividad jurídica nacional o internacional específica (Hamilton, et al., 2007). En este sentido, se diferencia de los *Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)* que tiene un marco de regulación internacional claramente definido (ONU, 1997, 2001, 2003). El factor «alternativo» o «voluntario» proviene de su naturaleza *voluntaria* no vinculante a disposiciones legales o reglamentarias de regulación sobre mercado, por lo que no se encuentran sujetos a sanciones administrativas o pecuniarias en caso de no alcanzar las metas de reducción.

El inicio de este tipo de transacciones se encuentra vinculado a la noción de *carbono neutral*¹⁴ (Murray, y Dey, 2009) como forma de compensar la *huella de carbono*¹⁵, desde las

13. *Este protocolo está aprobado dentro del marco de la UNFCCC, adoptando finalmente el modelo Cap and Trade de captura y reducción por las fuentes que originan las negociaciones de reducciones certificadas de emisiones (CER) para el cumplimiento de las obligaciones contraídas por los países industrializados.*

14. *Es el esfuerzo de instituciones estatales y organizaciones de compensar sus emisiones, las de sus actividades y las de sus trabajadores.*

15. *El concepto de huella de carbono se deriva los trabajos de huella ecológica, y que se define como los gases de efecto invernadero (GEI) relacionados con las actividades humanas productivas; y que se expresan en unidad de masa por unidad de superficie (kg ó t/km²) per cápita.*

teorías de la responsabilidad social corporativa (RSC). De acuerdo a lo anterior, puede hablarse de la aparición de normas de comercio de emisiones a nivel interno en Estados Unidos desde la década de 1970, pero adoptadas como medidas de descontaminación local. Por tanto, se considera que el primer proyecto encaminado a neutralizar las emisiones atmosféricas internacionalmente, fue a través de la compañía estadounidense AES Corp., que en el año 1989 implementó un programa de manejo de impactos ambientales generados por una central termoeléctrica, que incluía un plan de inversión agroforestal en Guatemala¹⁶, convirtiéndose en la primera *compensación por emisiones de carbono* (Brandt, 2008).

También es importante señalar que en años recientes ha surgido un interés inusitado sobre los mercados voluntarios de carbono, revelado por las cifras de crecimiento cercano a un 200% entre los años 2005 y 2006, y que llega a registrar este último año la captura de 23.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente (Hamilton, *et al.*, 2007). En última medida, se puede apreciar una evolución subsecuente que va desde el cumplimiento de legislación estatal de emisiones asociadas a efectos de la calidad del aire, hacia los nuevos mecanismos de mitigación de la crisis ambiental global.

En este sentido, la versatilidad de adaptación e innovación de los mercados alternativos o voluntarios de carbono reflejada históricamente, ha confluido hacia la implementación de proyectos en pequeñas comunidades¹⁷, debido a que sus gastos burocráticos y costes de transacción son mucho menores en comparación con los MDL adoptados por el Protocolo de Kioto¹⁸. Por ejemplo, mientras los costes de validación de la metodología en los MDL puede ubicarse entre los US \$ 40.000 a US \$100.000 dólares, en los MVC puede fluctuar entre los US \$ 5.000 y los US \$15.000 dólares y una verificación de una tercera parte entre los US \$ 15.000 y los US \$ 23.000, para captura forestal (Hamilton, *et al.*, 2008; Kollmuss *et al.*, 2008). Además, los mecanismos adoptados por el mercado voluntario de carbono, han sido hasta ahora la única fuente de financiación para proyectos de *prevención de deforestación*, manteniendo un porcentaje más alto de participación en proyectos forestales, que para el año 2007 significaba el 36% frente al 1% de los *Mecanismos de Desarrollo Limpio* (MDL). La explicación en parte puede responder al tema de «adicionalidad»¹⁹ que sigue siendo uno de los impedimentos en las discusiones *post-Kioto* para la implementación de proyectos de *prevención de deforestación* al interior del MDL, y que se espera negociar luego de la Conferencia de Bali que definió el *Mapa de Ruta* en el 2007 (ONU, 2007), en la Conferencia de Copenhague de 2009.

6. FONDOS Y MERCADOS DE CARBONO

Los recursos a través de los cuales son financiados los proyectos de captura de carbono, se encuentran constituidos en fondos creados por organizaciones y Gobiernos de los países industrializados incluidos en el Anexo I, y los cuales son administrados por entidades internacionales para su posterior desembolso en actividades de reducción y captura de carbono. De otro lado, los mercados de carbono incluyen todos aquellos intercambios efectuados para negociar las *reducciones certificadas de emisiones* (CER) pertenecientes a los *Mecanismos de Desarrollo Limpio*, o *reducciones verificadas de emisiones* (VER) en el caso de los *Mercados Voluntarios de Carbono*. Existen negociaciones *extrabursátiles* que pese a no enmarcarse dentro de la regulación, forman parte del *Mercado Voluntario de Carbono* por tratarse de transacciones directas o a través de intermediarios (*brokers*) como en el caso de la *compraventa internacional de emisiones*. Sin embargo, los fondos y mercados responden a la demanda establecida en el comercio de emisiones, y se encuentran enfocados hacia un tipo de mecanismo. A continuación, se enunciarán brevemente los fondos y mercados de emisiones más importantes, intentando identificar los requisitos y procesos exigidos en la aprobación de los proyectos.

