

Informe Final de Mitigación

Informe de Identificación y Priorización de Necesidades Tecnológicas para la Mitigación del Cambio Climático

Asistencia Técnica para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) y el desarrollo de un Plan de Acción de Tecnología (PAT) en Guinea Ecuatorial

Climate Technology Center Network (CTCN)

Guinea Ecuatorial

Tabla de Contenidos

Acrónimos

1. Resume Ejecutivo	3
2. Introducción	5
2.1. Políticas nacionales existentes en mitigación al cambio climático y prioridades de desarrollo	6
2.2. Selección de sectores	11
2.4. Priorización de las tecnologías	12
3. Priorización de tecnologías para el sector Energía	13
3.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector Energía	16
4. Priorización de tecnologías para el sector Industrias y Productos	17
4.1. IPPU subsector de la industria de cemento	18
4.2. Subsector de la industria de refrigeración (IPCC 2F1)	19
5. Priorización de tecnologías para el sector AFOLU	20
5.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector AFOLU	22
5.2. Potencial de mitigación y otros beneficios para el sector AFOLU	22
6. Priorización de tecnologías para el sector Residuos	24
6.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector Residuos	24
6.2. Opciones de tecnologías de mitigación, potencial de mitigación y otros beneficios	25
7. Resumen y Conclusiones	26
Referencias	28
Anexo A: El equipo de la ENT	30

Acrónimos

CP	Programa País (Country Programme)
CTCN	Centro y Red de Tecnología del Clima (Climate Technology Centre and Network)
ENT	Evaluación de Necesidades Tecnológicas
FVC	Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund GCF)
INCOMA	Instituto Nacional para la Conservación del Medio Ambiente
MAGBOMA	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente
MCI	Mecanismo de Coordinación Interinstitucional
NAPA	Programa Nacional de Acción para la Adaptación (National Adaptation Programme of Action)
NDC	Contribuciones Nacionales Determinadas (Nationally Determined Contribution)
NDE	Entidad Nacional Designada (National Designated Entity)
PAMEGE	Plan de Acción de la República de Guinea Ecuatorial para la Mitigación de Emisiones
PAT	Plan de Acción para la Tecnología
PNSA	Programa Nacional para la Seguridad Alimentaria
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UN Framework Convention on Climate Change)
UNIDO	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UN Industrial Development Organization)

1. Resume Ejecutivo

El presente reporte es el resultado del proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) en su primer paso de Identificación y Priorización de Tecnologías para mitigación del cambio climático. El primer paso del proceso ENT consiste en un conjunto de actividades participativas con el fin de identificar y priorizar tecnologías que conduzcan a reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Para la realización de este reporte se ha desarrollado un proceso participativo con diferentes partes interesadas. Como primera acción, se ha realizado una revisión de las políticas nacionales de desarrollo y cambio climático para una posterior definición de sectores en los cuales se realizaría el trabajo. Cuatro sectores fueron identificados como los más apropiados para desarrollar el proceso ENT en mitigación: el Sector energía, Sector industria, Sector residuos, y el Sector de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

Tabla 1. Sectores Priorizados para la ENT en Guinea Ecuatorial

▲ Energía	▲ Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)
▲ Industria y usos de productos (IPPU)	▲ Residuos

Posteriormente se han identificado una serie de tecnologías de mitigación para cada uno de los sectores. Este listado largo de tecnologías ha sido refinado para analizar un grupo más reducido de tecnologías. Para estas tecnologías se han llenado fichas, en consulta con diversos actores y a través de la revisión de bibliografía existente. Finalmente, para la priorización de las tecnologías se han desarrollado talleres sectoriales de trabajo, donde en consulta con las partes interesadas, se han determinado criterios de priorización en los ámbitos de tecnología, desarrollo sostenible e impactos climáticos. Con los criterios definidos se ha procedido a evaluar cada una de las opciones de tecnología por medio de un Análisis Multi-Criterio, dándole valores a cada opción para cada criterio. Es así como se han obtenido ocho tecnologías priorizadas.

Tabla 2. Tecnologías priorizadas para la ENT en Guinea Ecuatorial

▲ Promoción de energías limpias (energías renovables) para la producción de energía eléctrica	▲ Mejora de la gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios
▲ Sustitución de combustibles por otros menos contaminantes	▲ Promoción del compostaje de los residuos sólidos biodegradables
▲ Promoción de iniciativas de mejora de la eficiencia energética en los sectores industrial privado	▲ Adiciones de materias primas alternativas en el cemento
▲ Cambio de tecnología en la producción de metanol a partir de gas natural	▲ Promoción de tratamientos centralizados de las aguas residuales domésticas y comerciales

Estas tecnologías serán las analizadas en los siguientes pasos del proceso ENT, que incluye un análisis de barreras y creación de entornos habilitantes. El proceso concluirá con la elaboración de Planes de Acción Tecnológicos, con el fin de poder implementar estas tecnologías en el país, logrando una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo impulsando el desarrollo de la nación.

2. Introducción

El proyecto de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas, ENT (o TNA, por sus siglas en inglés), es una iniciativa de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) para impulsar a los países en desarrollo a invertir en la transferencia de tecnologías para la adaptación y mitigación al cambio climático.

El objetivo general es la elaboración de un Plan de Acción de la ENT y el seguimiento de las necesidades asociadas de mitigación y adaptación al cambio climático identificadas en los sectores prioritarios de Guinea Ecuatorial. Como parte de los compromisos de Guinea Ecuatorial con DNC para el año 2030, se prevé que el país tendrá garantizada la capacidad de producción de una energía asequible, fiable, sostenible de fuentes Renovables y moderna.

Esta asistencia técnica también lleva a cabo el proceso de categorización y establecimiento de prioridades de las tecnologías que estén alineadas con las Contribuciones Nacionales Determinadas de Guinea Ecuatorial (NDCs) y otras estrategias climáticas nacionales, regionales e internacionales.

El proyecto va a permitir a Guinea Ecuatorial invertir en las tecnologías más adecuadas para alcanzar las metas climáticas. En este contexto, la ENT y el PAT proporcionarán la orientación necesaria para evolucionar las tecnologías priorizadas y abordar las necesidades de Guinea Ecuatorial en la adaptación y mitigación al cambio climático. El resultado presentará una serie de medidas estratégicas, a largo plazo y participativas en los sectores identificados y priorizados que impulsarán la resiliencia climática y el crecimiento bajo en carbono de Guinea Ecuatorial.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente ha sido designado como entidad líder de coordinación, por ser el departamento ministerial cuya agenda se encuentra más estrechamente alineada con el proceso de evaluación de necesidades en materia de tecnología. La ENT y el PAT permitirán a Guinea Ecuatorial organizar su proceso a fin de establecer un Mecanismo de Coordinación Interinstitucional (MCI) que ayude a coordinar y priorizar los sectores y tecnologías que puedan ser utilizados por el Gobierno para desarrollar su cartera de proyectos que se presentarán al GCF.

El siguiente documento es el **Informe Final de Identificación y Priorización de Necesidades Tecnológicas para la Mitigación del Cambio Climático**. Se ha elaborado como parte de los resultados requeridos por el CTCN e UNIDO, para la ejecución del proyecto "Orientación técnica y apoyo para llevar a cabo una Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (ENT o TNA, por sus siglas en inglés) y un Plan de Acción Tecnológica (TAP, por sus siglas en inglés) para Guinea Ecuatorial", así como los entregables definidos en el *Readiness Proposal* del Fondo Verde para el Clima (GCF).

Este informe aborda el segmento de tecnologías relacionadas con la mitigación del cambio climático, es decir, aquellas tecnologías que se pueden implementar con el fin del desarrollo económico del país, y que a su vez presentan las menores emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) posible aumentando de esta forma la capacidad económica del país dentro de los lineamientos de desarrollo sostenible.

