



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“APLICACIÓN DEL MECANISMO DEL DESARROLLO LIMPIO
PARA GENERACION HIDROELECTRICA MENOR A 15MW”**

INFORME DE MATERIA DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
POTENCIA**

Presentado por:

**OLGA TATIANA ESPINOZA SALAS
RONAL ERNESTO REYES MURILLO**

**Guayaquil - Ecuador
2011**

AGRADECIMIENTO



Primeramente doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para terminar mis estudios en la ESPOL.

Agradezco también la confianza y el gran apoyo de mis padres y hermanos, porque han contribuido positivamente en mis metas.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

Olga Tatiana Espinoza Salas





Infinitas gracias

A Dios por ser mi luz y mi guía espiritual en este arduo caminar.

A mis padres que me enseñaron los mejores valores de la vida.

A mis hermanos y abuela que estuvieron a cada paso apoyándome.

A mis maestros que me ilustraron con la luz del conocimiento

Ronal Ernesto Reyes Murillo



DEDICATORIA



La concepción de este proyecto está dedicada a Dios y a mis padres María y Pedro, pilares fundamentales en mi vida. A mis hermanas Sandra y Fernanda por su gran apoyo y fuerza y mi hermano Pedro. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Olga Tatiana Espinoza Salas





La concepción de este proyecto está dedicada a quienes a lo largo de todo este tiempo han sido coautores de mi vida, ilustrándome, aconsejándome, que siempre hay que levantarse de las caídas con más fuerza y ganas demostrando amor en los buenos y malos momentos, dando al prójimo lo que por amor y bendición de Dios y nuestros padres hemos recibido.

Ronal Ernesto Reyes Murillo



TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Javier Urquizo

Ing. Douglas Aguirre

PROFESOR DE LA MATERIA PROFESOR DELEGADO POR EL
DE GRADUACION DECANO

MSc. Jorge Aragundi R.

SUB DECANO DE LA FIEC

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

Olga Espinoza Salas

Ronal Reyes Murillo

RESUMEN

Producción de electricidad mediante el aprovechamiento de flujo de agua que corre a través del río PITA perteneciente a la cuenca del GUAYAS. Cuidando de la mejor manera el ecosistema local fomentado así el proceso de generar electricidad verde.

Se ha procedido en este estudio explicar los conocimientos técnicos y administrativos en cuanto al tema a tratar.

Los principales motivos que conlleva este proyecto son los de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y además de contribuir al desarrollo y mejoramiento de la capacidad de generación del S.N.I.

INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	I
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE FIGURAS	IV
INDICE DE ECUACIONES.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	IV
GLOSARIO DE TERMINOS.....	V
INTRODUCCIÓN	VIII
CAPITULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Objetivos generales	6
1.3. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación:.....	6
CAPITULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. El mercado eléctrico	8
2.2. Recursos Hidroenergéticos	11
2.3. Energía renovable.....	13
2.4. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)	14
2.5. Proyectos MDL Ecuador	22
2.6. Proyectos MDL América Latina.....	24
2.7. El ciclo de un proyecto MDL.....	26
2.8.3. Elaboración del PIN	30

2.9	Barreras	31
2.10	Calculo del CER'S.....	39
2.11	Diagrama de oportunidades del MDL	42
CAPITULO III	43
3	Proyecto de pequeña escala Caluma Bajo	43
3.1	Objetivo del proyecto y ubicación	44
3.2	Descripción técnica del proyecto	45
3.3	Contribución a la mitigación del cambio climático.....	47
3.4	Justificación de que es un proyecto de pequeña escala.	48
3.6	Beneficios Ambientales y Sociales.....	49
3.7	Motivación Financiera.....	50
3.8	Ventajas de la implementación	51
3.9	Costos de Inversión	52
3.10	Calculo de la reducción de gases de efecto invernadero (GEI)	53
3.11	Tiempo de acreditación y costos recibidos	55
3.12	Cotización del mercado de carbono.....	56
3.13	Registro del proyecto MDL ante la autoridad nacional.....	57
CONCLUSIONES.....		0
RECOMENDACIONES		3
BIBLIOGRAFIA.....		5

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 : EFECTO INVERNADERO.....	IX
FIGURA 2: CONTAMINACIÓN DE UNA INDUSTRIA	4
FIGURA 3: MAPA DE ECUADOR HIDROENERGÉTICO	12
FIGURA 5: ESTADÍSTICAS DEL VOLUMEN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE UN PROYECTO MDL.....	17
FIGURA 6: CURVA DE LA METODOLOGÍA OM SIMPLE AJUSTADO	21
FIGURA 7: PROYECTOS MDL EN EL ECUADOR (GUÍA LATINOAMÉRICA PARA EL MDL)	23
FIGURA 8: PROYECTOS MDL EN LATINOAMÉRICA	25
FIGURA 9: CÁLCULO DE CER`S	40
FIGURA 10: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS CER`S	41
FIGURA 11: MAPA DE CALUMA BAJO.....	43

INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1	19
ECUACIÓN 2	20
ECUACIÓN 3	21
ECUACIÓN 4	54

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: METODOLOGÍAS DE UN PROYECTO DE MDL	16
TABLA 2 VALOR TOTAL DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO CALUMA BAJO	53
TABLA 3ESTIMACIÓN ANUAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES CO2.....	55
TABLA 4 COTIZACIÓN ANUAL DEL MERCADO DE CARBONO.....	56
TABLA 5 COSTOS DE TRANSACCIÓN.....	62

GLOSARIO DE TERMINOS

PROTOCOLO DE KYOTO.- Constituye un importante hito dentro de los esfuerzos globales para proteger el ambiente y alcanzar un desarrollo sostenible, en el que por primera vez los gobiernos aceptaron restricciones legalmente vinculantes sobre sus emisiones de gases efecto invernadero.

MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL).- permite proyectos de reducción de emisiones que propicien un desarrollo sostenible en los países en desarrollo generen reducciones certificadas de emisiones para el uso del inversionista.

DESARROLLO SOSTENIBLE.- es el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implican la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

IMPACTO AMBIENTAL.- Es la alternativa positiva o negativa del medio ambiente, provocada directamente por un proyecto o actividad en una era determinada.

INCENTIVOS.- instrumentos de tipo económicos, establecidos en leyes y reglamentos para favorecer el cumplimiento de normas ambientales.

MEDIO AMBIENTE.- Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza humana, que rige la existencia o el desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.

RECURSOS NATURALES.- Son elementos de la naturaleza susceptibles de ser utilizados por el hombre para la satisfacción de sus necesidades o intereses económicos, sociales y espirituales.

CMNUCC / UNFCCC.- La convención marco de naciones unidas para el cambio climático.

GEI.- Gases efecto invernadero.

PARTES INCLUIDAS EN EL ANEXO I.- Países industrializados

PARTES NO INCLUIDAS EN EL ANEXO I.- Países no industrializados

CER's.- Certificados de reducción de emisiones

AN-MDL.- Autoridad nacional para el mecanismo de desarrollo limpio.

JE MDL.- Junta ejecutiva para el MDL

PDD.- Documento diseño de proyecto MDL

PIN.- Nota de idea de proyecto

CONELC.- Consejo nacional de Electricidad

CENACE.- Centro nacional de control de energía

S.N.I.- Sistema nacional interconectado.

MWh.- Megavatios hora

CO2.- Dióxido de carbono

Ton CO2.- Toneladas de CO2

FAST TRACK.- Vía rápida para proyectos de pequeña escala

CORDELIM.- La corporación para la promoción del mecanismo de desarrollo limpio

CNC.- Comité Nacional del Clima

SENPLADES.- La Secretaría Nacional de Planificación

INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna el crecimiento industrial y económico del mundo entero también se ve reflejado en el aumento de la contaminación ambiental, por tan razón la (UNFCCC) “CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO”, la cual tiene como objetivo fundamental la toma de medidas precautelares para anticipar, prevenir o minimizar las causas del cambio climático, en 1992 se determinó estabilizar las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) en niveles que no representen una amenaza para el sistema climático mundial, en 1997 se determinaron compromisos cuantificables de reducción de emisiones la cual se conoce como el primer período de compromiso entre el 2008 y el 2012, para llegar a un nivel del 5.2% por debajo de las emisiones de 1990.

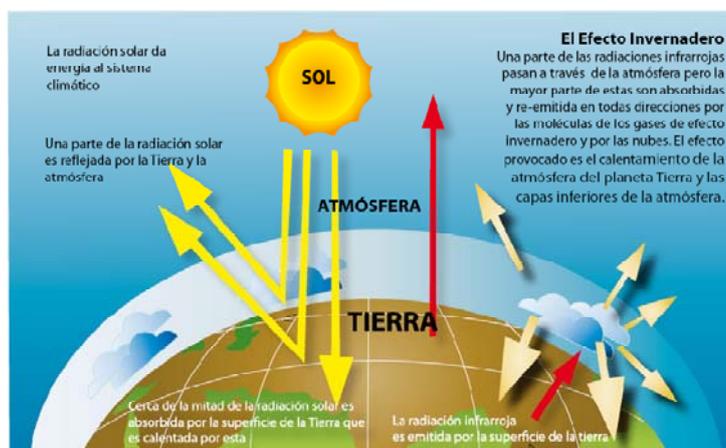


FIGURA 1 : Efecto Invernadero

Posteriormente se estableció la arquitectura del mercado de carbono bajo la cual se realizaría la comercialización de la reducción de emisiones estableciendo de esta manera objetivos cuantificados de reducción de emisiones para los países desarrollados así como los mecanismos de mercado diseñados para reducir el costo de su implementación.

El Ecuador goza de una gran hidrología la cual puede ser utilizada para la implementación de proyectos en el marco de las energías renovables sin perjudicar el medio ambiente que lo rodea, y de esta manera contribuir al desarrollo social y económico tanto sectorial como nacional.

Ministerio de ambiente representado por la secretaria del cambio climático y la autoridad nacional del MDL son las encargadas de promover, regular y registrar los futuros proyectos que contribuirán al desarrollo nacional y a la

reducción de gases de efecto invernadero, de esta manera una vez registrados y aprobados los proyectos se puede comercializar los CER en el mercado de carbono, obteniendo de esta manera un aporte económico importante para la implementación de dichos proyectos.

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES

1.1. Descripción del problema

El problema de la degradación ambiental en que nos encontramos inmersos, está arrastrando a los recursos naturales del planeta al umbral de la extinción.

Estas políticas que permiten la degradación del capital natural y lo agotan insosteniblemente para el futuro inmediato y para las próximas generaciones, sin duda alguna ponen en peligro la existencia de la humanidad, sin embargo nuestro país no es ajeno a este problema ya que el capital natural es la principal fuente de riqueza, su uso sostenible se vuelve básico para generar opciones de desarrollo adecuadas.