7. MERCADOS DE CARBONO

Los mercados de carbono están destinados a proveer la demanda de reducciones de emisiones de diferente tipo, de acuerdo a su naturaleza (MDL o MVC). Los que se presentan a continuación, son los más importantes de acuerdo a la clasificación que en general se identifica internacionalmente por entidades, organismos y organizaciones participantes o conexas con las transacciones de CO₂ equivalente.

16. Se trataba exactamente del cumplimiento de requisitos para la aprobación de la construcción de una planta energética de carbón en Connecticut (Estados Unidos), a cambio de plantar 50 millones de pinos y eucaliptos en Guatemala.

17. En materia de sustentabilidad, se menciona como argumento adicional la contribución a escala local de pequeñas comunidades, con proyectos de menos de 100.000 toneladas de CO₂ equivalente, lo que muestra una desventaja de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) que centran su interés en grandes proyectos de captura de gases de efecto invernadero (GEI).

18. La adopción normas de proyectos MDL a pequeña escala, reflejan sus elevados costes burocráticos y de transacción.

19. En el concepto de "adicionalidad" es donde se centra el debate de lo que se conoce como era post-Kioto. La adicionalidad se refiere al escenario de los proyectos MDL, que en su ausencia significaría el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero; generando la discusión en torno a las razones para no financiar proyectos de prevención de deforestación o conservación, debido a que en "teoría" no se tendrían por qué asumir los costes provenientes de áreas que no tienen proyección dentro de un tiempo determinado. Así, los proyectos MDL se definen en principio como "temporales", y no a un "término indefinido".



7.1. Sistema Europeo de Comercio de Emisiones

De acuerdo a Hepburn (2007), el mayor mercado de emisiones en el mundo es el *Esquema Europeo de Comercio de Emisiones*, este cubre alrededor de 11000 fábricas, que equivale a cubrir la mitad del total de emisiones de CO₂ en Europa. Es por ello que se considera el instrumento de regulación climática más importante de la región. Combinando el esquema Europeo y el MDL, se está abarcando cerca del 96% del volumen y cerca del 98% del valor total de los mercados mundiales de carbono.

7.2. Legislación de Estados Unidos sobre mercados de carbono

Estados Unidos al no ratificar a nivel interno el Protocolo de Kioto, determinó con este hecho las diferencias políticas y económicas globales para enfrentar el problema de calentamiento global. Sin embargo, para enfrentar todas las críticas provenientes de organismos multilaterales y sectores ambientalistas; ha ido desarrollando legislación interestatal y federal, como: el *Standard Oregon*, norma administrativa de regulación estatal; la Iniciativa Regional de Gases de Efecto Invernadero (*Regional Greenhouse Gas Initiative*, RGGI) con participación de diez Estados del noroeste del país; y la *Ley de Soluciones al Calentamiento Global de California* que espera dar inicio a la Iniciativa de Acción Regional sobre el Clima de Oeste (*Western Regional Climate Action Initiative*, WRCAI) con la aprobación de cinco Estados más.

7.3. Esquema de Nueva Gales del Sur (Australia) para reducir gases de efecto invernadero

El esquema de Nueva Gales del Sur en Australia, tiene un volumen físico del 66% y posee el 90% de los valores financiados. Se trata de un programa australiano de carácter obligatorio al nivel federal, diseñado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la producción y el uso de energía eléctrica; y que en la misma medida fomenta e incentiva actividades que compensen la producción de emisiones de gases de efecto invernadero únicamente en proyectos nacionales, comenzando su operatividad en el año 2003 (GGAS, 2009).

7.4 Esquema Japonés de Comercio de Emisiones Voluntarias

El gobierno japonés en el año 2007 incursionó de manera innovadora mediante la adopción del primer esquema de comercio de emisiones voluntarias, con la participación de más de 500 empresas del país. Por tratarse de un sistema voluntario, las empresas aunque se comprometen con metas fijas de reducción de emisiones de GEI, no están sujetas a sanciones pecuniarias o administrativas por parte del Estado en caso de incumplimiento (JME, 2009).