Se presenta en este informe el resultado de los procesos de consulta con los actores clave identificados tras los resultados de sistematización de los diagnósticos que han realizados los expertos locales durante los talleres. El contenido del informe tiene como producto principal el listado de necesidades tecnológicas para la mitigación al cambio climático, la evaluación de los sectores y las tecnologías identificadas y el proceso de priorización de las tecnologías, junto con las fichas de las tecnologías priorizadas.

En la siguiente etapa del proyecto, se estudiarán las posibles barreras de implementación y las posibles soluciones para superar estas barreras de la lista de tecnologías seleccionadas.

2.1. Políticas nacionales existentes en mitigación al cambio climático y prioridades de desarrollo

La República de Guinea Ecuatorial ya presentó en 2015 su plan de acción climática a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El acuerdo de París entró en vigor en 2020 y sirve para empoderar a todos los países para que actúen con el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de los 2 grados centígrados. El acuerdo sirve además para aprovechar plenamente las muchas oportunidades que presenta la necesaria transformación global hacia un desarrollo limpio y sostenible.

El documento de “La Contribución de la República de Guinea Ecuatorial” preparado en 2015, se elabora bajo la supervisión del Ministerio de Pesca y Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Medio Ambiente a través del con la colaboración de: Grupo de Expertos de la Coordinación Nacional de Cambios Climáticos y la Asistencia Técnica Internacional. Los datos recogidos en la documentación son de origen nacional e internacional, con un enfoque participativo de actores clave como: los Representantes de Ministerios Sectoriales, sociedad civil, Organización de la Sociedad Civil, el Sector Privado, Cooperación Bilateral y Multilateral. Estos datos constituyen hasta el día de hoy en la principal referencia de inventario de emisiones del País. Mas tarde en 2019 se presenta la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático¹ que presenta las circunstancias Nacionales y el único Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de GEI preparado hasta la fecha. En la actualidad existe un proyecto de actualización del inventario, pero este documento no ha tenido aun acceso a los datos actualizados.

Las políticas de emisiones. A continuación, se presentan las políticas, leyes y reglamentos, así como estrategias sectoriales relacionadas con la mitigación al cambio climático en Guinea Ecuatorial.

Las metas establecidas para 2030 incluyen reducir las emisiones en un 20% para 2030, en relación con los niveles de 2010 y lograr una reducción del 50% para 2050. Según la CPDN, el país pretende reducir las emisiones en sus sectores de **agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU), residuos, energía y transporte**. Además, el Gobierno tiene previsto abordar la adaptación mediante: la integración de las cuestiones climáticas en los procesos de política y planificación a nivel nacional, regional y local; la aplicación de medidas piloto de reducción de riesgos y adaptación; el refuerzo de la capacidad técnica para integrar la gestión de riesgos climáticos en las zonas costeras; y la difusión de las lecciones aprendidas. Estas metas han sido elaboradas por el gobierno de Guinea Ecuatorial en los planes estrategias y programas que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Planes y estrategias de Guinea Ecuatorial para la adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático

<p>Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (Estrategia de Largo Plazo para el Desarrollo Sostenible) (AGE-H2035)</p>	<p>En 2021 se adoptó la AG-H2035: El Acta Final de la Tercera Conferencia Económica Nacional; El Camino Recorrido en la implementación del PNDES 2020; La Agenda Guinea Ecuatorial 2035; El Plan Estratégico de Desarrollo Sostenible 2020-2025; El Programa de Apoyo a la Diversificación Económica (PRODECO). La AGE-H2035 tiene como objetivo la erradicación de la pobreza, eliminación de la discriminación, fortalecimiento de la economía del país, modernización y descentralización de la administración pública, y entre otras prioridades, luchar contra el cambio climático y la degradación de la naturaleza.</p>
<p>Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional (CPDN) (MPMA, 2015)</p>	<p>Las contribuciones previstas reflejan la realidad del país y justifican la voluntad política del Gobierno para luchar contra los efectos del cambio climático. La Mitigación al cambio climático incluye la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, tiene en cuenta los sectores más influyentes en el impacto climático nacional: Sector Silvicultura, Agricultura y Cambio de Uso de Suelos, Sector Residuos, Sector Energía y Sector Transporte.</p>

¹ Santiago Francisco ENGONGA OSONO, Pedro MALAVO NSENE y Guillermo Pastor ORBE ARENCIBIA

Tabla 3: Planes y estrategias de Guinea Ecuatorial para la adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático

<p>Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+, 2020)</p>	<p>El PNI-REDD+ propone dos impactos que combinan beneficios medioambientales y socioeconómicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Reducción de las emisiones del país vinculadas a la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra. ▲ mejora de las condiciones de vida de la población gracias a la diversificación económica, con un enfoque sostenible y de manejo integrado del territorio. <p>Aspira a reducir las emisiones del país vinculadas a la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo en 40 millones de tCO₂ entre 2020 y 2040.</p>
<p>Primera Comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PNC-GE) (MAGBA, 2019)</p>	<p>En la PNC-GE (2019), se refleja los principales objetivos del Plan de Acción Nacional de Adaptación PANA (2013). Entre ellos se resalta: (i) Desarrollar estrategias, políticas y medidas de adaptación en Guinea Ecuatorial basadas en un plan de actividades prioritarias que aborden los impactos urgentes e inmediatos del cambio climático y (ii) Mejorar las capacidades institucionales y técnicas de Guinea Ecuatorial para afrontar las consecuencias del cambio climático.</p> <p>Acciones de Mitigación (Sector Energía):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Aprovechamiento del potencial hidrológico del Río Wele. ▲ Aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de la isla de Bioko. ▲ Remodelación, ampliación y adaptación de la red eléctrica. ▲ Apuesta por las energías limpias y renovables. ▲ Creación de una Ley de Energía. ▲ Expansión de la red eléctrica de las zonas rurales. ▲ Proyecto de Energía Solar como Fuente de Energía Renovable en Annobón. ▲ Proyecto “Energía Sostenible para Todos: Promoviendo hidroelectricidad a pequeña escala en Bioko y otras soluciones de Energías Limpias para islas remotas”. <p>Acciones de mitigación (Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Ordenación del Territorio vs. Ocupación de Suelos. ▲ Creación de la plataforma de áreas protegidas y los enfoques de gestión sostenible adoptados a nivel comunitario a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente, INDEFOR-AP (Instituto Nacional de Desarrollo Forestal-Áreas Protegidas) y las ONG nacionales e internacionales. ▲ Ejecución del proyecto INDEFORCOBAM de Guinea Ecuatorial (Agroforestería y bosques comunales).
<p>Estrategia Nacional REDD+ (EN- REDD+) (MAGBOMA, 2018)</p>	<p>La EN-REDD+ contribuirá a que el país alcance los objetivos climáticos estipulados en sus contribuciones previstas determinadas a nivel nacional (CPDN) y los objetivos de desarrollo establecidos en el Plan nacional de desarrollo económico y social (PNDES) Horizonte 2020 (RGE, 2007).</p> <p>La EN-REDD+ fija metas para cumplir sus objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Reducir las emisiones de GEI vinculadas a la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU) en un 20% para el año 2030, y en un 50% para el año 2050.