Solo en el Ecuador se estima que por persona se genera alrededor de 2.2 toneladas métricas al año de CO₂, considerando que según los últimos datos del INEC el Ecuador cuenta con una población de 14,306.876 habitantes.

Anualmente se estaría emitiendo a la atmósfera alrededor de 31,475.127 toneladas de CO₂, considerando que casi 80% de esta contaminación proviene del parque termoeléctrico con que cuenta el Ecuador el cual se incrementa en tiempo de estiajes, este parque termoeléctrico es movido por combustible como FUEL OIL, DIESEL, GAS, etc.

Según el plan maestro de electrificación 2009-2020 emitido por el CONELEC, en el año 2008 se consumieron 191.90 millones de galones de fuel oil, 126.31 millones de galones diesel entre los más relevantes, se estima que por cada galón de Diesel que se quema se generan 10.52Kg de CO₂ por lo tanto solo en el 2008 se emitieron por la quema de diesel 1325520 ton de CO₂, toda esta cantidad de combustible quemado en las centrales se convierte en emisiones de CO₂.

Pero esta cantidad no destaca tanto en el mundo en comparación con países industrializados los que tienen índices verdaderamente alarmantes de contaminación.

Tal como lo explica la CARBON MONITORING FOR ACTION (CARMA) la cual presenta índices de contaminación de varias empresas en el mundo, CARMA señala “ Aunque las plantas de energía de EE.UU. son las que emiten más CO₂, liberando 2.500 millones de toneladas a la atmósfera cada año, las plantas australianas son las menos eficientes por habitante, ya que emiten 10 toneladas anuales per cápita, comparadas con las 8,5 toneladas de EE.UU

Las plantas de energía de China son las segundas más contaminantes, liberando 2.400 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera”

Esta gran cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera representa un gran problema para el medio ambiente del mundo en que vivimos, causando problema de cambio climático y calentamiento global.

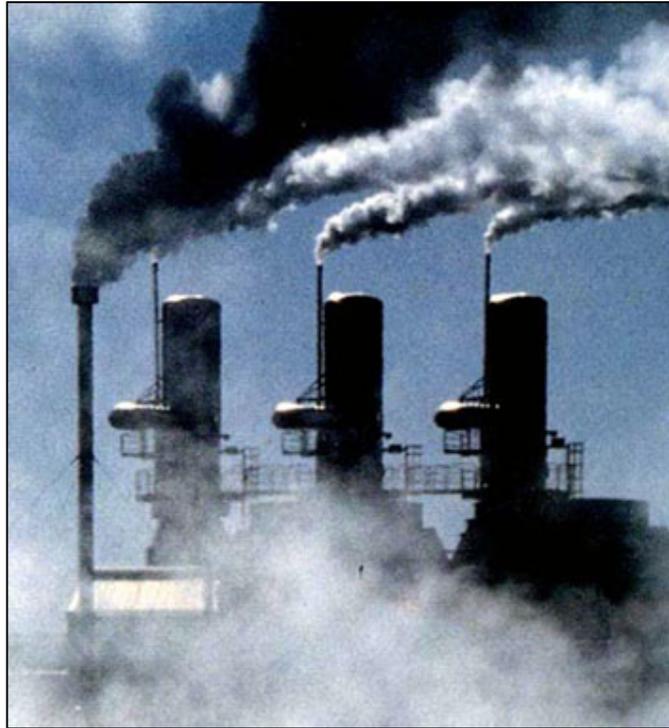


Figura 2: Contaminación de una industria

El protocolo de Kioto establece mecanismos para la reducción de emisiones y de esta manera ayudar a los países industrializados a cumplir con sus compromisos, uno de estos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual contiene siete modelos de reducción de emisiones en esta ocasión nos concentraremos en las Energías Renovables.

Conocedores que el Ecuador goza de una gran hidrología determinada en su momento por el ya extinto INECEL, el cual en sus informes destacaba las cuencas hidrográficas más importantes y el aprovechamiento que se les podría dar, por tal razón basados en esta información y en los estudios realizados por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, analizaremos la aplicación del MDL en el proyecto Caluma Bajo además de constatar cual es la contribución del MDL al desarrollo sostenido de la región y del país.

1.2. Objetivos generales

Analizar la aplicación del MDL en el proyecto de generación Hidroeléctrica Caluma Bajo.

1.3. Objetivos específicos

- Detallar los pasos y procedimientos a seguir para la certificación del proyecto Caluma Bajo como un proyecto MDL de energía renovable.
- Analizar el aporte ambiental de la implementación del proyecto MDL Caluma Bajo.

1.4. Justificación:

El desarrollo sustentable es una necesidad en el tiempo actual de crisis económica, social y ambiental. El desarrollo sustentable no es una tecnología nueva, es un modelo alternativo demandado por la sociedad ante los evidentes cambios globales y aumento de pobreza que converge en un deterioro de la calidad de vida.

El desarrollo sustentable se enfoca en cubrir la demanda actual sin perjudicar los recursos para el futuro, por eso el MDL promueve las energías renovables y la eficiencia energética como una vía para mitigar las emisiones de CO2 al ambiente.

El estado está comprometido tal como reza en la constitución en el capítulo 5 sección segunda

Art. 86.- “El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.”

Sin embargo el promover el desarrollo sustentable y preservar la naturaleza no solo es deber del gobierno sino que se convierte en una responsabilidad compartida entre gobierno y pueblo.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.El mercado eléctrico

El mercado eléctrico ha sufrido varios cambios el ultimo se dio basado en la nueva Constitución Política del Ecuador, y en el Mandato Constituyente No. 15, a más de acatar las políticas para el sector, impartidas por el Gobierno, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, varias empresas del sector eléctrico se fusionaron para formar dos corporaciones: CNEL Corporación Nacional de Electricidad S.A. y la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A.

La Corporación Nacional de Electricidad S.A. se conformó el 15 de diciembre de 2008, en la cual se fusionaron las Empresas de Distribución Bolívar S.A., Regional El Oro S.A., Regional Esmeraldas S.A., Regional Guayas-Los Ríos S.A., Manabí S.A., Milagro C.A., Los Ríos S.A., Santo Domingo S.A., Península de Santa Elena S.A. y Regional Sucumbíos S.A. La CNEL S.A. tiene como objeto la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica.

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. se conformó el 13 de enero de 2009, en la cual se fusionaron las Compañías de Generación Hidroeléctrica Paute Hidropaute S.A., Hidroeléctrica AgoyánHidroagoyán S.A., Termoeléctrica Esmeraldas Termoesmeraldas S.A., Termoeléctrica Guayas Electroguayas S.A., Termoeléctrica Pichincha Termopichincha S.A., y de la Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica Transelectric S.A.; CELEC S.A. tiene como objeto social la generación y transmisión de energía eléctrica dentro del territorio nacional.

Según datos del CONELEC la producción total de energía eléctrica en el año 2008 fue de 19.108,69 GWh de los cuales 11.296,04Gwh (59.11%) corresponden a energías renovables y 7.812,65GWh

(40.89%) a energías no renovables, tomando en consideración que las energías renovables son aquellas que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, capaces de regenerarse por medios naturales. Sin embargo las energías no renovables como la generación termoeléctrica son muy indispensables en tiempo de estiajes.

La expectativa en materia generación de electricidad ha sido y es la de aprovechar al máximo los recursos naturales renovables y fundamentalmente la hidroenergía, cuyo potencial técnico y económicamente factible, pero no ha sido aprovechado, se estima según el CONELEC en 22.400 MW.

Solo entre el 2000 y el 2008 se instalaron al S.N.I. cerca de 532MW de energía no renovable sin tomar en consideración las instaladas en la emergencia eléctrica del 2010, Pero también se sumaron aproximadamente 544MW de energía renovable.

2.2. Recursos Hidroenergéticos

Según el plan maestro de electrificación del Ecuador, Período 1989 – 2000, INECEL, agosto, 1989. El potencial hídrico estimado, a nivel de cuencas y subcuencas hidrográficas es del orden de 15.000 m³/s distribuidos en la superficie continental ecuatoriana. Su potencial se distribuye en dos vertientes: Amazónica, al este; y del Pacífico, al oeste, con una capacidad de caudales del 71 y 29%, respectivamente. El área de la Vertiente Oriental corresponde al 53% de la superficie del País.

INECEL, a través del Plan Maestro de Electrificación, realizó un inventario hidroeléctrico, para lo cual se dividió al País en 31 cuencas hidrográficas. Su estudio determinó un potencial lineal teórico de 93.436 MW. La clasificación de las cuencas se realizó en función de su potencial lineal específico.

Las cuencas que poseen un alto interés hidroenergético constituyen el 61,6% del potencial expresado en términos de MW/km, las de mediano interés suman un 21,5%, las de bajo interés, el 14,1%, mientras que las cuencas sin interés alcanzan el 1,8%, según datos del extinto INECEL.

De estas, las cuencas del Napo (dos de cuyos afluentes son el río Coca y el río Verdeyacu) y Santiago (uno de cuyos afluentes es el Zamora), representan el 44% del potencial hidroeléctrico teórico total.

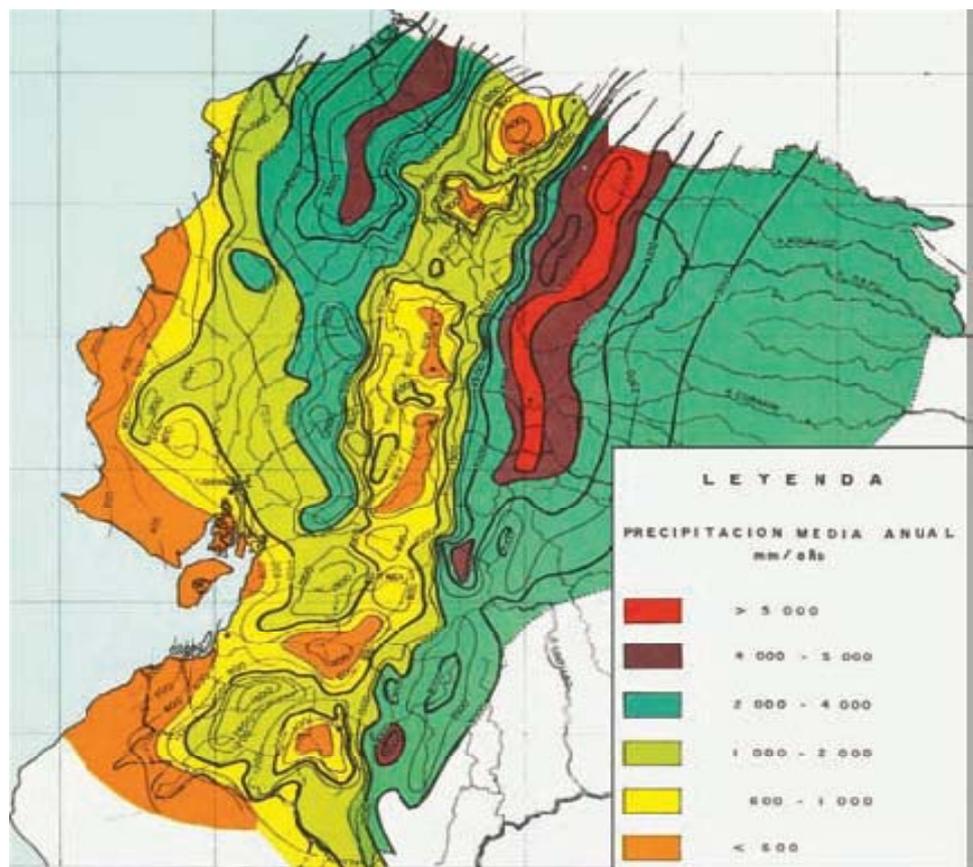


FIGURA 3: Mapa de Ecuador Hidroenergético

Fuente: INECEL

2.3. Energía renovable

Son considerados recursos energéticos a todos los elementos existentes en la naturaleza que tienen la capacidad de producir energía.