7.5 Bolsa del Clima de Chicago (CCX)

De acuerdo con su origen, la *Bolsa del Clima de Chicago* aparece en el escenario internacional del comercio de emisiones como una organización creada por la Fundación Joyce en el año 2000 con fines no lucrativos, autodesignándose «el primer sistema en el mundo, y el único en América del Norte dedicado a la reducción y al intercambio comercial de emisiones de gases de efecto invernadero», con carácter voluntario, pero legalmente vinculante de las partes participantes según sus normas y reglamentos (CCX, s.f.). En sentido, se trata de un mercado diverso (Sandor, *et. al.*, 2002) de intercambio de emisiones con metas obligatorias de reducción aumentadas anualmente, y según límites establecidos de negociación en unidades de medición denominadas *Instrumentos Financieros de Carbono* (*Carbon Financial Instrument*, CF) equivalente a 100 te CO₂. Existen dos mecanismos dentro de la bolsa, en primer lugar, la transacción de permisos de emisiones; y en segundo lugar la aprobación de proyectos de reducción y captura para el cumplimiento de los objetivos. A continuación se mencionan los tres tipos de membresías de quienes forma parte de la bolsa:

- *Miembros plenos*: están conformados por entidades con emisiones directas de GEI significativas, auditados por la Asociación Nacional de Negociantes de Valores (*National Association of Securities Dealers*, NASD). De acuerdo a las fases en las que entran²⁰, se comprometen a reducir de 1 a 2 % de sus emisiones por año.
- *Miembros asociados*: se trata de entidades y organizaciones cuyas emisiones son insignificantes, como empresas e instituciones de servicios que funcionan en oficinas. El objetivo es la capacidad contraída de ser carbono neutrales, por lo cual se comprometen a reportar y compensar la totalidad

²⁰ Las fases de la Bolsa de Chicago se pactan durante períodos de cuatro años contados desde 1998, para efectos de las metas de reducción.

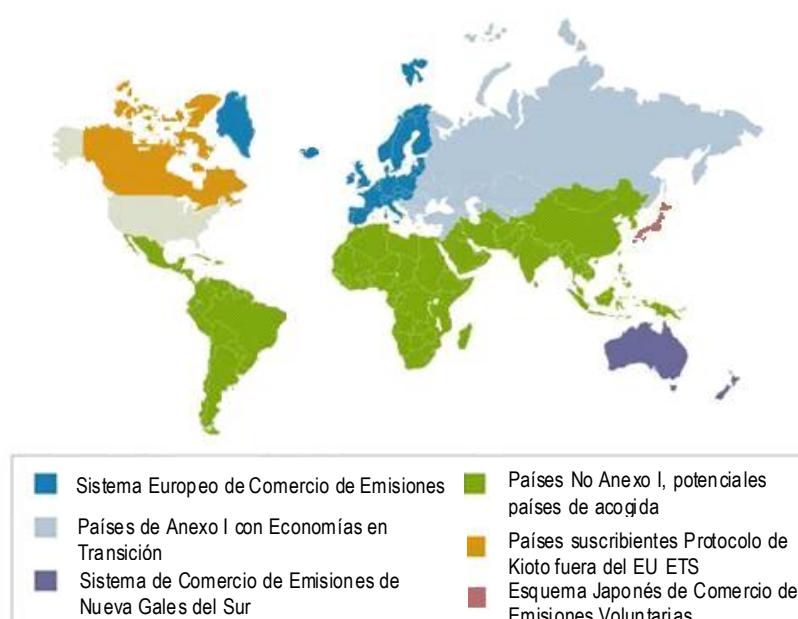
de las emisiones directas e indirectas relacionadas con la utilización de energía y viajes de negocios. En igual medida están sujetos a auditorías de la NASD.

- *Miembros participantes:* se trata de todos los demás integrantes como son desarrolladores de proyectos, agregadores de compensaciones y proveedores de activos disponibles; que realizan transacciones en la Bolsa por motivos diferentes al propósito de cumplir con el programa de reducción de emisiones de la CCX (como negocios, compra y venta).

7.6. Mercado No Regulado o Extrabursátil (OTC)

De acuerdo a como se mencionó anteriormente, el mercado *Over-the-Counter (OTC)* está conformado por una serie de transacciones de «mercado no regulado» por reglamentación o auditorías nacionales o internacionales, es decir, fuera del control proveniente de *instituciones internacionales, superintendencias o agencias nacionales de valores*; por lo que se le considera un tipo de mercado «extrabursátil». Allí se financian actividades de captura de carbono, y se negocian *reducciones verificadas de emisiones (VER)*. A diferencia de otros mercados, el mercado OTC se caracteriza por su reducción en los costes burocráticos y de transacción al mantener un único proceso de verificación. Los participantes del mercado *extrabursátil* son los siguientes:

- *Desarrolladores de proyectos:* son quienes desarrollan los proyectos de compensación de gases de efecto invernadero.
- *Agregadores y mayoristas:* aquellos que venden exclusivamente las compensaciones en cantidades mayores a las 25 tCO₂e; siendo también propietarios de un portafolio de créditos.
- *Minoristas:* venden pequeñas cantidades de créditos a individuos u organizaciones, usualmente vía internet, y son propietarios de un portafolio de créditos. En algunos casos las *VER* pasan a través de agentes de bolsa que no son propietarios de créditos, pero que facilitan las transacciones entre vendedores y compradores.