Tabla 3: Planes y estrategias de Guinea Ecuatorial para la adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático

	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Mantener la superficie forestal en torno a un 93% del territorio nacional. ▲ Reducir la tasa de degradación forestal a un 0,45% anual. ▲ Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). ▲ Aumentar la superficie de bosques productivos con planes de gestión sostenible hasta un 80% para el año 2030. ▲ Alcanzar la sostenibilidad y mejorar la eficiencia de los sectores forestal y agrícola. ▲ Mitigar y compensar las posibles consecuencias negativas para los bosques de las actividades productivas futuras.
<p>Programa Nacional para la Seguridad Alimentaria (PNSA, 2012)</p>	<p>El Gobierno de la República de Guinea Ecuatorial con el apoyo de la FAO, tiene como objetivo facilitar la internalización de la seguridad alimentaria como un área prioritaria para la inversión para lograr los objetivos fijados por la Cumbre Mundial sobre la Alimentación y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en particular la lucha contra la pobreza y la desnutrición.</p> <p>Cuatro orientaciones o ejes estratégicos principales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Aumento de la producción de alimentos y mejora de la productividad. ▲ Valoración, comercialización de los productos alimenticios y acceso al crédito. ▲ Mejorar el estado nutricional de la población, control y seguimiento. Gestión de vulnerabilidades. ▲ Fortalecimiento Institucional.
<p>Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Deforestación y degradación de tierras en Guinea Ecuatorial (PAN-LCD). (2015)</p>	<p>Al período 2016-2025, cuya meta es lograr capacidades y condiciones necesarias para manejo sostenible de tierras, aumentar la productividad y las funciones de los ecosistemas. El documento identifica cinco ejes estratégicos (y define los correspondientes objetivos específicos), a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Producción agroalimentaria sostenible. ▲ Ordenamiento, conservación y restauración de ecosistemas. ▲ Promoción, sensibilización, educación y fomento de las capacidades, para el desarrollo sostenible. ▲ Consolidar la gobernabilidad de los recursos naturales. ▲ Gestión de riesgos a la deforestación, degradación de bosques y la sequía.
<p>Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica (ENPADIB). (MPMA, 2005)</p>	<p>Diagnóstico sobre el estado de la biodiversidad y el uso sostenible de sus recursos naturales y su biodiversidad.</p>
<p>Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) horizonte 2020. (MPDE, 2007)</p>	<p>Los objetivos de este plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Combatir las deficiencias económicas actuales en materia de diversificación de la producción y su calidad. ▲ Prestar servicios sociales de calidad a la población sobre la base de mejoras en el funcionamiento del aparato administrativo.

Tabla 3: Planes y estrategias de Guinea Ecuatorial para la adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático

	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Erradicar la pobreza. ▲ Ampliar y mejorar las infraestructuras. ▲ Impulsar el desarrollo del sector privado.
--	--

Por tanto, la estrategia de mitigación del país, de acuerdo a la ENCC, podría enfocarse en:

- ▲ La reducción de las emisiones de dióxido de carbono, CO₂, provenientes del Sector Energía
- ▲ La reducción de las emisiones de óxido nitroso, N₂O y metano, CH₄, del Sector Agricultura
- ▲ El fortalecimiento de sumideros de absorción de CO₂ en el Sector UTCUTS
- ▲ La reducción de las emisiones de CH₄ del Sector Desechos
- ▲ La reducción de CO₂ y monóxido de carbono (CO) proveniente del Sector Transporte

2.1.1. El inventario Nacional de Emisiones

Guinea Ecuatorial es un país que comparativamente se puede considerar un modesto emisor de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con un total de emisiones estimadas en 2631,4 gigagramos de dióxido de carbono equivalente (Gg CO₂e) que representa 4.8 tCO₂ eq per cápita en 2013. Según los datos del Banco Mundial las mismas se situaban en 5,1 tCO₂ eq per cápita en 2018. Comparativamente, según esta entidad, los países vecinos presentaban mucho menos emisiones, siendo 0,3 tCO₂ eq per cápita en Camerún y 0,5 en Ghana en el mismo año.²

A pesar de esta contribución relativamente reducida en volumen total, las emisiones de algunos sectores específicos, como la energía y el de la explotación del petróleo, han ido aumentando de forma continuada desde el cambio económico que trajo la economía del petróleo. En Guinea Ecuatorial los niveles de 10,6 toneladas métricas per cápita en 2003, se redujeron durante la década, hasta los niveles de 6,7 toneladas métricas per cápita en 2010 por la reducción de la tala de árboles y entre otras medidas.³ Desde inicios de la década de los años 1990, los resultados económicos de Guinea Ecuatorial son excepcionales gracias al descubrimiento y explotación de importantes yacimientos de petróleo. Pero se estima que la última década han crecido de forma continuada. Tras la caída en 2010 de los precios internacionales del petróleo y la diversificación de la economía en cacao y el sector madera que indudablemente afectan al cambio de uso de suelos.

El sector de producción de petróleo y energía representa más del 80 % de las emisiones totales del país no balanceadas dentro del propio sector, lo que lo convierte en el sector más contribuyente de emisiones del país, y esas emisiones han aumentado de manera constante. Esto está estrechamente relacionado con la política de promoción de la industria que el país ha implementado desde la década de los años 90. Según los datos disponibles de OPEC, el país exportó más de 230mil barriles en 2009 con un paulatino declive hasta 114500 en 2020 (CEIC data). De igual forma, la producción energética se ha basado en la construcción de presas hidroeléctricas, así como la instalación de centrales propulsadas con derivados de petróleo.

En contraste, la Primera Comunicación Nacional de Guinea Ecuatorial, presenta al sector de Cambio de uso de la tierra como la principal fuente de emisiones de GEI con 9969,4 Gg anuales en 2013, pero el sector forestal removió en ese año 18672,9Gg. Este documento indica que las emisiones netas por sector fueron mayores en el Cambio de Uso de la Tierra que en el sector Energía (1833,4 Gg CO₂), sin embargo, este sector no presenta formas de remoción de CO₂. Por lo tanto, lograr reducción de emisiones tanto en el **sector energía e industria** como en el cambio de uso de tierra es esencial para lograr los compromisos y objetivos climáticos de Guinea Ecuatorial.

²Datos del Banco Mundial (2018)

³Datos del Banco Mundial (2018)

Table 4: Importancia del sector agrícola para las emisiones y los esfuerzos de mitigación del cambio climático en Guinea Ecuatorial

Sector	Emisiones (%)	Descripción
Residuos	0,16	El sector requiere actualización de la gestión de materias a fin de reducir sus emisiones de GEI
AFOLU	0,12	Es previsible que crecimiento de la limpieza de tierras de cultivo (cropland clearing) de los dos sub-sectores agrícolas sea la fuente principal de emisiones brutas del sector. A pesar del balance negativo por las retenciones, son sectores sensibles.
Industrias	14,49	La industria de fabricación de cemento se encuentra en fase de expansión. Dado que el proceso requiere grandes cantidades de energía para el calentamiento de los hornos, se perfila como un subsector que requiere optimización del uso de materiales como también del uso de combustibles.
Energía	85,24	El sector de transporte, movido por combustión interna produce emisiones comparables a la producción de petróleo o de producción de energía, sin embargo, estos últimos también emiten CH ₄ lo que los convierte en los principales contribuyentes de GEI

En relación con las prioridades de mitigación, se tuvieron en cuenta una serie de proyectos para cada uno de sectores identificados, como sigue:

Tabla 5. Emisiones y absorciones netas totales de GEI (Gg) para el año 2013 en Guinea Ecuatorial⁴

Categorías y Fuentes de Sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	COVDM
TOTAL NACIONAL	12459.6	-18672.9	112.1	0.052	29.1
1 – Energía	1833.5		109.2	0.043	0.018
1.A - Actividades de quema de combustible (Referencia)	4029.8				
1.A - Actividades de quema de combustible (Sectorial)	1093.7		0.070	0.031	0.000
1.A.1 - Industrias de la Energía	231.1		0.004	0.000	0.000
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción	82.8		0.003	0.001	0.000
1.A.3 – Transporte	688.6		0.054	0.029	0.000
1.A.4 - Otros Sectores	91.2		0.009	0.000	0.000
1.B - Emisiones Fugitivas	739.760		109.1	0.012	0.018

⁴ MPMA (2013) Inventario de GEI, Guinea Ecuatorial.. Capítulo 3.