Se consideran renovables, cuando no disminuyen por efecto de su utilización (hidráulicos, eólicos, solares, geotérmicos, biomasa, etc.); y, no renovables, cuando su continuada extracción y uso los agota (petróleo, gas natural, carbón, uranio, etc.). Los recursos renovables tienen un reducido impacto sobre el ambiente, no producen desechos o contaminación (a excepción de la biomasa) como resultado de su uso; en cambio, los combustibles fósiles y el uranio contaminan el ambiente.

Hoy en día la planificación energética se encuentra orientada a la utilización de recursos naturales, el estado Ecuatoriano está optando por mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos y la utilización de energías alternativas que disminuyen las emisiones de CO₂ al ambiente.

La utilización de fuentes energéticas se ha desarrollado de acuerdo al conocimiento que de ellas se tiene, de las tecnologías para su aprovechamiento y su aplicación a la solución de las necesidades materiales, para mejorar el nivel de vida de los habitantes.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se encuentra promoviendo el desarrollo sustentable de los recursos energéticos e impulsando proyectos con fuentes de generación renovable (hidroeléctrica, geotérmica, solar, eólica), excluyendo la generación con base en el uso del diesel y de otros combustibles fósiles.

2.4. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)

El protocolo de Kyoto (PK) establece tres mecanismos flexibles para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para los países incluidos en el anexo 1 de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC).

Uno de estos tres métodos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) el cual está regulado fundamentalmente por el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto. Este permite por un lado ayudar al desarrollo sostenido de las partes no incluidas en el Anexo 1 de la CMNUCC,

mediante la ejecución de proyectos de tecnología limpias; y por otro lado, permite generar Reducciones Certificadas de Emisiones (CER), permitiendo la compra venta de emisiones entre las partes incluidas en el anexo1 para el cumplimiento de sus compromisos.

El Ministerio del Ambiente como la Autoridad Nacional Designada para el MDL (AN-MDL) ante la Convención. La AN-MDL es la instancia nacional encargada de controlar los proyectos de compensación del carbono, es decir, debe evaluar y aprobar las propuestas de proyectos MDL, así como hacer el seguimiento de los varios proyectos que consigan el registro y que por lo tanto empiecen a ser operativos.

También selecciona y eventualmente aprueba los diversos proyectos que se presentan a su consideración sobre la base de determinados criterios cualitativos. Finalmente, la AN-MDL define las prioridades nacionales y sectoriales para la implementación de dichos proyectos en el país; disciplina el marco jurídico que reglamenta las transacciones de CER y, en general, el marco legal de los proyectos.

2.4.1 Metodologías de un proyecto de MDL:

Una metodología es la aplicación y acercamiento de los procedimientos definidos en las modalidades y procedimientos del MDL a un proyecto individual, como región o sector.

En la figura se puede apreciar el esquema propuesto para la identificación de la metodología:

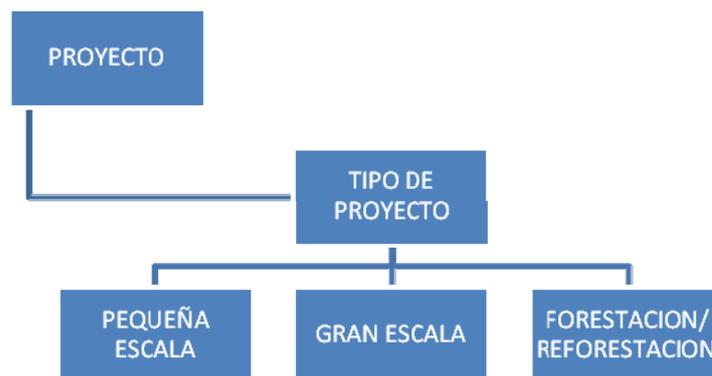


Tabla 1: Metodologías de un proyecto de MDL

2.4.2 Metodología de Líneas Base y Adicionalidad.

La línea base es el instrumento para lograr 'operativizar' el concepto central y principal de 'adicionalidad'. Ya que la adicionalidad es un requerimiento fundamental del MDL.

2.4.3 Línea Base.

La línea de base para un proyecto MDL es el escenario que representa las emisiones de GEI que se hubieran dado en ausencia del proyecto propuesto. Para estimar la reducción de emisiones, se define la diferencia entre las emisiones de la Línea Base y las emisiones de GEI una vez que el proyecto MDL entra en operación (ver el detalle en gráfico adjunto).

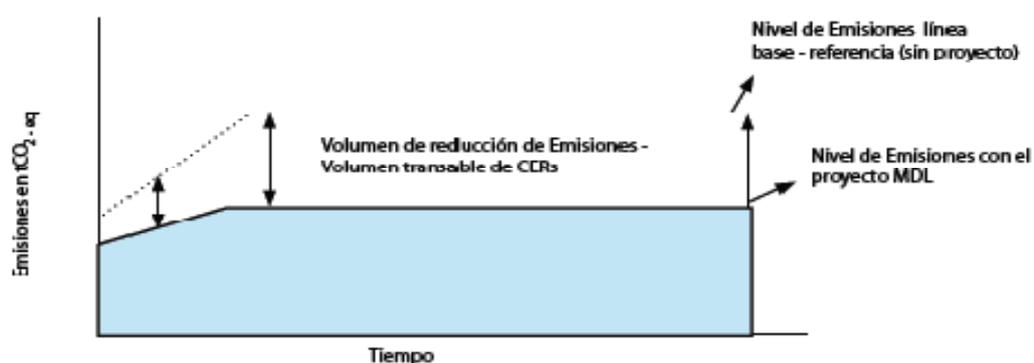


Figura 4: Estadísticas del volumen de reducción de emisiones de un proyecto MDL

2.4.4 Metodologías Aprobadas

Es la Junta Ejecutiva MDL que administra la lista de aquellas metodologías aprobadas, que se pueden aplicar como marco conceptual / metodológico para formular la metodología de línea base de un proyecto en particular.

Centro de información de Junta Ejecutiva MDL: www.unfccc.int/cdm

El estudio de línea base debe sustentar aspectos claves que se deben responder en el PDD:

- Se debe utilizar metodologías aprobadas por la Junta Ejecutiva MDL o remitir una nueva metodología para su aprobación.
- La metodología debe ser validada y verificada por una 3^{era} parte independiente (Entidad Operacional – EO) a fin de generar CERs.
- Descripción de cómo la emisiones antropogénicas de GEI generadas por las fuentes serán reducidas por debajo de aquellas que habrían ocurrido en ausencia del proyecto MDL registrado (explicación de cómo y porqué el proyecto es adicional y no está en el escenario de base).
- Descripción de cómo la delimitación del proyecto relacionado a la metodología.

2.4.5 Aplicación de la norma ACM002 al Sistema Nacional Interconectado

La metodología para el cálculo de los factores de emisión de CO₂ de una red eléctrica, consolidada por ACM002 determina el factor de emisión de la Línea Base (FE) como una combinación del Factor de emisión del margen de operación (OM) y el Factor del margen de construcción (BM), según la siguiente fórmula:

$$FE = W_{OM} FE_{OM} + W_{BM} FE_{BM}$$

Ecuación 1

- El factor de emisión es un promedio ponderado del factor de emisión del margen de operación (FE_{OM}) y el margen de construcción (FE_{BM}).
- Donde el coeficiente de ponderación w_{OM} y w_{BM} , por defecto, son 50%. $W_{OM}=W_{BM}= 0.5$
- FE_{OM} y FE_{BM} son expresados en tCO₂/MWh

2.4.6 Elección del método de cálculo del margen de operación OM.

El cálculo del factor de emisiones de CO₂ de una red eléctrica debido a su operación permite obtener el margen de operación. La ACM0002 sugiere 4 diferentes metodologías para calcular el margen de operación

• OM Simple

Esta metodología puede cuando las fuentes consideradas lowcost/most-run (más baratas y despachadas siempre como las hidroeléctricas) representan menos del 50% del total de la generación en el sistema. En Ecuador, estas fuentes van más allá del 50% y, por tanto, esta metodología tampoco es aplicable.

$$EF_{OM, simple, y} = \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{i,j}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$EF_{OM, simple, y}$ = Factor de emisión para el año y ;

$F_{i,j}$ = Consumo de combustible i por la central (tecnología) j ;

$GEN_{j,y}$ = generación de la central j en el año y .

- **OM Simple ajustado**

Esta metodología puede ser usada para determinar el factor de emisión del margen de operación del sistema.

$$EF_{\text{simple ajustado}, y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_j F_{ij,y} \cdot COEF_{ij}}{\sum_j GEN_{j,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_j F_{i,ky} \cdot COEF_{i,k}}{\sum_j GEN_{k,y}}$$

Ecuación 3

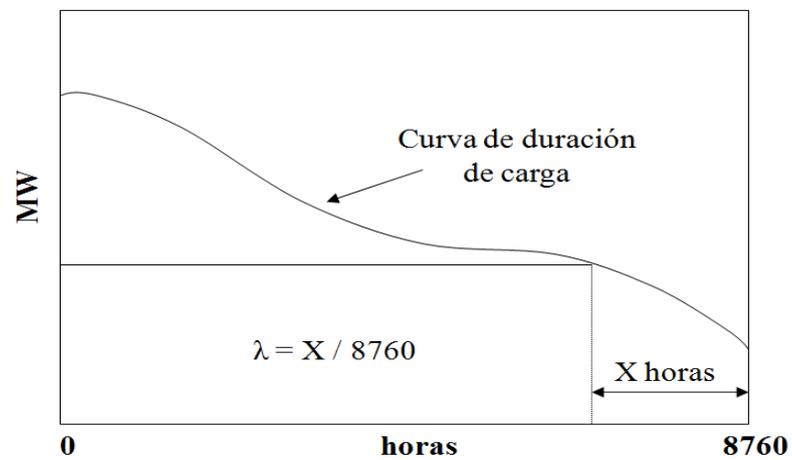


Figura 5: Curva de la metodología OM Simple Ajustado

- **OM Análisis de despacho de carga.**

Para poder aplicar esta metodología son necesarios datos de despachoExpost(a futuro), Desafortunadamente, esta información no está públicamente disponible en el país.