Mapa 1. Ubicación de los Mercados Internacionales de Carbono

8. PROCESOS DE CERTIFICACIÓN EN LOS MERCADOS DE CARBONO

Los procesos de certificación de los mercados de carbono, son diferentes de acuerdo a su naturaleza. De un lado se encuentran los proyectos forestales adscritos a los *Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)* que encuentran su regulación en instrumentos jurídicos internacionales como el Protocolo de Kioto y las *Decisiones 17/Cop7 y 19/Cop9 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (ONU, 2001, 2003); y de otra parte, los proyectos forestales y de conservación vinculados a los *Mercados Voluntarios de Carbono (MVC)* que están regulados por los manuales operativos de las *organizaciones certificadoras de emisiones* constituidas en el plano internacional.

8.1. Aprobación de Proyectos LULUCF en los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Como se ha venido reiterando, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, han aceptado como únicas medidas para la captura de gases de efecto invernadero (GEI) los proyectos de Forestación y Reforestación (F&R) reglamentados por la Decisión 19 de 2003 (ONU, 2003) de la Novena Conferencia de las Partes (CoP9). A *grosso modo* estos proyectos pueden tener iniciativa en los *fondos de carbono* interesados en invertir en MDL, o en proyectos de forestación-reforestación que se puedan beneficiar de estos mecanismos. En todos los casos la gestión de las actividades es desempeñada por el dueño o representante legal del proyecto. Los trámites son realizados en diferentes instancias, que se clasifican así: 1) Aprobación a nivel interno por la Autoridad Nacional Designada (AND), 2) certificación por la Entidad Operacional Designada (EOD) y 3) expedición de los certificados por el administrador de la Junta Ejecutiva de la UNFCCC²¹. En la primera etapa cuando es iniciativa de los *fondos de carbono* dirigidos a proyectos locales se acude a procesos de *contratación administrativa* mediante concurso o contratación directa²² que eligen al *responsable del proyecto*, el cual estará obligado a prestar las garantías en la ejecución de las actividades de común acuerdo con las disposiciones del fondo de carbono y las autoridades ambientales. Una vez realizado este trámite, el proyecto debe presentarse a la Autoridad Nacional Designada (AND), esto es, al Ministerio o Secretaría de Ambiente del respectivo del país de acogida del proyecto, que expedirá la *carta de participación voluntaria* junto al acto administrativo de *confirmación de que el proyecto contribuye al desarrollo sostenible*. De ahí surge la segunda etapa, en la que el proyecto forestal solicita la *certificación* por parte de la EOD, que en calidad de organización certificadora realiza su aprobación o rechazo. En caso de no ser aprobado, existen términos para completar los requisitos de la normatividad MDL. La empresa certificadora que haya sido seleccionada procederá una vez realizados los cuatro procedimientos (validación-verificación-certificación-vigilancia) a realizar el registro ante la Junta Ejecutiva de la CMNUCC, quien luego de efectuar el proceso de validación del proyecto forestal, solicitará al *Administrador* que conforme al registro se proceda a la expedición de las *reducciones certificadas de emisiones (CER)* de acuerdo a como haya sido firmado el periodo de acreditación²³: *temporales (RCET)* o de largo plazo (*RCEI*)²⁴.

21. Desde la gestión ambiental, se suele especificar detalladamente siete pasos: 1) selección y prueba; 2) diseño y compromiso del inversionista y de la EOD; 3) comentarios previos de los inversionistas y evaluación del impacto ambiental del proyecto; 4) aprobación del país anfitrión por la AND; 4) validación del proyecto por la EOD y registro ante la Junta ejecutiva de UNFCCC; 5) implementación del proyecto, monitoreo y control de captura; y 6) verificación de DOE, publicación de los CER.

22. En nuestro país, las Corporaciones Autónomas Regionales como autoridades ambientales responsables a nivel burocrático de las actuaciones del Estado, son quienes garantizan el desembolso y manejo de recursos financieros, y dan aplicación de la licitación pública o de contratación directa por convenios interadministrativos, especiales o con asociaciones para la elección del responsable del proyecto cuando es de iniciativa

23. Se puede optar por dos períodos de acreditación: 20 años prorrogables máximo hasta 60 años, o un período fijo no prorrogable de 30 años.