1.B.2 - Petróleo y Gas Natural	739.8	109.1	0.012	0.018
Emisiones de la Biomasa	435.4	NE	NE	NE

NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

La liberación intencional o no intencional de los gases de efecto invernadero puede ocurrir durante la extracción, el procesamiento y la entrega de los combustibles fósiles al punto de utilización final. Se conocen estas emisiones como **emisiones fugitivas**. En el caso de la extracción de hidrocarburos en Guinea Ecuatorial estas emisiones alcanzan cifras alarmantes que se deben tener en cuenta en los esfuerzos de reducción y que los diferentes gases no contribuyen en el mismo grado al incremento del efecto invernadero. Para expresar las emisiones de GEI sobre una base equivalente (CO₂eq) que refleje su contribución al posible calentamiento futuro se utilizan los Potenciales de Calentamiento Global Atmosférico (PCG). En base a la información que se desprende de la tabla se concluye **el orden de prioridades** de acción a fin de lograr un impacto mayor y más rápido en la reducción de emisiones de GEI en el país. Así, **las emisiones de CH₄ combinadas con la de CO₂ demarcan al sector de energía y del petróleo y gas natural, como principales contribuyentes a las emisiones de GEI** contando actualmente con un potencial de mitigación aprovechable.

Según el Plan Nacional para el Desarrollo Económico y Social (PNDES) al Horizonte 2030, la ambición de Guinea Ecuatorial es reducir en un 20% de sus emisiones para el año 2030, con respecto a los niveles de 2010; a fin de alcanzar una reducción de 50% para el año 2050.

2.2. Selección de sectores

La selección de los sectores para mitigación en el proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas se basó en una revisión de planes nacionales de desarrollo y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, considerando también la información contenida en documentos de país sobre cambio climático, como ser la Primera Comunicación Nacional. Para la selección de los sectores se consideraron ciertos criterios incluyendo las prioridades nacionales, importancia del sector en la economía, el potencial de mitigación del sector, la información disponible dentro de cada sector, así como la existencia de posibles sinergias entre sectores. Inicialmente, después de la revisión documental y la discusión a lo interno de la Dirección Nacional de Cambio Climático, se consideró seleccionar el Sector Energía, Industrias (IPPU), Residuos, y AFALOU.

Para llevar a cabo la priorización de sectores y sub-sectores, el Comité ENT se basó en el análisis de prioridades sectoriales y nacionales expresadas en políticas de desarrollo nacionales y estrategias, empezando por el Programa País (CP). Asimismo, se han revisado el INDC, NAPA, las Comunicaciones Nacionales al UNFCCC, el PNSA, la Estrategia REDD Nacional, Plan de Inversión Nacional REDD y el Plan de Acción de la República de Guinea Ecuatorial para la Mitigación de Emisiones (PAMEGE) de CO₂ de la Aviación Internacional, Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (AGE-H2035), Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional (CPDN), Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+) y Primera Comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PCN-GE) de los que se provee información de contenido en la tabla 1

Este análisis documental de referencia permitió la aplicación del método de promedio ponderada a todos los sectores contenidos en dichos documentos.

En la **PNC-GE (2015)**, se reflejan los principales objetivos del Plan de Acción Nacional de Adaptación PANA (2013). Entre ellos se resalta: (i) Desarrollar estrategias, políticas y medidas de adaptación en Guinea Ecuatorial basadas en un plan de actividades prioritarias que aborden los impactos urgentes e inmediatos del cambio climático y (ii) Mejorar las capacidades institucionales y técnicas de Guinea Ecuatorial para afrontar las consecuencias del cambio climático. **De este documento se desprende que, en el enfrentamiento al cambio climático global, la adaptación ha sido objeto de menor atención que la mitigación.** Sin embargo, la adaptación debe ser el “centro” de las futuras políticas dado que actúan directamente en la base, sobre los sectores más vulnerables para minimizar sus efectos. No obstante, lo ideal es que ambas líneas de medidas sean llevadas en conjunto, ya que se complementan e interrelacionan, lo cual permite un “enfoque más integrado” de lucha contra el cambio climático.

El equipo tuvo como premisa la consideración de los sectores reflejados en la con el compromiso de desarrollar el país de manera sostenible, contribuyendo en la reducción de emisiones en un 20% para el año 2030; con respecto a los niveles de 2010; a fin de llegar a 50% en 2050 que se plantean el CPDN (2015).

Criterios para la selección y priorización

Como se menciona anteriormente, la elección de sectores prioritarios se ha basado en la recolección de datos, en la revisión bibliográfica de documentos oficiales y en la aplicación de una serie de criterios, tal como surge del citado documento de “Análisis de Prioridades Sectoriales”. **Para asignar prioridades a las necesidades tecnológicas se seleccionaron parámetros a tener con el siguiente orden de prioridades:**

Tabla 6. Criterios para la selección y priorización

- ▲ Contribución a las prioridades de desarrollo económico del país (20%).
- ▲ Contribución a la mitigación del cambio climático (20%)
- ▲ Capacidad de absorción de la tecnología (20%)
- ▲ Contribución a la adaptación al cambio climático (10%)
- ▲ Obstáculos de implementación (10%)
- ▲ Contribución a las prioridades de desarrollo social del país (5%)
- ▲ Contribución a las prioridades de desarrollo ambiental del país (5%)
- ▲ Costos de la tecnología y de mantenimiento (5%)
- ▲ Ratio coste-eficiencia (5%)
- ▲ Facilidad para medir su impacto (0%)

2.4. Priorización de las tecnologías

En continuación, se presentan los criterios usados para la priorización de las tecnologías para el sector de mitigación:

Tabla 7. Criterios propuestos para la priorización de tecnologías de la ENT para Adaptación y Mitigación

Criterios	Adaptación	Mitigación
1. Contribución a las prioridades de desarrollo económico del país	20	20
2. Contribución a las prioridades de desarrollo social del país	20	5
3. Contribución a las prioridades de desarrollo ambiental del país	10	5
4. Contribución a la mitigación al cambio climático	0	20
5. Contribución a la adaptación al cambio climático	30	10
6. Costos de la tecnología y de mantenimiento	5	5
7. Ratio coste-eficiencia	5	5
8. Facilidad para medir su impacto (Sistema de M&E)	0	0
9. Capacidad de absorción	10	20
10. Factibilidad o riesgos	0	10

A cada uno de estos criterios se le asignó una escala numérica para identificar su importancia. Estas ponderaciones fueron revisadas por el Comité ENT, y los resultados de la selección fueron los siguientes:

Tabla 8. Los resultados de las ponderaciones

Sector	Tecnologías ⁵
Energía	1. producción energética sin emisiones
	1. biocombustibles
Industria y uso de productos (IPPU)	1. Industria petroquímica
	4. Industria de minerales
	1. Uso de combustibles y disolventes
	4. Industria electrónica halogenados
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	4. Silvicultura y Usos de tierra
	4. Ganadería y Fermentación entérica
Residuos	2. Eliminación de desechos sólidos
	2. Tratamiento y descarga de aguas residuales
	2. Incineración y quema a cielo abierto de desechos

Estos sectores priorizados han permitido el seguimiento de las necesidades asociadas de mitigación y adaptación al cambio climático identificadas, así como la realización del proceso de categorización y establecimiento de prioridades de las tecnologías.

3. Priorización de tecnologías para el sector Energía

Según se desprende de la Primera Comunicación Nacional de Guinea Ecuatorial (2013), el Sector Energía es el de mayor contribución en emisiones de GEI en el país, sin vías compensatorias, y se espera que sea un sector con mayor crecimiento al incrementarse la demanda de electricidad y el consumo de combustibles a medida que aumentan la población y el Producto Interno Bruto, PIB, del país. Esta situación que se ve reflejada en el Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero en Guinea Ecuatorial, sector energía de MAGBOMA para el periodo 2013-2020. De igual forma, dentro de la ENCC, se encuentra un lineamiento estratégico relacionado con el sector:

El Gobierno va a fortalecer las iniciativas actuales en el sector eléctrico aprovechando los recursos renovables disponibles, destacándose así los siguientes proyectos:

- ▲ Elaboración y adopción de una Ley de Energía.