- **OM Promedio.**

Esta metodología puede ser usada cuando no se dispone públicamente de información de despacho de los tres últimos años – inmediatamente previos fecha de implementación del proyecto MDL.

2.5 Proyectos MDL Ecuador

El sector energético/eléctrico nacional ha sido uno de los de mayor actividad en cuanto a la inclusión del componente MDL en proyectos y/o ideas; especialmente en lo que se refiere a generación eléctrica basada en fuentes renovables y, principalmente centrales hidroeléctricas de pequeña y mediana escala (entre 2 y 40 MW de capacidad instalada). Se presentan iniciativas distribuidas en proyectos de generación hidroeléctrica, eólica y biomasa, que se concentra, específicamente, en

proyectos de cogeneración con bagazo obtenido de la molienda de caña en ingenios azucareros.

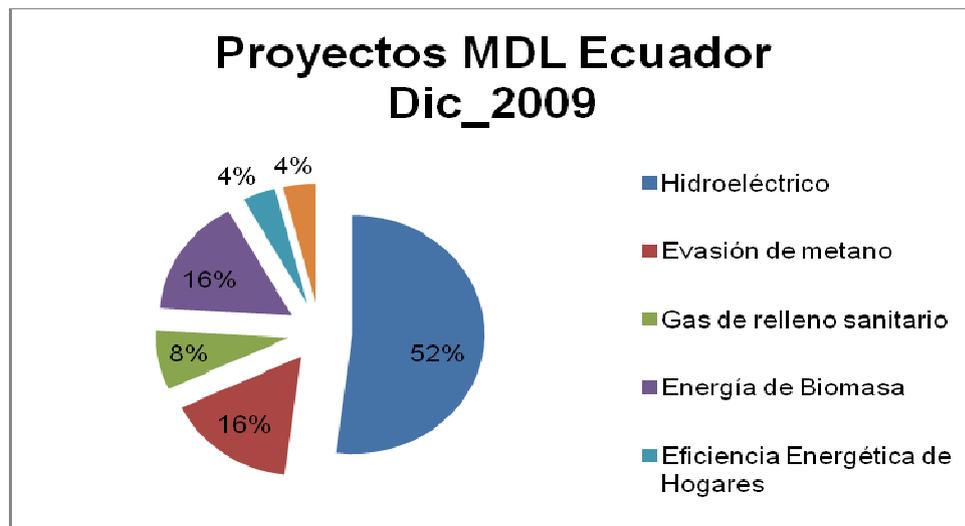


Figura 6:Proyectos MDL en el Ecuador (Guía Latinoamérica para el MDL)

Los proyectos de generación hidroeléctrica representan el 52% del total de los proyectos presentados como MDL, lo cual es un reflejo del gran potencial hídrico con que cuenta el país.

2.6 Proyectos MDL América Latina

Según las estadísticas registradas por CMUNCC La mayoría de los países de América Latina han tramitado proyectos MDL (20 a principios de 2009, de un total de 33 países, o de 23 si no se tienen en cuenta los pequeños estados insulares) y todos ellos excepto uno ya habían obtenido CER. Con casi el 20% de los proyectos MDL a nivel mundial y el 15% de las CER previstas, esta parte del planeta presenta también un gran interés por la diversidad de receptores.

Sin embargo tenemos el caso que unos pocos países atraen la mayor parte de los proyectos: Brasil, México, Chile y Argentina representan el 77% de proyectos tramitados y el 76% de las CER anuales previstas, ascendiendo al 80% de las CER obtenidas a enero de 2009 por los proyectos registrados. Esto es un reflejo de la distribución mundial de los proyectos MDL: mayor capacidad de atracción por parte de países con índice de desarrollo humano (IDH) medio-alto y con un dinamismo económico pronunciado.

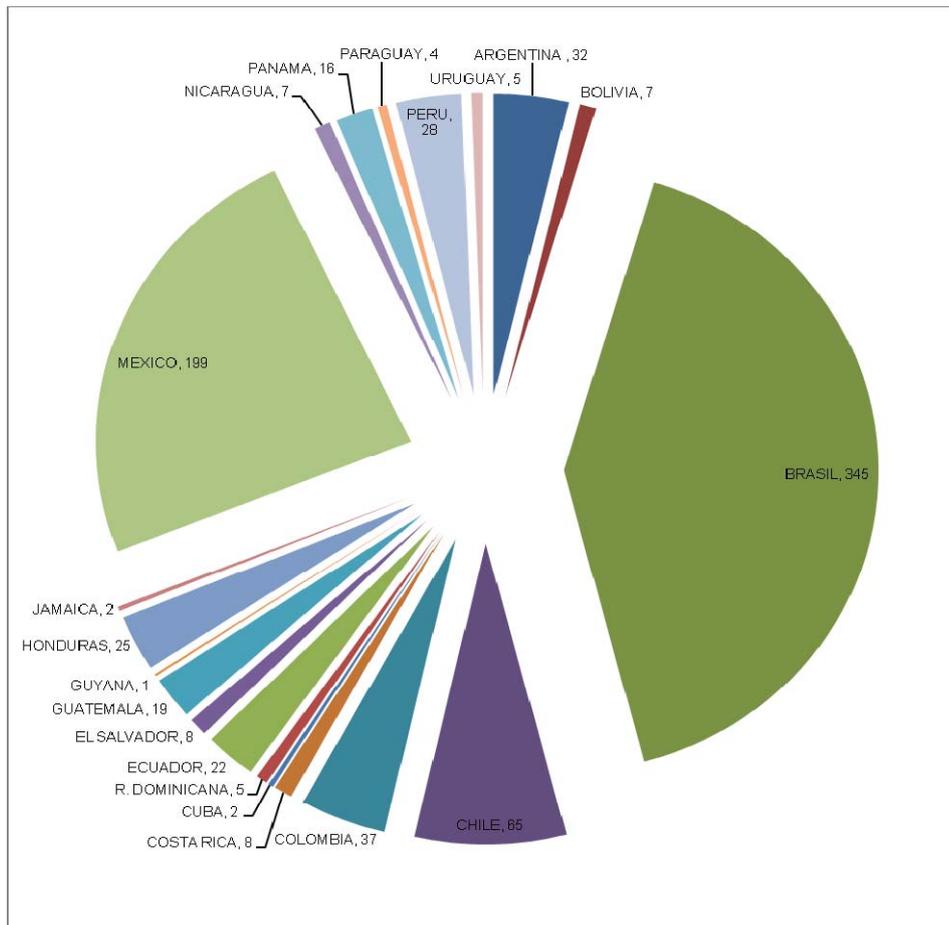


Figura 7: Proyectos MDL en Latinoamérica
(Guía Latinoamérica para el MDL)

2.7 El ciclo de un proyecto MDL

El ciclo de un proyecto de MDL consta de 7 etapas, descritas brevemente a continuación.

2.7.1 Diseño del proyecto

No necesariamente se refiere al diseño del proyecto en sí mismo sino más bien a los aspectos MDL de este último. Estos incluyen principalmente la demostración de la adicionalidad del proyecto y una estimación previa (estimación ex-ante) de la reducción de emisiones correspondientes al proyecto candidato. Esta etapa es llevada a cabo por los desarrolladores del proyecto y sus consultores. El resultado de esta fase inicial es un documento estandarizado llamado “Documento de Diseño de Proyecto” (PDD, por sus siglas en inglés). El costo de esta fase normalmente oscila entre 10 y 20 mil dólares y esta etapa tarda un aproximado de 4 – 12 meses.

2.7.2 Aprobación Nacional

La Autoridad Nacional para el MDL (AN-MDL) deberá certificar mediante una “Carta de Aprobación Nacional” que la participación del país es voluntaria y que las actividades del proyecto contribuyen a su desarrollo sostenible, esta etapa tarda un aproximado de 1 mes.

2.7.3 Validación

Durante la siguiente etapa, una entidad de especialistas independientes (conocida como DOE, DesignatedOperationalEntity), designada por la Junta Ejecutiva (EB, ExecutiveBoard) de la UNFCCC realiza una revisión exhaustiva de cada sección del PDD. Si toda la información es correcta, la DOE emite un reporte de validación positivo, que permite al proyecto solicitar el registro propiamente dicho ante las Naciones Unidas. Los costos son similares a los de la etapa del diseño del proyecto, esta etapa tarda un aproximado de 4-12 meses.

2.7.4 Registro

Los proyectos debidamente validados son elevados a la Junta Ejecutiva de la UNFCCC para una revisión final y su posterior registro formal. En esta etapa, el proyecto pasa de ser un “candidato MDL” a “MDL registrado”. Nótese que hasta aquí, el proyecto puede no haber entrado en operaciones. Esta etapa tiene un costo deducible del costo de emisión de certificados y esta etapa tarda un aproximado de 8 semanas.

2.8 Monitoreo

El propósito del monitoreo es realizar la medición de la cantidad efectiva de emisiones desplazadas (cálculo ex-post). Esta etapa es llevada a cabo por los desarrolladores del proyecto una vez que el mismo ha entrado en operaciones y conforme ocurra la reducción de emisiones.

2.8.1 Verificación

La DOE realiza una revisión del monitoreo llevado a cabo por los participantes del proyecto⁷, y eleva al EB el pedido de los

CERs correspondientes. Costo: entre 5 y 15 mil dólares, según la frecuencia del monitoreo.

2.8.2 Certificación y emisión de CERs

Es la etapa final en la cual el proyecto recibe los bonos en una cuenta habilitada a tales efectos. El EB cobra un 2% del valor acreditado en concepto de gastos administrativos. La tarifa de registro se deduce de este último costo, esta tarde un aproximado de 15 días.

El proceso completo para la obtención de los CERs demorara un tiempo aproximado de entre 12 y 28 meses. El ciclo para la obtención de los CERs cuenta con 7 etapas formales, pero además tiene una que es opcional al inicio del proyecto.

2.8.3 Elaboración del PIN

No es un documento formal para la presentación de proyectos a la UNFCCC; sin embargo, numerosos proponentes de proyectos lo utilizan en etapas preliminares.

Algunas autoridades de países anfitriones de proyectos MDL, como en Ecuador, han visto la utilidad de este documento para que los proponentes realicen negociaciones preliminares que contribuyan a la implementación del proyecto, por lo que han establecido procedimientos para la Emisión de Cartas de Respaldo al proyecto. Esta etapa tiene un costo de US \$2000 aproximadamente

2.8.4 Elaboración del PDD

El Documento Diseño de Proyecto – PDD es un documento oficial de la Convención, para registrar un proyecto, por consiguiente su formulación es el primer paso formal dentro del “Ciclo de Proyecto”; el PDD. En él se abordan una serie de requisitos de información que permiten establecer el cumplimiento de los criterios de elegibilidad del MDL.