24. De acuerdo a las opciones planteadas por la normatividad, se puede decidir por implementar la metodología de vencimiento de certificaciones de acuerdo a las verificaciones (RCET) o vencimiento hasta el término del período de acreditación (RCEI), de fondos de carbono destinados a proyectos locales.

8.2. Dinámica de los Mercados Voluntarios de Carbono

Los Mercados Voluntarios de Carbono muestran una dinámica más compleja, de acuerdo a sus múltiples posibilidades en las que se pueden presentar, sin embargo, como se señaló de manera precedente, requieren un menor esfuerzo en materia de costes burocráticos y de transacción. Cuando una entidad pública u organización privada decide ingresar al Mercado Voluntario de Carbono por diversas razones, se le presenta una serie de posibilidades desde las cuales pueden decidir. Estas son las que se enuncian a continuación:

8.2.1 Fondos de Carbono

Se constituyen a partir de inversionistas públicos y privados que entregan la administración de los recursos a un tercero, el cual se compromete a financiar proyectos de captura de carbono o de reducción por las fuentes a través de procesos como estudios de línea base, monitoreo, verificación, validación (que puede ser mediante metodologías *MDL* o *MVC* de organizaciones certificadoras, como por ejemplo las contenidas en la norma ISO 14064-2-3 de 2006), reportes, verificación periódica y expedición de las certificaciones (CER y VER). Uno de los ejemplos es el *Fondo Biocarbono del*

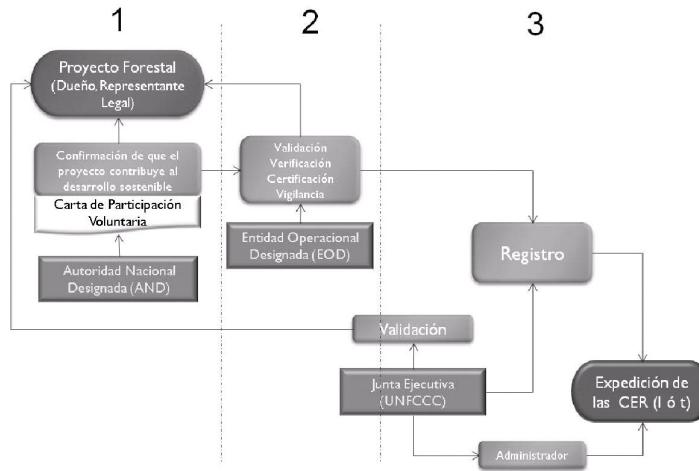


Figura 1. Esquema básico del MDL Realizado a partir de UNFCCC (2001, 2003)

Banco Mundial que se constituye en una entidad de apoyo mixto a los dos tipos de mecanismos internacionales.

8.2.2 Bolsas de Carbono o Sistemas de Comercio de Emisiones

Estos mecanismos funcionan mediante un sistema *cap and trade*, en el que se establecen límites de emisiones y metas de reducciones a través de comercio de emisiones certificadas y/o verificadas, o mediante la inversión y financiación en proyectos de reducción o captura de carbono. El proceso de certificación está sujeto a los procedimientos para *Mercados Voluntarios de Carbono* según la organización certificadora seleccionada (CCX, 2009).

8.2.3 Mercados no Regulados (OTC)

En estos mercados se negocia directamente o a través de intermediarios en proyectos de captura o reducción por las fuentes de gases de efecto invernadero (GEI), y las certificaciones están sujetas de igual forma a los procedimientos establecidos para *Mercados Voluntarios de Carbono* por organización certificadora.

En todo caso, una vez expedidas las reducciones verificadas de emisiones (VER) por parte de las organizaciones certificadoras, o las reducciones certificadas de emisiones (CER) por la Junta Ejecutiva de la Convención Marco sobre Cambio Climático; pueden negociarse de la manera como se haya acordado previamente, en bolsas de carbono o mercados no regulados (OTC), o en la generación de créditos a los inversionistas de los fondos de carbono.

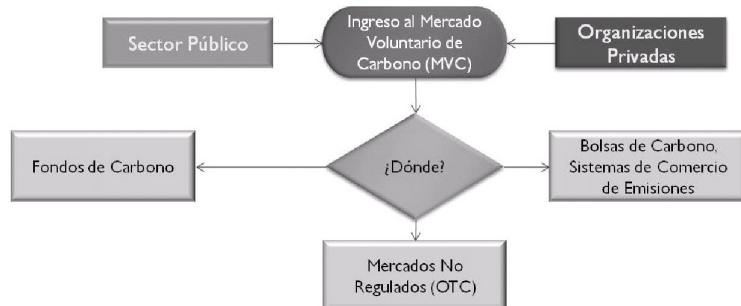


Figura 2. Esquema general de los MVC forestales Realizado a partir de Hamilton, et. al. (2007)