⁵ Por orden de prioridad

- ▲ Aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del río Wele, para la electrificación de toda la Región Continental del país.
- ▲ Reforma y acondicionamiento de los centros hidroeléctricos de Musola (0.4-0.5 MW), Riaba (3.8 MW), para la electrificación de toda la isla de Bioko. Y Bikomo en la región continental (3.2 MW).
- ▲ Apuesta por las opciones de energía eólica, solar y/o mareomotriz para las islas remotas del país (Annobón, Corisco y otras).

El Sector Energía también es considerado dentro de la planeación nacional como parte importante de la infraestructura productiva del país (hidrocarburos y consumo de ciertas industrias estratégicas con potencial de crecimiento y está directamente ligado a la Visión de País que indica que para el año 2038 el 50% de la generación eléctrica deberá ser de energía renovable. Dentro del Sector Energía se crean sinergias con otros sectores como forestal, por medio del consumo de leña (alta) y la relación con la energía hidroeléctrica, la cual también se vincula con el Sector Recursos Hídricos. El Sector Energía también es considerado como área prioritaria en el desarrollo tecnológico e innovación del país, agrupado bajo el área de Energía y Medioambiente

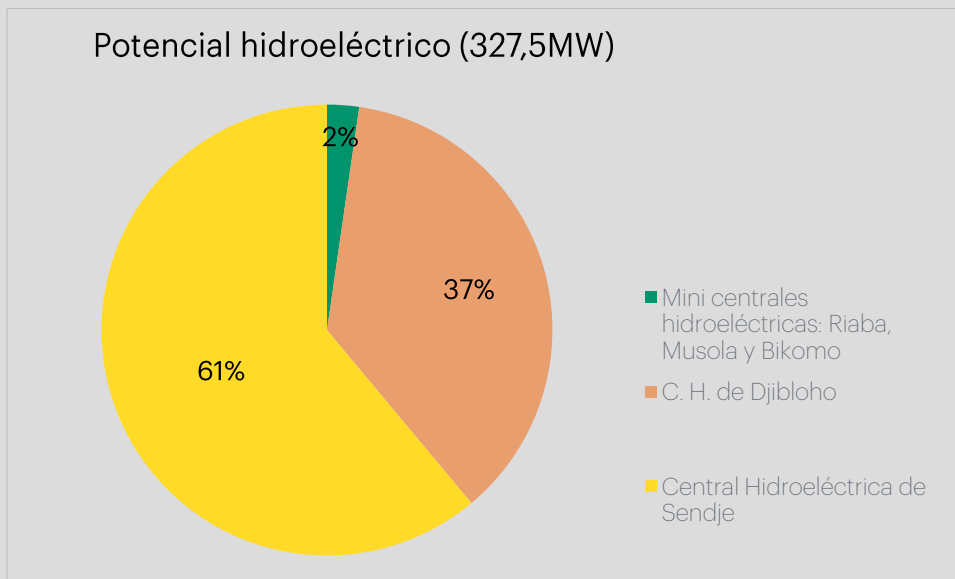
El sector energético se puede dividir en 2 grandes grupos que son la energía que se produce y consume en el mercado interno y la producción y exportación de energía. El petróleo supone más del 85% del PIB de Guinea Ecuatorial, el 98% de sus exportaciones y un 94% de los ingresos del gobierno, que se estiman en torno a 3.000 Millones de euro. De éstos, 2.000 se dedican a gasto público, principalmente inversión pública en construcción: edificación y obra civil. Sin embargo, el Gobierno tiene intención de invertir parte de los ingresos de esta industria en reactivar la agricultura, para diversificar la economía, ya que los sectores tradicionales como la agricultura y la silvicultura han perdido peso específico y apenas alcanzan el 5% del PIB. Es por ello la producción y exportación de petróleo y la disminución de sus emisiones de GEI asociadas se mantienen a la cabeza de las prioridades nacionales.

En paralelo, y debido a la insularidad geográfica y la matriz energética, la promoción de energías limpias (energías renovables: hidroeléctrica y solar) para la producción de energía eléctrica son de interés para la promoción de las actividades nacionales.

La energía eléctrica consumida es de producción nacional, se genera en centrales hidráulicas o semi-hidráulicas y en algunas centrales térmicas. Estas centrales de generación han evolucionado con el tiempo y según las posibilidades económicas del país.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está formado por dos sistemas que no están físicamente interconectados. El Sistema Eléctrico de la Región Continental (CRES) que suministra electricidad a las principales ciudades de Río Muni y el Sistema Eléctrico de la Región Insular (IRES) que se encarga de suministrar energía a las islas del país. También existen pequeños pueblos centrales aislados o generadores que les suministran electricidad y se consideran Sistemas Aislados.

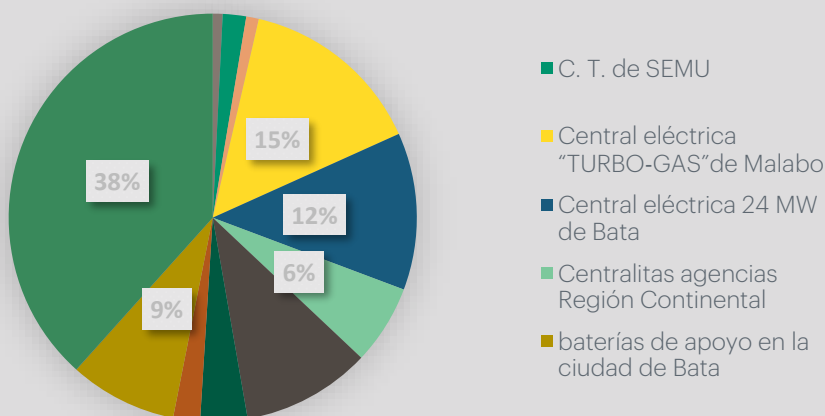
Según los datos disponibles del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, la región continental cuenta con las centrales hidroeléctricas de Djibloho con 120MW de potencia y la de Bikomo con 3,2 MW además de la nueva Central Hidroeléctrica de Sendje (200MW). Así, la capacidad de generación de energía en el país supera los 600 MW, de los cuales 300 MW correspondían a la generación a través de energías renovables (centrales hidroeléctricas). Además 156 MW a través de centrales termoeléctricas a gas natural; y 111.604 MW de generación instalada de energía a base de gasóleo serían objeto de reemplazo progresivo a fin de eliminar completamente las emisiones de GEI asociadas. El potencial energético del país está dividido en hidroeléctrico con un total de 327,5 MW basado en las centrales de Djibloho y Sendje. La proyección del aporte de la central de Sendje de 200MW equivale al total del aporte energético que realizan las estaciones impulsadas por combustibles fósiles.



De esta información se desprende que sería viable reducir gradualmente el uso de combustibles fósiles para la producción de energía si se invierte en la adaptación de la red de distribución eléctrica a fin de conectar la producción de la central de Sendje con los centros de consumo más importantes. En este sentido, es importante tener en cuenta que, actualmente, la ciudad de Malabo en la isla de Bioko, es la principal consumidora de energía a partir de combustibles fósiles.

En la actualidad la distribución de la población por regiones es dispar. En Bioko Norte se concentra la mayor parte de la población nacional superando los 300 mil habitantes. De forma similar, el litoral suma más de 360 mil habitantes de los aproximadamente 885 mil que habitan en la región continental. Estos 2 núcleos son principalmente urbanos pudiendo ser abastecidos de energía con redes provenientes de centrales.