La explicación del proyecto tiene que cumplir con los requerimientos establecidos por la UNFCCC como evaluación de impacto ambiental, identificación de los diversos socios del proyecto, la evidencia de participación pública, la inclusión de los comentarios y el Plan de Monitoreo, entre otros.

2.9 Barreras

2.9.1 Financiamiento

El desarrollo de los proyectos MDL en cualquiera de los sectores se enfrentan a una barrera común: el acceso a fuentes de financiamiento. La falta de fuentes de financiamiento obstaculiza tanto la implementación y ejecución de los proyectos, así como el desarrollo de estudios de pre-factibilidad y factibilidad.

La inestabilidad política del país y, principalmente, el hecho de que los proyectos MDL implican una innovación tecnológica o están asociados con un nuevo modelo de desarrollo o producción, conducen a una alta

percepción de riesgo por parte de los inversionistas. En un país donde el capital de inversión es limitado y el riesgo asociado es alto, los financistas prefieren invertir en proyectos con tecnologías convencionales o procesos bien conocidos los cuales generalmente tienen períodos de retorno más cortos pero que no son los más eficientes y peor aún los menos contaminantes. Por ejemplo: desarrollo de centrales de generación no convencionales frente a la bien conocida generación térmica o sustitución de nueva tecnología por convencional y más vieja (calderos que utilizan residuos agrícolas renovables como combustible por equipos convencionales a diesel o fuel oil).

Por otro lado, debido a que los proyectos MDL tienen ciertas características especiales, a menudo las fuentes de capital tradicionales (banca internacional, especialmente entidades financieras nacionales) no conocen las necesidades y condiciones particulares de estos proyectos. Principalmente, omiten la oportunidad de canalizar recursos adicionales por intermedio de las reducciones generadas y, en el marco de la evaluación financiera / económica no incluyen o internalizan estos ingresos. Aunque en algunos casos la retribución no es significativa frente a los costos de inversión del proyecto pero en otros puede ser muy importante llegando incluso a convertirse en la única fuente de

generación de renta; por ejemplo: proyectos de recuperación y destrucción del metano en rellenos sanitarios.

Algunas tipologías de proyectos MDL afrontan barreras desde su propia concepción o incubación. Si bien se conoce de su potencial y elegibilidad pero no pueden ser evaluados en términos de factibilidad debido a la falta de financiamiento para desarrollar los estudios. De momento, en el país no se tiene algún fondo semilla que estimule el desarrollo de evaluaciones para determinar la viabilidad de iniciativas que en papel tengan la presunción de ser potenciales opciones MDL.

2.9.2 Desarrollo de capacidades

Ecuador cuenta con una institucionalidad nacional MDL establecida desde hace algunos años, lo que le da una ventaja competitiva frente a otros países anfitriones. Esta institucionalidad contempla una Oficina Nacional de Promoción del MDL la que entre sus principales líneas de acción considera el desarrollo de capacidades a distintos niveles. Pese a las actividades desarrolladas por la Oficina bajo esta línea de acción, este diagnóstico ha permitido identificar al desarrollo de capacidades como una barrera importante que limita la expansión de las

oportunidades MDL. Algunos actores tanto del sector público como privado y, principalmente, de entidades financieras desconocen el funcionamiento del MDL, así como las verdaderas posibilidades en el esquema.

2.9.3 Legales

Estas barreras están referidas más bien a la verdadera aplicación y generación de incentivos dentro de los marcos legales sectoriales. Ecuador se caracteriza por tener una gran cantidad de leyes y reglamentos dentro de todos los ámbitos sectoriales, sin embargo en muchos casos estos no se cumplen o simplemente no son acatados con todo el rigor requerido. Este hecho limita la motivación para desarrollar proyectos MDL puesto que al no aplicarse incentivos por la implementación de acciones o tecnologías innovadoras y menos contaminantes, los desarrolladores pierden el interés de involucrarse en un cambio.

Un ejemplo de lo anterior tiene relación con el despacho preferencial de energía y los precios especiales que rigen para la generación de electricidad a partir de fuentes energéticas no convencionales y los

incentivos tributarios para la generación hidroeléctrica y no convencional. Estos incentivos representan un avance significativo para promover la difusión de este tipo de tecnologías; sin embargo, su aplicación aún ha resultado insuficiente para superar otras barreras que confrontan dichas tecnologías.

2.9.4 Tecnológicas

El análisis de los diferentes proyectos y sectores ha permitido reconocer a la falta de tecnología como una barrera transversal adicional para el desarrollo de emprendimientos MDL. Al respecto, el éxito y viabilidad de los diferentes proyectos MDL dependerá ciertamente de que tan conocida y probada es tal o cual tecnología. No obstante, las oportunidades MDL en el país, excepto la generación hidroeléctrica, implican la implementación de una opción totalmente innovadora y casi desconocida en Ecuador. Además, el desarrollo de la capacidad y experticia asociada con cualquier tecnología es un importante componente el cual tiene que ser abordado y manejado a fin de promover la transición al nuevo escenario con el componente MDL.

2.9.5 Participación e Involucramiento de actores claves

Esta barrera está muy relacionada con el desarrollo de capacidades pues el desconocimiento del modo de operar y las oportunidades del MDL por parte de actores claves (desarrolladores de proyectos, sector público y privado, entidades financieras) provoca una falta de priorización para el caso de los desarrolladores de proyectos y de involucramiento en la difusión e inclusión del tema en las agendas institucionales. En relación con lo segundo, el reto será identificar las entidades claves en cada ámbito sectorial de tal manera de coordinar actividades a través de redes relacionadas al MDL.

Esta barrera también tiene mucho que ver con aquella que tiene que ver con el acceso de los proyectos a fuentes de financiamiento tanto para estudios como para implementación. En la medida que se logre incorporar al sector financiero nacional, tanto público como privado, se conseguirá también sensibilizar a estos actores de tal manera de que evalúen la necesidad de la apertura de líneas de crédito y el establecimiento de fondos semilla para estudios e implementación de proyectos de desarrollo que incorporen el componente MDL.

2.9.6 Riesgos e incertidumbre

Los riesgos se refieren a eventos que afectan negativamente a los beneficios del proyecto MDL. Los proyectos están expuestos a una serie de riesgos tales como: naturales; antropogénicos; políticos (tales como el no-cumplimiento de contratos legalmente establecidos entre los socios del proyecto, garantías, expropiaciones, incertidumbre en derechos de propiedad, cambio en las políticas); económicos (tales como fluctuaciones en la tasa de cambio e interés), cambio en precios de factores relevantes y productos de mercado; cambios en los costos de oportunidad; financieros; institucionales y riesgos de mercado.

En el caso de un proyecto MDL conectado a la red, los riesgos potenciales adquieren connotaciones especiales debido a diferentes causas como por ejemplo:

- a) Siempre existe el riesgo de que a) el proyecto no genere la cantidad de CER's inicialmente estimados por problemas técnicos, los cuales podrían resultar por niveles de eficiencia menores a los establecidos inicialmente o simplemente porque el proyecto deja de operar.

- b) La reducción de emisiones de un proyecto MDL es estimada en la fase de diseño del proyecto, tomando como referencia para el cálculo la línea de base, es decir antes de la implementación del proyecto. Esto genera un riesgo propio de las suposiciones que se hagan durante la fase de definición de la Línea Base, puesto que la sobreestimación de la Línea Base puede resultar en que las reducciones proyectadas al inicio sean menores que las reducciones verificadas durante la fase de monitoreo. Por lo tanto, el proyecto no generará el volumen de disminución de emisiones inicialmente acordado entre el vendedor y comprador de los CER's.
- c) Existe otro tipo de riesgos como: desastres naturales, inestabilidad económica y social del país anfitrión que pueden también afectar la cantidad de los CER's generados por el proyecto. Aunque este tipo de riesgos está fuera del control de las partes que intervienen en la negociación de los CER's, es necesario delimitar las responsabilidades en cuanto al cumplimiento de la cantidad de CER's inicialmente acordada ante la ocurrencia de este tipo de eventos.

En general, la ocurrencia de eventos posibles que puedan limitar la reducción de emisiones debe ser considerada antes de la implementación del proyecto

2.10 Calculo del CER'S

El cálculo de CER's generados por un proyecto MDL se obtiene sustrayendo del volumen de las emisiones de la Línea Base las emisiones del proyecto, así como las emisiones atribuibles a las actividades del proyecto y que tienen lugar fuera de su delimitación (fugas).

Una vez que se han cuantificado la potencial reducción de emisiones que generará el proyecto, este estimado debe ser ajustado de tal manera que refleje los efectos de incertidumbre y potenciales fugas.

Este cálculo deberá efectuarse para cada año del período de crédito acogido por el proyecto y para cada uno de los GEI.