9. INCIDENCIA LOCAL DE PROYECTOS FORESTALES DE CAPTURA DE CARBONO

Uno de los propósitos de los *MDL* y *los MVC* es contribuir a que los países en desarrollo alcancen sus metas de desarrollo sostenible. En lo referente a proyectos forestales MDL también promete brindar beneficios locales¹ conexos a la actividad forestal y al establecimiento de ecosistemas forestales, como por ejemplo, aumentar la disponibilidad y mejorar el mantenimiento de bienes y servicios ambientales, mitigar los efectos del clima en épocas de sequías e lluvias intensas, contrarrestar la pérdida de biodiversidad, proteger los recursos genéticos, entre otros. Sin embargo, tales beneficios son ambiguos en el caso de plantaciones tipo monocultivo en zonas donde naturalmente los bosques son diversos en su composición y en últimas, dependería de las especificidades de cada proyecto en particular. Una organización que asuma un MDL forestal se beneficiará en la medida que pueda ver compensado su esfuerzo adquiriendo otros servicios ambientales derivados del mantenimiento del ecosistema forestal en cuestión, como el acceso a bienes y servicios ambientales a largo plazo o las reducciones en los costos de suministro de estos. Otro de los beneficios que el MDL trae es su contribución en la reducción de *costos de adaptación* en comparación a un escenario futuro de cambio climático más severo, como ocurre en el caso de los programas y políticas corporativas carbono neutral de proyectos productivos a escala local.

10. ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS MECANISMOS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los mercados de comercialización de derechos de emisión generados mediante la fijación de dióxido de carbono por ecosistemas forestales, juegan un papel importante en la regulación del ciclo del carbono global al incorporar actividades de uso del suelo, manejo de bosques y conservación para almacenar GEI. Pero según Corbera *et al.*(2008) los mercados de carbono forestal son problemáticos por las siguientes razones:

- La discusión sobre argumentos presentados entre varios sectores que discuten el origen del problema, la dimensión y repercusiones sobre el cambio climático global.
- Algunas posiciones desafían la racionalidad que está detrás de la plantación de árboles como forma para mitigar el cambio climático de una manera *ex post*, en lugar de revisar los procesos de contaminación *ex ante*.
- Existen posiciones políticas que ponen en tela de juicio dichas prácticas, en la medida en que puede afectar la soberanía de los bienes ambientales de los países en desarrollo.
- La fijación de un precio para el dióxido de carbono por la dinámica del mercado puede ser muy controversial.

Adicionalmente, los proyectos de pequeña escala incurren en mayores costos de transacción²⁶. Respecto a los elevados costos burocráticos y de transacción, éstos continúan suscitando serias discusiones acerca de cuáles deben ser los mecanismos idóneos para la promoción de la participación de los países en desarrollo. En el caso de proyectos forestales de pequeña escala, los procedimientos especiales pueden reducir dichos costos de transacción, sin embargo, el proceso de certificación es actualmente un obstáculo para masificar el acceso al MDL. Por otro lado, los desarrolladores de proyectos se enfrentan a un mercado complejo donde el precio de las certificaciones está definido por la especulación entre oferta y demanda del mercado que desconocen la aplicación de posibles cláusulas de equilibrio contractual. En un reporte presentado recientemente, el 50% de los proyectos presentados ante la CMNUCC, no habían clasificado dentro del MDL, y por tanto no podrían vender reducciones certificadas de emisiones (CER) en el mercado de carbono alterando el precio de la tonelada de CO₂. Por otro, lado los CER y VER emitidos por proyectos forestales tiene un menor costo comparativo frente a aquéllos generados en proyectos industriales (Corbera, *et al.*, 2008) lo que hace menos atractiva

26. Como veníamos insistiendo en los proyectos a pequeña escala, se han diseñado metodologías simplificadas, usando enfoques más sencillos para el diseño de proyecto, lo que se puede traducir en una reducción de los costos de transacción, ya que, por ejemplo se puede contratar la misma Entidad operacional designada (DOE) para la verificación y validación o pagar tasas de registro más bajas. Para que un proyecto pueda ser considerado de pequeña escala tiene que cumplir con los siguientes requisitos: No puede secuestrar más de 8000 tCO₂eq en la media al año y uno de los participantes del proyecto debe ser una comunidad de bajos ingresos.

27. También depende en gran medida cuando se asume la financiación del proyecto o la compra de los certificados de reducción. Por ejemplo, el menor precio de las reducciones de emisiones (ER's) se relaciona con la obtención de los derechos de compraventa desde el comienzo del proyecto.

su promoción y la participación de países en desarrollo. En el mercado, un bono de captura forestal puede situarse entre los US \$ 4 y US \$ 8 dólares²⁷, mientras que los obtenidos en procesos industriales pueden triplicar o cuadruplicar fácilmente este precio.