Potencial eléctrico basado en combustibles fósiles (192,7MW)



Es necesario evaluar la proyección futura de la ciudad en el marco del traslado de la capital a la Ciudad de la Paz (Oyala) en el continente y las consecuencias que esto tendrá en la distribución poblacional y la consiguiente demanda energética. Se presentan así 2 escenarios posibles, la reducción de población de Malabo por emigración a Oyala, favorecería el uso de la energía proveniente de Sendje y la reducción de emisiones de los grupos electrógenos de Malabo.

En el segundo escenario, en el que no habría una reducción importante del tamaño de Malabo, se hace necesaria la implementación de otras fuentes de generación energética como las granjas solares o eólicas que son viables dado el emplazamiento geográfico de la ciudad sobre el mar con buena incidencia del ángulo del sol.

3.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector Energía

En base a la adopción de una nueva Ley nacional de Energía basada en tecnologías sostenibles y de emisión cero, las tecnologías existentes que serían de interés se basan en fomentar la independencia energética nacional proveyendo también de cierta autonomía a cada región a fin de aumentar la resiliencia ante eventos extremos. En este marco, el Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables (PANDER) establece la instalación de centrales hidroeléctricas y fotovoltaicas, ampliación del servicio eléctrico, transición de los sistemas aislados del uso de combustibles fósiles a renovables. Se establece como meta el año 2025 para alcanzar el 55% de energías renovables. Mientras que la región continental puede ser abastecida con la producción hidroeléctrica, las islas deberán ser abastecida por **centrales fotovoltaicas o de otras fuentes renovables**.

3.1.1. Energía Hidroeléctrica

Partiendo de las premisas establecidas en la mencionada ley, y del aprovechamiento de las condiciones regionales, se ha **seleccionado como primera opción tecnológica** el desarrollo del potencial hidroeléctrico que se basa en el uso de metodologías ya empleadas, que aseguran resultados sumamente predecibles como ser los 200MW extra que aportará la central de Sendje.

No obstante, a pesar de considerarse una tecnología de emisiones cero al momento del estar en funcionamiento, la ampliación de **infraestructura hidroeléctrica** conlleva emisiones asociadas a la cadena de producción y aprovisionamiento del equipamiento necesarios, como ser la importación de turbinas, transformadores, etc., así como las emisiones asociadas a las obras de construcción de las nuevas instalaciones. En este sentido, el IPCC afirma que la energía hidroeléctrica tiene una intensidad media de emisión de GEI de 24 gCO₂-eq/kWh, es decir, los gramos de dióxido de carbono equivalente por kilovatio-hora de electricidad generada asignados a lo largo de su ciclo de vida (Ubierna y col, 2022)⁶. La evaluación de las emisiones de GEI ligadas a cada proyecto permitiría la implementación de medidas de mitigación de estas directamente ligadas a cada proyecto, lo que simplificaría el posterior proceso de evaluación de balance neto.

El actual potencial hidroeléctrico del río Wele, para la electrificación de toda la Región Continental del país está basado en la generación eléctrica a partir de las represas de Djibloho inaugurada en 2012 con una inversión de 240 millones de dólares y potencia de 120 MW. A esta se sumará la presa de Sendje en el mismo río Wele, la cual está en construcción y tendrá una potencia de 200MW cuando se finalice su construcción. Esta obra ha implicado el uso de alrededor de 55.0 mil m³ de concreto en todas las estructuras principales y unas 1100 toneladas de equipamiento gracias a un crédito de 122 millones de euros del Banco de Desarrollo de los Estados del África Central (Guinea Infomarket, 2020⁷).

En paralelo, para la electrificación de toda la isla de Bioko la forma y acondicionamiento de los centros hidroeléctricos de Musola (0.4-0.5 MW), Riaba (3.8 MW), encabezan las acciones para la transición a energías con bajas emisiones de GEI.

Durante los talleres, se planteó la apuesta por las opciones de energías renovables para las islas remotas del país (Annobón, Corisco y otras). En la región insular, el potencial de demanda es de aproximadamente 80MW, esto sirve para la estimación de la implementación de fuentes de energías renovables, en pequeñas centrales o parques solares fotovoltaicos; distribuidos de manera tal, que se acerque la generación eléctrica, a los puntos de consumo final de esa energía, brindando las energías renovables, un potencial idóneo para ello (PANDER⁸). El parque solar de Annobon con una potencia de 5MW es un ejemplo de nuevas tecnologías empleadas por el país para abastecimiento de demanda insular.

La implementación de estas tecnologías renovables permitirá el remplazo de centrales térmicas y eliminación de las emisiones que actualmente son necesarias para la generación de más de 250MW a partir de: la Central Térmica del puerto de Bata 24MW, Central Térmica de apoyo San Joaquín de Bata 2MW, Central eléctrica "TURBO-GAS" 154MW de

⁶ Ubierna y col, 2022

⁷ Guinea Infomarket, 2020

⁸ PANDER

la región insular, Central Térmica Diesel de apoyo de Semu 7MW, Central Eléctrica Diesel de Sipopo 22MW cercana a Malabo y muchas instalaciones menores de generadores.

Dado el condicionamiento geográfico, será necesaria la implementación de diferentes medidas en paralelo. Las zonas metropolitanas en el continente podrán estar abastecidas por la red hidroeléctrica basada en Djibloho y Sendje. Las zonas aisladas se beneficiarían de planes de independencia energética basada en energía fotovoltaica. La región insular presenta una situación semejante, en la que los centros urbanos son abastecidos por un sistema de distribución eléctrica que requiere el reemplazo de los generadores por granjas fotovoltaicas, mientras que las regiones aisladas requieren sistemas que abastecimientos fotovoltaicos de pequeña escala.

3.1.2. Energía Solar

Según los datos del **Proyecto de Radiación Solar** (www.soda-is.com⁹), en África Central, la radiación media diaria más baja oscila entre unos 4 kWh/día/m² (bosque húmedo) y más de 8kWh (desierto seco de Chad). Es por ello que la implementación del uso de energía fotovoltaica resulta de especial interés en las regiones aisladas donde la red de suministro eléctrico no puede llegar a los usuarios.

Estas acciones contribuirán a la eliminación del 21% de las emisiones del sector energético ocasionadas por la quema de combustibles. Por otra parte, las emisiones fugitivas del sector de petróleo y gas natural se originarían mayormente en los campos de extracción, siendo el de Alba el de gas, de mayor superficie y el de Zafiro Ceiba y Okume las mayores superficies de petróleo. Un análisis identifica la quema del exceso de gas como una fuente importante de emisiones (Masnadi y col, 2018¹⁰). Según este estudio, la proporción estimada de las emisiones de flaring es del 22 %, sin embargo la técnica de gas venting contribuye en mayor medida ya que se libera CH₄ con mayor CO₂eq. El mismo estudio indica que al menos 18 gigatoneladas métricas (Gt) CO₂eq. (~12 Gt como CO₂ y ~6 Gt como CH₄) podrían salvarse a lo largo del siglo mitigando emisiones del sector petrolero a través de recursos sabios opciones y prácticas mejoradas de gestión de gas. Un escenario de reducción de emisiones fugitivas establece las emisiones fugitivas y de ventilación en 0,2 g CO₂eq./MJ. Casos sin la quema de rutina (moderada y extrema) tienen IC promedio ponderado por volumen global reducido de 10,3 (actual global) a 8,7 y 8,3 gCO₂ eq./MJ.

Si bien las tecnologías de utilización de gas modulares a pequeña escala se han desarrollado en los últimos años, lo que aumenta el potencial para usar volúmenes más pequeños de gas asociado a la explotación petrolera, todavía puede ser un desafío económico utilizar este gas asociado. Mucho depende del costo de compra del gas asociado y del valor del producto final. Las pequeñas plantas modulares de generación de electricidad, las plantas modulares de gas natural licuado móviles, los sistemas integrados de gas natural comprimido y las mini plantas modulares de conversión de gas en líquido operadas a distancia pueden ser, en las circunstancias adecuadas, alternativas económicamente viables a la quema según indica el Banco mundial en su artículo Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR, 2022¹¹) donde proveen 14 soluciones técnicas.