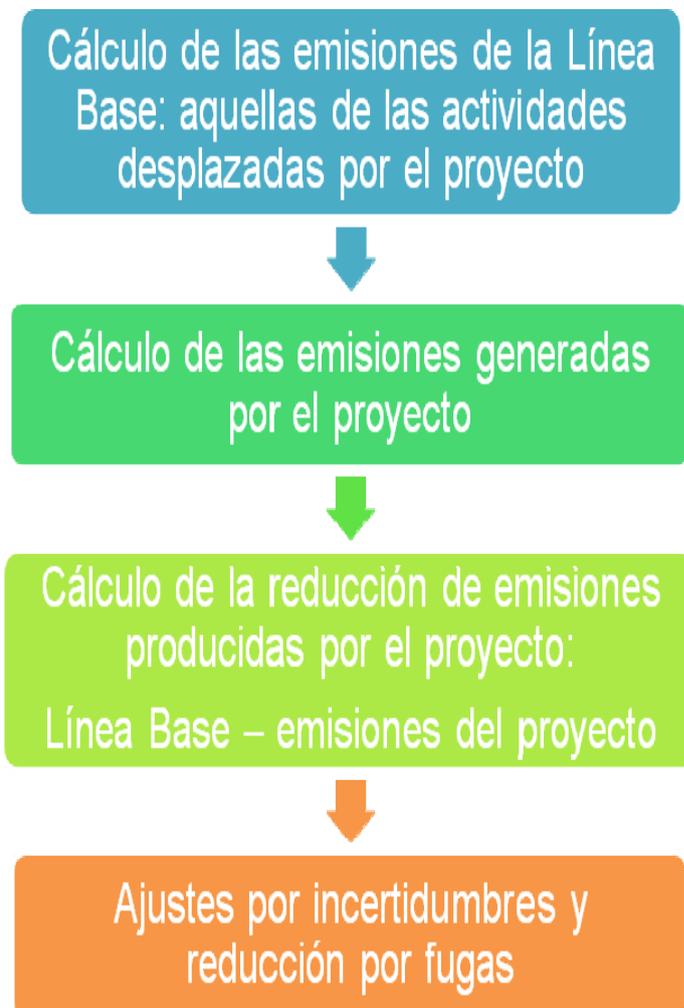


Figura 8: Cálculo de CER's

2.10.1 Esquema del proceso de obtención de los CER's

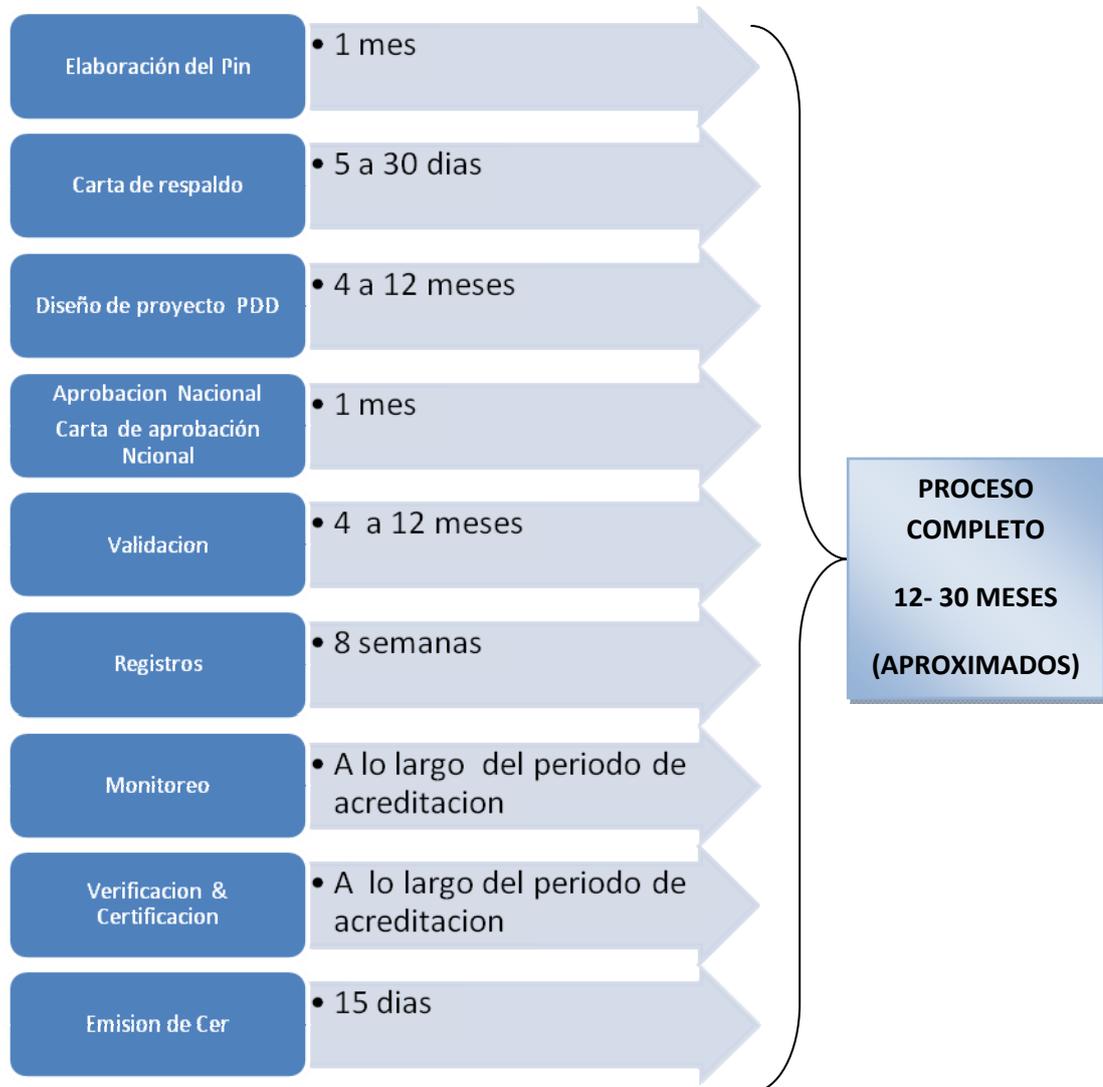
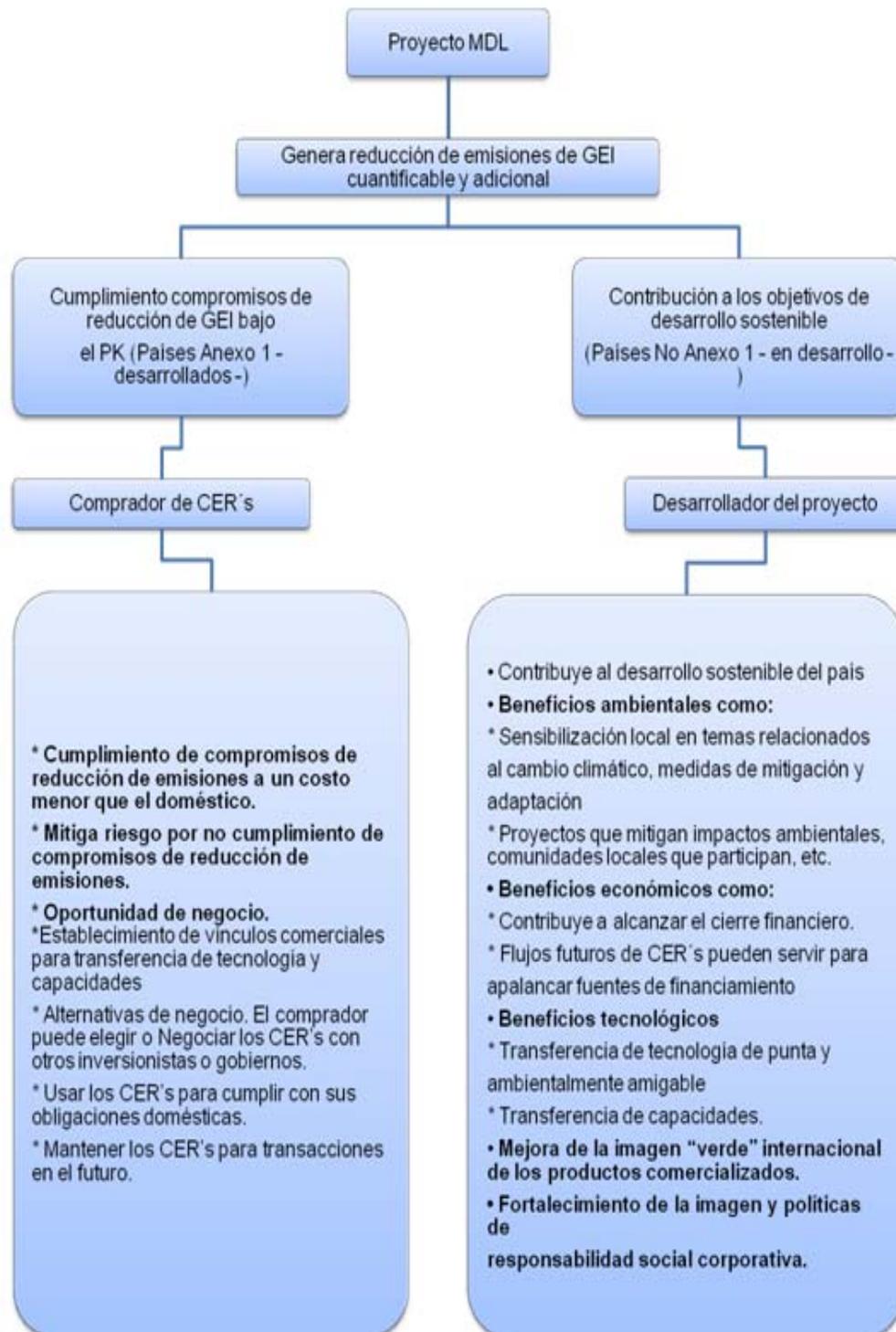


Figura 9: Proceso de obtención de los CER's

Nota: Los tiempos presentados en este gráfico son aproximados y podrán extenderse dependiendo las características del proyecto, si este se acoge o no a una metodología de línea base y metodología aprobada a la disponibilidad de a la lista de espera de proyectos para su validación por la DOE y la revisión, aprobación y registro por la Junta Ejecutiva MDL.

2.11 Diagrama de oportunidades del MDL



CAPITULO III

3 Proyecto de pequeña escala Caluma Bajo



Figura 10: Mapa de Caluma Bajo

3.1 Objetivo del proyecto y ubicación

El objetivo primordial es el aprovechamiento del afluente del río PITA a través de la instalación de una mini central hidroeléctrica de 12MW, que estará conectada al S.N.I. compensando así las emisiones provenientes de las centrales termoeléctricas de combustibles fósiles que hubiesen generado en ausencia de esta.

Además contribuirá al desarrollo sectorial y nacional tanto en el ámbito de generación hidroeléctrica, económico, y reducción de emisiones de CO₂.

El proyecto hidroeléctrico de pequeña escala "Caluma Bajo" estará ubicado en la provincia de Bolívar Canto Caluma con su principal acceso desde la carretera Quevedo-Daule, pero por el desvío Pueblo Viejo-Catarama siguiendo una carretera de tercer orden hasta la población de San Antonio de Caluma desde ahí se siguen con caminos carrozables hasta el sitio del proyecto, su posición georeferencial basada en GPS (sistema de posicionamiento global) es:

Longitud 79° 13' 29" W

Latitud 1° 35' 36" S.

La cuenca hidrográfica de Caluma forma parte de la vertiente del pacífico, cuenca hidrográfica del río Guayas y las subcuencas del sistema fluvial del río Babahoyo.

3.2 Descripción técnica del proyecto

Proyecto Hidroeléctrico de pequeña Capacidad Caluma Bajo, el cual se encuentra en la Provincia del Bolívar, cuyo aprovechamiento se encuentra en la margen derecha del río Pita al Norte de la Población de Caluma.

El Proyecto de mini central hidroeléctrica Caluma Bajo contará con una "Casa de Máquinas, la cual es de tipo semienterrada y albergará 4 unidades de 3 MW cada una, y con un caudal de 3 m³/seg por unidad. En el diseño del proyecto hidroeléctrico "Caluma Bajo" utilizaremos turbinas de tipo Francis de eje horizontal y de rodete simple, la cual pueden operar hasta con un 40% de su eficiencia. La energía promedio anual producida por este proyecto es de 64GWh"¹.

“Se ha previsto un solo transformador de 13.2 MVA de 3 devanados 4.16-69 +/- 2 x 2.5% Kv – 13.8 Kv, 60 Hz, trifásico, sumergido en aceite, para intemperie. Enfriamiento tipo OA/FA, con aire forzado. El bobinado de 4.16 Kv estará conectado en triángulo y los de 69 Kv y 13.8 Kv en estrella con neutro puesto a tierra”¹.