De otro lado, reconocemos que las mayores contribuciones de los MVC para sus participantes; ha sido el aporte en la mitigación del cambio climático y desarrollo local en comunidades, aunque este continúe siendo mínimo. De la misma manera, la implementación de medidas por parte de las organizaciones dentro del concepto de *responsabilidad social corporativa (RSC)* específicamente en la contribución de la *dimensión ambiental* sostenible. Parece haber una ventaja comparativa respecto a la complejidad exigida en procesos adoptados bajo el *MDL*, por el tiempo que requieren estos últimos para la aprobación final del proyecto, que puede tardar en el mejor de los casos entre cuatro y cinco años para la expedición de reducciones certificadas de emisiones (CER). En este sentido, puede verse reflejada dicha situación en la disminución de costes burocráticos o de transacción. Pero de otro lado subsisten críticas en la medida en que las compensaciones distraen la atención de un asunto más apremiante: la necesidad de reducir emisiones mediante el cambio de procesos industriales o modelos de desarrollo. Otro inconveniente se debe a las metodologías implementadas para realizar los conteos de captura, que en algunos casos pueden diferir ampliamente del escenario real. Lo anterior influye en las cantidades que un individuo u organización pueden negociar en el mercado, repercutiendo en la definición de costos, variación sobre inversiones y demanda del mercado. También existen incertidumbres y confusiones sobre los riesgos creados por organizaciones que ofrecen acceso a las compensaciones de carbono, a través de varios proyectos de la misma naturaleza en distintas regiones del mundo. Algunas críticas apuntan hacia la creación de buena imagen de los inversionistas, en el caso individual u organizacional para crear aceptación social; más allá de la verdadera responsabilidad ambiental. En las compensaciones voluntarias las organizaciones no lucrativas que ofertan este tipo de proyectos, suelen establecer tasas a modo de donaciones. De acuerdo al tipo de pago o donación, los inversionistas deben confiar en los resultados de acuerdo a las metodologías implementadas, no así en los MDL que suelen tener un mayor seguimiento.

En conclusión, tanto los MVC como el MDL contienen un significado más simbólico que efectivo por marcar un hito en materia de política internacional, pero en el que las compensaciones aún aportan muy poco al propósito de contrarrestar el cambio climático.

11. CONCLUSIONES

Los mercados internacionales de carbono siguen estando enfocados hacia proyectos de gran escala, debido a que el valor de los CER y VER forestales sigue siendo comparativamente más bajo que los obtenidos en procesos industriales. En consecuencia, necesitan de grandes cantidades de emisiones de GEI capturadas para encontrar rentabilidad en términos monetarios. De otro lado, aunque pueden observar mejores expectativas en la escala local pequeña y mediana de proyectos forestales del MVC por su facilidad en los procesos de certificación requerida en única instancia, frente a las tres etapas aprobatorias del MDL; los costos de aprobación siguen siendo altos. Comparativamente podemos decir que los costes burocráticos de transacción disminuyen en los MVC, pero requieren grandes fuentes de financiación como las provenientes de los fondos y bolsas de carbono.

Se han generado expectativas entre el público general, sobre las posibilidades que ofrecen los mercados de carbono a proyectos forestales de pequeña y mediana escala. Al respecto hay que advertir que las condiciones del mercado internacional no están dadas para consolidar iniciativas que provengan de actores como comunidades locales. En los casos en que estas han incursionado en dichos mercados lo han hecho con la asistencia de instituciones internacionales quienes suplen las debilidades y posibilitan financieramente los procesos de certificación e implementación de los proyectos.

De acuerdo a las experiencias mostradas a nivel internacional, es muy cuestionable establecer la relación positiva entre la implementación de proyectos forestales para captura de carbono y el aporte al desarrollo sostenible local o regional de los países de acogida. El aumento en la disponibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales de los países anfitriones



que pueda derivarse de este tipo de proyectos, todavía depende en gran medida del contexto institucional y político de cada proyecto; así como los actores e intereses que allí se juegan.