Integrando esta información se desprenden como opciones de mitigación la implementación del uso de fuentes renovable de energía, principalmente, el aprovechamiento hidroeléctrico del río Wele para la región continental mientras que otras energías como la solar o la eólica podrían ser implementadas en las islas a fin de sustituir las centrales térmicas.

4. Priorización de tecnologías para el sector Industrias y Productos IPPU

En el sector, las principales fuentes de emisiones de GEI están representadas por las actividades de producción de cemento, el uso de gases refrigerantes y la producción de metanol a partir de gas natural.

⁹ www.soda-is.com

¹⁰ Masnadi y col, 2018

¹¹ GGFR, 2022

Las últimas estimaciones de emisión de estas actividades no incluyen información sobre los volúmenes que aportaría la industria del cemento. Se consideró que es una industria importante dado la reciente inversión nacional en infraestructura de carreteras y edificios estatales que requiere el uso de materiales de construcción. En este sentido se han detectado dos fases de la producción que pueden permitir la reducción de emisiones de GEI. Las adiciones de materias primas alternativas para reducir el clinker en el cemento (aditivos como las puzolanas, los granos finos de limo, los materiales de desecho y los productos industriales intermedios) que requiere la quema de combustibles para lograr altas temperaturas en los hornos de producción. Además, se puede intervenir en una segunda fase de producción de cemento a fin de lograr una reducción de emisiones de polvo de horno cementero mediante el uso sistemas de mangas filtrantes en el horno de Clinker para captación de material particulado, a fin de optimizar el uso de materias primas.

También se seleccionó la producción de metanol a partir de gas natural, que según los datos disponibles (Primera Comunicación Nacional¹²) produce emisiones de CO₂ en volúmenes comparables al sector energético, de transporte o de producción de petróleo.

Por otra parte, las temperaturas cálidas persistentes en el país fomentan el uso de equipos refrigerantes para diversos fines, lo que aumenta el riesgo de fugas de gases HFC de alto potencial de calentamiento atmosférico. Tampoco se disponen de estadísticas del sector, pero dado que se ha difundido el uso de sistemas de refrigeración, el comité ha considerado este sector como un potencial contribuyente de GEI a priorizar.

4.1. IPPU subsector de la industria de cemento

A fin de realizar una evaluación asertiva de los niveles de GEI emitidos, sería necesario disponer al menos de los datos de cuanto cemento produce cada fábrica. Estos datos permitirían estimar los niveles de emisiones de GEI en base a medias globales de procesos similares de producción de cemento.

Aproximadamente 2.000M euro anuales se dedican a gasto público, principalmente inversión pública en construcción: edificación y obra civil. Según la información disponible, la construcción es la actividad económica que ha mostrado mayor dinamismo (con una contribución al PIB en torno al 3%). Se trata del principal componente del sector secundario, que representa el 84,6% del total). Se están construyendo edificios gubernamentales y sedes de empresas. Se urbanizan nuevas ciudades: Oyala, Malabo² y 3. Hay demanda de viviendas sociales, servicios de salud básicos, instalaciones educativas y deportivas, y apartamentos. Algunas empresas ya presentes en el mercado son: Bouygues (FR), Arab Contractors (Egipto), Cigesa (local) e YCCGE.

Esta actividad ha aumentado la demanda de los materiales de construcción, en Guinea no había producción de ningún tipo, por lo que todas las constructoras que operan en el país tienen dificultades en el abastecimiento de estos productos. Por ello, las ventajas fiscales a la inversión privada han hecho posible la implantación de una fábrica de cemento del grupo Evita a fin de abastecer mercados nacionales, subregionales (área CEMAC) e internacionales, África del Oeste y área CE CPLP. Con la puesta en marcha de esta unidad industrial, Guinea Ecuatorial sería el primer productor de cemento cola de la subregión, con estándares de calidad europeos, debido a la pureza de su materia prima. La fábrica consta de tres plantas o secciones robotizadas, según los estándares tecnológicos mundiales y tiene una capacidad de producción de 15 toneladas por hora. Su principal material es la piedra caliza y arena, que se encuentra en todo el territorio nacional, así como el cemento Portland, que fabrica la empresa Abayak, también nacional.

En general se estima que la producción de cemento de forma estándar tiene un rango de emisión de CO₂ de 10:9, es decir que por cada kilogramo producido se emiten 900 gramos de CO₂¹³. La principal componente generadora de emisiones se encuentra en el proceso de calcinación de la piedra caliza contribuyendo en un 60% de las emisiones totales.

Por otra parte, la quema de combustible para el proceso mencionado y para la formación de clinker contribuye con el 40% restante. De esta forma se desprende que el uso de combustibles más eficientes contribuye de manera significativa a la reducción de emisiones. Dado que los hornos de cemento trabajan a 1500C, casi cualquier material puede ser usado como combustible. En consecuencia, los costes y emisiones ligadas al transporte de combustible pueden ser minimizados con el uso de materiales locales como residuos urbanos.

Integrando las estimaciones de emisión 10:9 mencionadas y las capacidades de producción de 15 tn/h de la fábrica, se puede estimar una emisión de unas 13,5tn CO₂/h

¹² Primera Comunicación Nacional

¹³ Hendricks y col. (2004)

A fin de encaminarse a la reducción de emisiones en el sector no es suficiente el reemplazo de combustibles, ya que todo combustible conllevaría cierto grado de emisiones. Es necesario abordar todo el proceso en su conjunto integrando diferentes soluciones en cada paso. Como se ha indicado, el proceso de producción de cemento en sí mismo, implica producción de gran cantidad de calor de alguna forma para lograr las temperaturas de los hornos. Esto conlleva una limitante tecnológica inevitable en el contexto actual.

Opciones de tecnologías de mitigación, potencial de mitigación y otros beneficios

Se propone como opción tecnológica de mitigación la reducción de la proporción de Clinker usado en la producción de cemento mediante el aumento de adiciones de materias primas alternativas en el cemento. La producción de Clinker dentro de la industria cementera es lo que genera, en mayor parte, las emisiones de dióxido de carbono provenientes de las reacciones químicas que ocurren en los hornos (piedra caliza más calor genera cal viva y dióxido de carbono) (Sanjuán, 2014¹⁴).

En esta medida se propone la reducción de producción y utilización de Clinker en la producción de cemento mediante el aumento de la calidad del Clinker (aumento del porcentaje de silicato tricálcico). El Clinker puede ser mezclado con una amplia variedad de materiales, incluyendo puzolanas, granos finos de limo, materiales de desecho y productos industriales intermedios para la producción de cemento (European Cement Association, CEMBUREAU 2020¹⁵). Esta medida consiste en optimizar la combinación de las materias primas para obtener y usar un clinker en la producción de cemento con una ratio de 0.7 Clinker-Aditivos. Esta ratio puede ir disminuyendo a largo plazo para reducir aún más el uso del Clinker para producir cemento, pero esta reducción depende directamente de la calidad del Clinker producido. El Clinker de alta calidad (con alto contenido de silicato tricálcico) permite la utilización de mayor cantidad de aditivos durante el proceso de producción de cemento. También se propone la reducción de emisiones de polvo de horno cementero de los hornos mediante el uso sistemas de mangas filtrantes en el horno de Clinker.

El polvo de horno cementero es un polvo que se produce durante la producción de Clinker en los hornos. No solamente es considerado un gas de efecto invernadero, sino que también, al ser un material particulado con contenido de carbono y otros minerales, es considerado como nocivo para la salud del ser humano (Hanle et al., 2006¹⁶; OMS, 1986¹⁷).