“Se dispondrá de un transformador de servicios auxiliares de 4.16/0.48 Kv y potencia estimada de 300 KVA. Estará conectada a las barras del cubículo de 4.16 Kv. La energía para los servicios auxiliares será distribuida a la casa de máquinas y a la subestación a través de los tableros de 480 voltios y de los subtableros de 220/127 voltios”¹.

“El patio de la subestación se ubica en la parte posterior de la casa de máquinas. Del terciario del transformador principal se dispondrá de una capacidad de 4 MVA a 13.8 Kv para distribuir a los poblados cercanos a la central. Al transformador se lo ha ubicado convenientemente junto a la casa de máquinas para acortar su conexión mediante cables a la barra general de 4.16 Kv así como para dejar libre el espacio necesario para la construcción y montaje de la subestación a 69 Kv. La alimentación a las barras de 69 Kv parte del seccionador.

Los servicios electromecánicos en la bocatoma operarán mediante un derivación de 200 m, con línea aérea a 13.8 Kv, del primario de distribución de la línea Caluma-Charquiyacu.”¹

3.3 Contribución a la mitigación del cambio climático

Para estimar preliminarmente las reducciones de emisiones se tiene en consideración: generación eléctrica anual, factor de emisión, reducción de CO₂. Según los estudios de factibilidad se estima que anualmente se producirá 64GWh.

El factor de emisión fue tomado de la información publicada por el Ministerio de Ambiente y la Secretaría del Cambio Climático, la cual fue determinada por los datos provistos por el CONELEC y el CENACE.

Anualmente se estima una reducción de $ER_y = 33849.6 \frac{tCO_2e}{año}$

¹ referencia tesis APROVECHAMIENTO DEL RIO PITA EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PROYECTO CALUMA BAJO)”

3.4 Justificación de que es un proyecto de pequeña escala.

La capacidad total instalada del proyecto es 12 MW, que está por debajo de 15MW, el límite según las Modalidades Procedimientos de Pequeña Escala para proyectos MDL.

3.5 Elección de la metodología para la base de referencia se ha elegido.

Para establecer la base de referencia se ha elegido la metodología aprobada por la Junta Ejecutiva y recogida en el documento AMS I.D- Generación de Energía Eléctrica Renovable y Conexión a la Red, versión 12; que se ajusta a este tipo de proyectos.

Esta metodología define ciertos criterios; tal como aquel que refiere al tipo de proyectos susceptibles de usar: centrales hidroeléctricas de pasada o filo de río, centrales hidroeléctricas con embalses existentes donde no se incrementa el volumen del reservorio, centrales eólicas, geotérmicas, fotovoltaicas, mareomotriz.

3.6 Beneficios Ambientales y Sociales

Con este proyecto de energía renovable se lograra el desplazamiento de centrales térmicas que generan y alimentan al S.N.I. con energía obtenidas a partir de combustibles fósiles no renovables.

Según la CarbonMonitoringforAction el Ecuador genera por producción de energía anual una cantidad de 2,794.708 ton CO₂. La nueva central ayudaría a la reducción de esta en un 1.2%, contribuyendo de esta manera a la mitigación del Cambio Climático Global.

En el ámbito social se crearan plazas de trabajo temporal y permanente contratando al personal domiciliado en el área de influencia del proyecto, considerando que según las estadísticas del INEC la provincia de Bolívar presenta los índices de pobreza y desempleo más altos de la zona centro del país. La provincia de Bolívar con una población de 182.744 habitantes según el censo 2010 del INEC y cuanta con un nivel de pobreza por consumo del 60.6%.

Se estima que durante la construcción del proyecto se generan alrededor de 150 empleos temporales.

Dentro de la operación y mantenimiento permanente de la central se generaran nuevas plazas de empleo, para la cual se capacitara al personal seleccionado previamente.

3.7 Motivación Financiera

La venta de los CERs contribuirá a financiar la inversión realizada en el proyecto en aproximadamente un 25% de total d la inversión.

Los CERs serán vendidos a los países suscritos con el protocolo de Kyoto una vez que el proyecto haya cumplido todas las fases del MDL.

En la actualidad el precio del mercado internacional fluctúa entre \$ 12.00 USD.la energía que se entregara al Sistema Nacional Interconectado sera vendida a un costo de 0.02 centavos de dólar por KWh , para el cual se tomo como referencia el precio pagado a la central Alao de la empresa eléctrica Riobamba.

3.8 Ventajas de la implementación

Generación de plazas de empleo temporal y permanente en una población como Caluma que cuenta con cerca de 12.000 habitantes según el INEC con una alta tasa de pobreza

Utilización de los recursos renovables del país de manera eficiente y el desplazamiento de la electricidad que se genera utilizando combustibles fósiles, llevado con ello a disminución de emisiones de CO₂ a nivel local, nacional y global.

Se estima que con la implementación del proyecto se dejaría de emitirse 33.849 ton CO₂ al ambiente, lo cual si se compara con una central termoeléctrica que utilice diesel, se estaría dejen de quemar cerca de 3 millones de galones lo que equivale a 2% del diesel utilizado en el 2008 por la centrales termoeléctricas

Tomando en cuenta el precio internacional del diesel se ahorrarían cerca de 12 millones de dólares.

3.9 Costos de Inversión

Basados en la información disponible la tesis referente al proyecto hidroeléctrico Caluma Bajo, pudimos obtener la cotización estimada del mismo.

Dentro del presupuesto tenemos el valor de la obra civil como de los equipos electromecánicos e hidromecánicos a utilizarse en la construcción del proyecto hidroeléctrico Caluma Bajo, datos tomamos de la tesis “Aprovechamiento del río Pita” y adjunto en los anexos.

RESUMEN GENERAL :		SUBTOTAL USD/Americanos
Terreno y Servidumbre		419.776,40
casa de maquinas		2.276.282,23
presa y obra de regulación		420.843,02
Desvío del río		730.854,80
presas de escollera y diques		1.559.438,32
presa de hormigón y vertedero		3.439.386,91
obra de toma. Estructura de control y tancue		3.334.204,31
chimenea de equilibrio		3.613.390,68
Tubería de presión (Concreto)		940.643,78
Tubería de presión (Acero)		13.439.020,09
obras de descarga y canal de restitución		554.040,98
subestación obras civiles		79.796,00
Accesos y Gastos Generales		640.245,07
Impacto Ambiental		339.948,68
OBRA CIVIL		31.877.871,20
EQUIPOS	(Electromecánico o -Mecánico)	5.944.955,61
COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION =		37.822.826,81
INVERSION TOTAL DEL PROYECTO =		37.822.826,81

Tabla 2 Valor total de la inversión del proyecto Caluma bajo para el año 2010 es de \$ 45,865.023 con una inflación anual de 3.33% de acuerdo al Banco Central del Ecuador.

3.10 Cálculo de la reducción de gases de efecto invernadero (GEI)

Se espera que la generación eléctrica de proyecto hidroeléctrico Caluma Bajo alcance los 64MWh / año. Para lo cual, aplicando el factor de emisión del S.N.I Ecuador calculado por el Ministerio de Ambiente, la reducción de emisiones que se espera obtener como línea base será:

$$\text{Reducción de CO}_2 \text{ (ton/año)} = \text{FE (ton CO}_2\text{/MWh)} * (\text{MWh/año})$$

Ecuación 4

$$ER_y = 64.000 \text{ MWh} / \text{año} * 0.5289 \text{ tCO}_2\text{e} / \text{MWh} = 33849.6$$

$$ER_y = 33849.6 \frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{año}}$$

Donde

ER_y= Reducción de Emisiones

EG_y Energía producida anual

FE= Factor de Emisiones

Con la generación esperada anualmente se estima reducir en una línea base de $33849.6 \frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{año}}$, la cual puede fluctuar con una mayor cantidad o una menor cantidad esto solo se sabrá con el monitoreo en el momento de la puesta en operación, determinando así la cantidad exacta de reducción de emisiones de CO₂.

Se espera basado en la estimación de la línea base contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ nacionales en 1.2%.

3.11 Tiempo de acreditación y costos recibidos

Si estimamos un periodo de acreditación de 10 años tendremos la siguiente tabla.

AÑOS	Estimación anual de reducción de emisiones en toneladas de CO ₂ eq
2011	33 849
2012	33 849
2013	33 849
2014	33 849
2015	33 849
2016	33 849
2017	33 849
2018	33 849
2019	33 849
2020	33 849
Estimación de reducciones totales (toneladas de CO₂eq)	338490
Cantidad total de años de acreditación	10
Promedio anual durante el periodo de acreditación de reducciones estimadas (toneladas de CO₂eq)	33 849

Tabla 3 Estimación anual de reducción de emisiones CO₂

3.12 Cotización del mercado de carbono

años	€
2008	20.07
2009	19.76
2010	19.79
2011	20.11
2012	20.43

Tabla 4 Cotización anual del mercado de carbono

Para nuestra aplicación utilizaremos un precio mas conservador basado en el ámbito local, tomaremos el costo de **\$12.00** $\frac{\$}{tCO_2e}$ para cálculo de las aportaciones que se esperan recibir por la venta de estos bonos de carbono

$$33849.6 \frac{tCO_2e}{año} * 12 \frac{\$}{tCO_2e} = 406195.2 \frac{\$}{año}$$

406195.2 USD

406195.2 * 10 años = 4061952\$

El costo aproximado del proyecto Caluma Bajo es de \$ 37,822.826.81 para el año 2006, al traer el costo de nuestro proyecto al valor presente tomando en cuenta la inflación de cada año dato por el banco central del Ecuador , en el año 2010 tendremos un valor de \$ 45,865.023.00 lo recibido por la venta de los CER en un periodo de 10 años cubre aproximadamente 10% de la deuda total del proyecto, el resto del valor deberá ser obtenido por medio de préstamos.

3.13 Registro del proyecto MDL ante la autoridad nacional

3.13.1 Primer paso: REGISTRAR EL PROYECTO

Preparar y enviar un oficio Anexo en físico a la Sr (a). Ministro (a) de Ambiente, como Presidenta de la Autoridad Nacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con copia a la Coordinadora de la Autoridad Nacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en la que solicita se registre el nombre y la actividad del proyecto, incluyendo además la ubicación geográfica, y la capacidad de generación.

El registro de los proyectos MDL ante la Autoridad Nacional es obligatorio.

A partir del registro el proponente del proyecto tiene entre 6 meses a 1 año para presentar la documentación para el proceso de evaluación.

Ya registrado el proyecto, y si es de interés del proponente del proyecto MDL, es opcional (no es obligatorio) se puede presentar el **PIN (Nota de Idea de Proyecto)** ANEXO Podemos encontrar el documento **PIN** Elaborado por los proponentes del proyecto Caluma Bajo.

La Carta de Respaldo se la entrega en 4 o 5 días laborables.