Aunque los mecanismos de mitigación al cambio climático han significado un hito en materia de política ambiental internacional; estos han demostrado una incidencia cuestionable en cuanto a: las acciones efectivas encaminadas a disminuir las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, la contribución al desarrollo sostenible de los países en desarrollo, y el mejoramiento respecto a la disponibilidad de agua, estabilización del clima regional, recuperación de ecosistemas, protección de recursos genéticos, diversidad biológica y cultural. En resumen, los mecanismos de mitigación puestos en el debate, requieren mayor atención si quieren constituirse en soluciones definitiva de la crisis ambiental global. Esta sólo será posible si se complementa con cambios estructurales de los modelos de desarrollo económico dominantes en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Brandt, A., 2008. El mercado voluntario de carbono y la neutralización climática . Revista Ecoamérica. Vol. 83. Santiago de Chile.
- Burtraw, D., Palmer, K. and Kahn, D., 2005. Allocation of CO₂ emissions allowances in the Regional Greenhouse Gas cap-and-trade program. Discussion Papers. pp. 5-25. Resources For the Future. Recuperado el 25 de Mayo de 2009 de la base de datos: <http://www.sciencedirect.org/>
- Chicago Climate Exchange, (s.f.) (CCX). Overview-History. Recuperado el 14 de mayo de 2009, del sitio Web de la CCX: <http://www.chicagoclimatex.com/>
- Coase, R., 1960. The Problem of Social Cost . En: Journal of Law and Economics. Vol. 3. pp.1-44.
- Corbera, E., Estrada, M. and Katrina B., 2008. How do regulated and voluntary carbon-offset schemes compare?. Tyndall Centre for Climate Change Research. Working Paper 116. Recuperado el 15 de julio de 2009 de la base de datos Tyndall Centre for Climate Change Research: www.tyndall.ac.uk/
- Dales, J. H., 1968. Land, Water, and Ownership . En: The Canadian Journal of Economics. Vol. 1. No. 4. pp. 791-804.
- Element Markets, 2009. Carbon Credits. Recuperado el 22 de mayo de 2009, del sitio Web de Element Markets: <http://www.elementmarkets.com/>
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G. and Higgins, D., 2007. State of the Voluntary Carbon Market. Washington D. C.: The Ecosystem Marketplace - New Carbon Finance.
- Hepburn, C., 2007. Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms . En: The Annual Review of Environment and Resources, [versión electrónica] 32: pp. 375-93. Recuperado de la base de datos Annual Reviews el 20 de septiembre de 2008.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (s.f.). Why the IPCC was created. Recuperado el 15 de mayo de 2009, del sitio Web del IPCC: <http://www.ipcc.ch/about/index.htm>.
- Japanese Ministry of the Environment (JME), 2009. Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme (JVETS). Recuperado el 16 de noviembre de 2009 del sitio Web del Ministerio de Ambiente Japonés: <http://www.env.go.jp/en/earth/ets/jvets090319.pdf>
- Kollmuss, A., Zink, H. and Polycarp, C., 2008. Making sense of the Voluntary Carbon Market: A comparison of Carbon Offset Standards. Berlín: WWF.
- Murray, J. and Dey, C., 2009. The carbon neutral free for all . En: International Journal of Green House Gas Control. Vol. 3. Elsevier. p p. 237-248. Recuperado el 26 de marzo de 2009 de la base de datos: www.sciencedirect.com/.
- New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme (GGAS), 2009. Greenhouse Gas Reduction Scheme. Recuperado el 19 de junio de 2009, del sitio Web del Esquema de Nueva Gales del Sur para reducir Gases de Efecto Invernadero: <http://www.greenhousegas.nsw.gov.au/>.

- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático elaborada el 9 de mayo de 1992 en Nueva York (Estados Unidos), y ratificada por el Congreso de la República de Colombia mediante Ley 164 de 1994.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2001. Decisión 17/CoP.7de las Partes sobre Modalidades y Procedimientos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). Marrakech (Marruecos), 2001.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2003. Decisión 19/CoP.9 de las Partes sobre Modalidades y Procedimientos para las actividades de proyectos de Forestación y Reforestación del Mecanismo para un Desarrollo Limpio en el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto. Milán (Italia), 2003.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1998. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Kioto (Japón).
- World Meteorological Organization (WMO) (s.f.). WOM scientific and technical programammes. Recuperado el 15 de mayo de 2009, del sitio Web de la WMO: http://www.wmo.int/pages/summary/progs_struct_en.html.
- Sabogal, 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 , En: Investigación y Reflexión. Volumen XV No 1.
- Sabogal, J., 2007. Restricciones no arancelarias a la inserción de Colombia en el Mercado de Captura de Carbono, En: Castiblanco, C. (Comp.), et al., 2007. Medio Ambiente y Desarrollo: Un aporte de estudiantes del PMAD al debate ambiental. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales -IDEA-
- Sabogal, J., 2005. Evaluación de los impactos de las restricciones no arancelarias a la inserción de Colombia en el mercado de captura de carbono. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Tesis de maestría, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 141 P.
- Sandor, R., Walsh, M. and Marques, R., 2002. Greenhouse-Gas-Trading Markets, En: Vol. 360. No. 1797. Royal Society Publishing. pp. 1889-1900 . Recuperado el 25 de Mayo de 2009 de la base de datos: <http://www.jstor.org/>
- Stern, N., 2007. El informe Stern: la verdad del cambio climático. Barcelona: Paidós.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2008. Recuperado el 01 de octubre de 2008 del sitio Web de la CMNUCC: Web <http://unfccc.int/2860.php>