3.13.2 Segundo Paso: INICIAR EL PROCESO DE EVALUACIÓN

Una vez recibidos los oficios, oficialmente se procede a registrar sus proyectos ante la AN-MDL² y se envía una contestación oficial confirmando dicha acción.

A partir de ese momento, cuando la documentación/información esté disponible, se solicita presentar la documentación del proyecto, **PDD y el Anexo A**, para comenzar con el proceso de evaluación para obtener la Carta de Aprobación Nacional.

En el ANEXO Encontraremos el documento PDD realizado por los proponentes del Proyecto Caluma Bajo en el cual se encuentra detallado cada una de las actividades del mismo.

Cuando se entregue el oficio solicitando la Carta de Aprobación Nacional, se entregará en un "paquete" adjunto:

- a) La copia del recibo de depósito del Banco de Fomento de la tasa de evaluación preliminar.
- b) La solicitud de carta de aprobación nacional.
- c) El PDD en físico y la copia digital en un CD-ROM que incluye el Anexo A.

Además, en este paquete se debe incluir una copia del recibo del pago de la tasa de evaluación preliminar correspondiente al 5% del promedio anual de reducción de emisiones del proyectos, conforme al Registro oficial No. 105 de la AN-MDL (adjunto una copia del registro), que lo obtiene una vez depositado en el **Banco de Fomento** el valor de la tasa calculada con el promedio de reducción anual de emisiones del proyecto en la **/cuenta corriente/** a nombre del **Ministerio del Ambiente** para comenzar con la evaluación.

El paquete se entregara el original a al Sr (a). Ministro y otro paquete de copia a la Coordinadora de la AN-MDL.

3.13.3 Pasó Tres: FIRMA DEL ACUERDO ESPECÍFICO

La suscripción del Acuerdo Específico procede si el proponente efectúa el pago de la Tasa de Evaluación Final (15%) del promedio anual de reducción de emisiones de sus proyectos, conforme al Registro oficial No. 105 de la AN-MDL² y entrega dos copias impresas adicionales y una copia electrónica si existiesen modificaciones al documento luego de la Revisión Técnica Básica.

² Para mayor detalle, descargar de la Pág. Web: www.ambiente.gov.ec el documento: “Procedimiento de la Autoridad NacionalMDL para la Emisión de Carta de Respaldo a proyectos MDL [AN-MDL/CR/2003]”

3.13.4 Pasó Cuatro: VISITA DE CAMPO, INFORME Y RECOMENDACIÓN PARA OBTENER LA CARTA DE APROBACIÓN NACIONAL

Una vez cumplido con todos los requerimientos hechos en la Lista de control y el pago de las tasas, se firma el acuerdo específico con la AN-MDL e inicia el proceso de evaluación que incluye la visita de campo del Coordinador y el equipo evaluador previa la emisión de la Carta de Aprobación Nacional.

Una vez obtenida la carta de Aprobación Nacional el proyecto puede continuar con sus trámites ante la Junta Ejecutiva del MDL a nivel internacional.

3.11.6 Costos para desarrollar el componente MDL

Costos de Transaccion			
Etapa	Proyectos de reduccion de emisiones	Proyectos de reduccion de emisiones de pequeña escala	Proyectos de secuestro de carbono
Fase inicial(Estudio de factibilidad, Elaboracion del PIN(a), (b)	US\$ 2,500	US\$ 2,000	US\$ 2,000
Preparacion de PDD	US\$25,000-40,000	US\$12,000-18,000	US\$28,000-35,000
Preparacion del Estudio de Linea Base	n.d	n.d	n.d
-Estudio de Impacto Ambiental	n.d	n.d	n.d
-Arreglos contractuales/ legales(d)	US\$ 15,000	US\$ 7,000	US\$ 10,000
- Otros	US\$ 10,000	US\$ 5,000	US\$ 5,000
Aprobacion nacional (e)	50% del costo del registro bajo la UNFCCC		
Validacion(h)	€20,000 a 45,000	€10,000 a 20,000	n.d
Registros	US\$ 0,10 Para las toneladas de 1 a 15,000 US\$ 0,20 Para las toneladas de 15,0001 en adelante Tomando como referencia el promedio anual de reducciones de emisiones en el periodo de acreditacion del PDD en registro No se requiere pagar free de registro si el promedio anual sobre el periodo de acreditacion es inferior a 15,000 toneladas de CO eq El freemaximo de registro es US\$ 350,000. Si el proyecto no se registra, todo free pagado por encima de US\$30,000 se reembolsará		
Monitoreo (i)	n.d	n.d	n.d
Verificacion y certificacion (h)	€ 6,000 a 14,0000	€3,000 a 8,000	n.d
Mitigacion de riesgos	n.d	n.d	n.d
Fondo de Adaptacion	2% CER generados	2% CER generados	2% CER , ICER generados
Comision por ventas	Depende del comprador y/o del esquema	Depende del comprador y/o del esquema	Depende del comprador y/o del esquema
Cargo administracion JE(SOP-Admin) (f)	Se cancela por cada emision de CER's US\$0,10 Para las toneladas de 1 a 15,000 US\$0,20 Para las toneladas de 15,0001 en adelante.		
NOTA: Los costos presentados en esta tabla han sido provistos por el programa Plac+e de la CAF. L Nota (a): Solo incluye elaboracion del PIN, los estudios de factibilidad pueden ser un elemento de un alto costo en proyecto en fases muy preliminares. Para proyectos promedio, es decir que no implican estudios adicionales complejos. Se trata de proyectos con metodologias aprobadas. No incluye al sector transporte. Nota (b): Se asume que hay informacion de base del proyecto para elaborar el PIN, o en su defecto se usaran valores default. Nota (c): Para proyectos promedio, es decir que no implican estudios adicionales complejos. Se trata de proyectos con metodologias aprobadas , No incluye el sector de transporte. Nota (d): No incluye contratos ni participantes de proyecto en el caso de los forestales. Se entienden que esos arreglos están/ estaran incluidos al momento con la firma de un ERPA. Nota (e) : Varia por pais se incluye el valor de Ecuador y fecha. Nota (f) : El cargo por registro sera deducido de la parte de los fondos devengados que cubre los gastos administrativos o SOP admin. (por sus siglas en ingles) Nota (g) : No se incluye una columna con costos de proyectos forestales de pequeña escala puesto que no se pudo acceder informacion que permita establecer parametros referenciales. Nota (h): Costos provistos en euros, basados en informacion de algunas entidades operacionales. Estos costos pueden incluir " travel expenses" ; pueden variar mucho de acuerdo a lugar y tipo de proyecto. Nota (i): El costo del monitoreo varía mucho de un proyecto a otro dependiendo del tamaño, del nivel de automatizacion, del tipo del proyecto, entre otros elementos.			

Tabla 5 Costos de transacción

Fuente: Guía Ecuatoriana para la formulación de proyectos bajo el Mecanismo del Desarrollo Limpio

CONCLUSIONES

1. El proyecto hidroeléctrico caluma bajo estima reducir las emisiones de CO₂ al ambiente en $33849.6 \frac{tCO_2e}{año}$ en los próximos 10 años se dejaran de emitir 338490 TON CO₂, lo cual ayudara a compensar en algo la situación climática por la que atraviesa el mundo actualmente.
2. Si el mercado de carbono se mantiene y sus precios tienden a subir se estima que el proyecto hidroeléctrico Caluma Bajo recibirá aproximadamente 4061952\$ lo cual representaría la decima parte de la inversión que demanda el proyecto y su puesta en funcionamiento.
3. Uno de los beneficios de los proyecto de energía renovable es la sustitución de combustible que debería reflejarse en la balanza comercial del país, se estima dejar de quemar 3 millones de galones

de diesel lo cual representa el 2% del combustible utilizado en el 2008, ahorrado al país cerca de 12 millones de dólares.

4. Este proyecto ayudara a mejorar las condiciones ambientales del país, contribuyendo a reducir en 1.2% del total de las emisiones producidas en el Ecuador por generación eléctrica y por otro lado preparándonos ante la inevitable sustitución del petróleo como fuente principal de energía.
5. El proyecto hidroeléctrico de pequeña escala CALUMA BAJO cumple con todos los requerimientos para ser considerado dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), tanto en la reducción de emisiones, desarrollo social económico y ambiental.
6. El proyecto contribuirá con el desarrollo sustentable de Ecuador.
Específicamente:
 - a. La realización del proyecto hidroeléctrico Caluma Bajo ayudará a disminuir déficit de energía eléctrica que existe en el Ecuador

y al mismo tiempo lograr la sustitución de la oferta energética térmica por hidroeléctrica.

- b. Aumentaría las oportunidades de empleo en el área de localización del proyecto durante las etapas de construcción y operación, en una población como Caluma de 12000 habitantes con alto índice de pobreza, contribuirá en 1.25% a reducir el desempleado.

- c. Favorece el escenario de inversión local y por lo tanto mejora la economía local.

RECOMENDACIONES

1. El gobierno nacional del Ecuador a través de su ministerio de ambiente y la subsecretaría, debería fomentar y difundir de manera permanente el aprovechamiento de nuestros recursos naturales renovables, para de esta manera contribuir a la reducción de emisiones de CO₂ y al mismo tiempo ser participes del mercado de carbono, llevando de esta manera desarrollo a diferentes sectores del Ecuador.
2. Establecer mecanismos para agrupar pequeños proyectos dentro de grandes programas que reduzcan los costos de tracción y garanticen la reducción de emisiones a largo plazo.
3. Para incentivar la participación de las empresas del país en el MDL, el estado ecuatoriano debería crear planes que incentiven a los accionistas a invertir e implementar proyectos MDL en sus empresas. Estos planes pueden consistir en la eliminación o disminución de aranceles en la importación de maquinaria para la implementación de estos proyectos, exenciones de impuestos para las empresas que ya los hayan implementado y en el futuro, la creación de un premio nacional para reconocer a las empresas que más aporten al

desarrollo sostenible del país con proyectos con proyectos que permitan reducir las emisiones de CO2.

BIBLIOGRAFIA

Las siguientes fuentes han sido consultadas para la realización de este proyecto:

[1] ESPOL, Estudio de Prefactibilidad Proyecto “Caluma Bajo”, 2008

[2] ESPOL, “Aprovechamiento del río “Pita” en la Provincia de Bolívar para la

Construcción de una Central Hidroeléctrica”, 2006

[3] Consejo Nacional de Electricidad, Plan de electrificación 2007-2016,

<http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=4169&l=1>, 20 de

Diciembre 2010

[4] Convención de las Naciones Unidas, Presentación de informes sobre

emisiones en el marco de la CMNUCC,

http://unfccc.int/files/portal_espanol/press/application/pdf/fact_sheet_sp_emissions_reporting.pdf, 16 de Enero del 2011

[5] Ministerio del Ambiente, Autoridad Nacional de MDL,

<http://www.ambiente.gob.ec/?q=node/718>, 25 de Marzo del 2011