Esta medida consiste en la reducción de emisiones de polvo de horno cementero de los hornos de producción de Clinker mediante el uso de equipos de captación de material particulado (sistemas de mangas filtrantes) y reintroducirlo al horno para la producción del Clinker (proceso de reciclaje interno). Según estudios de emisiones de CO₂ para la producción de clinker realizados por Parakana y col (2019¹⁸), las emisiones de CO₂ para cemento pozzolana son 20% inferiores a las del portland ordinario.

Dado que actualmente no se dispone de la información necesaria para estimar el potencial de mitigación, es necesario aplicar un nivel metodológico estimativo y prever actualizar los datos a fin de conocer la cantidad de Clinker producido en el país a fin de poder definir un plan concreto de sustitución que permita suponer los parámetros de cálculo de emisiones en el nuevo escenario.

4.2. Subsector de la industria de refrigeración (IPCC 2F1)

Reducción del consumo de los hidrofluorocarbonos (HFC) de alto PCA

El principal mercado de los HFC es el sector de refrigeración y aire acondicionado. Limitar la importación y, por tanto, el uso de determinados gases refrigerantes para usar otros con menor PCA es un proceso al que poco a poco todas las

¹⁴ Sanjuán (2014)

¹⁵ European Cement Association, 2020

¹⁶ Hanle et al., 2006

¹⁷ OMS, 1986

¹⁸ Parakana y col 2019

instalaciones que los usan pueden ir adecuándose. Sería necesario, además de una revisión y potencial ajuste de la legislación para imponer esas restricciones de importación, un análisis de la tecnología actualmente disponible en el país para conocer que gases refrigerantes alternativos son viables con la tecnología actual o, si, por el contrario, sería necesario un cambio tecnológico masivo (máquinas de refrigeración, no solo los gases refrigerantes). Actualmente el potencial de mitigación no puede ser estimado debido a la falta de información actualizada. Sin embargo, las condiciones climáticas del país indicarían un elevado potencial. Es necesario determinar los porcentajes objetivo en base a la información de importación de HFCs que se obtenga con colaboración del servicio de aduanas.

Opciones de tecnologías de mitigación, potencial de mitigación y otros beneficios

El Informe técnico sobre alternativas a los HFCs en refrigeración comercial en España MITECO (2016)¹⁹ hace un análisis por tecnologías alternativas tales como CO₂ transcrito, CO₂ en cascada y sistemas bombeados con glicol de las principales variables del estudio: costes de inversión, eficiencia energética y emisiones directas e indirectas. Este informe indica que el sistema CO₂ en cascada es 20% más eficiente que los sistemas bombeados con glicol en formato de 500-1500 m². Además, tiene menores costes de inversión y menores emisiones totales de GEIs.

Para los sistemas con glicol bombeado hay que destacar que algunas cadenas que han reportado instalaciones con este sistema, los usuarios indican que los resultados en eficiencia están siendo buenos, aunque no han aportado datos al respecto.

Respecto de la tecnología CO₂ transcrito no se ha podido valorar debidamente el incremento en el consumo energético que produce en la temporada estival. Según los datos reportados para formatos de hipermercados parece que dan buenos resultados en términos de eficiencia energética.

La diferencia de eficiencia en refrigeración no solo impacta en la posible sustitución de los HFCs por CO₂, sino que también permitiría una reducción en la demanda energética resultando en un efecto de adición de beneficios a la hora de reducir las emisiones de GEI.

5. Priorización de tecnologías para el sector AFOLU

En Guinea Ecuatorial el Sector Agricultura es el mayor emisor de CO₂, aportando casi 10000Gg CO₂ anuales. Dentro de la ENCC se encuentran dos lineamientos estratégicos relacionados con este sector: 1) Promover la reducción de las emisiones de metano (CH₄), procedentes de los sectores desechos y agrícola, y su aprovechamiento para iniciativas energéticas. 2) Promover la reducción de las emisiones de óxido nitroso (N₂O) procedentes del sector agricultura.

El Sector Agricultura es uno de los pilares fundamentales de la economía Guinea Ecuatorial, siendo la tercera actividad que más aporta al Producto Interno Bruto, PIB, del país, de acuerdo a datos del Banco Central de Guinea Ecuatorial, el sector representó el 2% del PIB en el año 2019²⁰. El solamente el 3 % del territorio nacional es utilizado con fines agropecuarios, estimándose pocas pero crecientes explotaciones agropecuarias en el país. La agricultura está ligada directamente a una prioridad como es la seguridad alimentaria y vinculada a objetivos de producción a nivel nacional, siendo también una importante fuente de empleos y potenciadora de la reducción de la pobreza. En el marco de cambio climático, el Sector Agricultura tiene un papel como fuente de emisiones y al mismo tiempo es afectado por los efectos del cambio climático, por lo que se pueden crear sinergias para enfrentar estas dos situaciones. El sector además presenta también relaciones de mitigación con otros sectores como ser Bosque, Recursos Hídricos y Energía. Adicionalmente el sector forma parte del área Alimentos, Salud y Biotecnología, considerada como prioritaria en el desarrollo tecnológico e innovación de Guinea Ecuatorial.

¹⁹ Informe técnico sobre alternativas a los HFCs 2016

²⁰ Primera Comunicación a la CMNU sobre Cambio Climático 2019

Según las temáticas desarrolladas en los talleres, se han resaltado las acciones que el gobierno lleva adelante para el mejoramiento del manejo y planificación del desarrollo del sector.

- ▲ Fomento de una política basada en la ordenación y clasificación de tierras, mediante catastros.
- ▲ Implementación de la Estrategia de Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques (REDD+).
- ▲ Convertir a Guinea Ecuatorial en un país de referencia en concepto de agricultura climáticamente inteligente para las zonas tropicales con los objetivos de garantizar la seguridad alimentaria, diversificar la economía nacional, limitar las emisiones de metano y óxido nitroso, así como favorecer la captación de carbono.
- ▲ Puesta en marcha de Acciones Nacionales de Adaptación y Mitigación (NAMA's) para acompañar a la estrategia REDD+.
- ▲ Construcción de ciudades ecológicamente sostenibles con nuevos mecanismos de energía domiciliar, trazados con muchos espacios verdes y con un enfoque óptimo para la gestión de residuos.
- ▲ Implementación de la Estrategia Nacional y Plan de Acción sobre la conservación de la Diversidad Biológica (ENPADIB) y reforzar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) con la incorporación al Programa de Reservas de la Biosfera de la UNESCO,
- ▲ Creación de dos Observatorios de nivel mundial, como:
 - ▲ Un Observatorio de Cambio Global de la alta montaña tropical asociado a la iniciativa internacional de investigación y cambio climático GLOCHAMORE (Global Change in Mountain Regions) en el Lago Loreto (sur de la isla de Bioko).
 - ▲ Un observatorio de Monzón en África Ecuatorial, en Monte Alen (Región Continental)

La agricultura y la pesca conjuntamente alcanzan a sumar el 2,2% del PIB, en contraste con el dominio por la producción petrolera.

Según Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2019)²¹, el cacao y el café que fueron los principales productos de exportación en la época de la colonia, actualmente su producción es muy baja. Apenas unas 1000 t de cacao en la isla de Bioko, que el Estado compra a precios subvencionados, y una cantidad simbólica de café en la zona continental. La agricultura de auto subsistencia se ha transformado en la forma dominante debido al enfoque de casi la totalidad de la inversión económica en el sector petrolero, pero no permite hacer frente a la demanda urbana, ahora satisfecha por las importaciones. La producción de alimentos se centra en el cultivo de plátanos, yuca, cocoyam (o malanga), ñame patatas, plátanos, frutos secos, y aceite de palma. Las frutas y hortalizas se encuentran altamente sub-explotadas. Sólo entre el 10 y el 20% de las producciones alimenticias las comercializan los ecuatoguineanos. La oferta nacional de productos alimenticios sólo satisface entre el 20 y el 30% del consumo nacional total (arroz, maíz, tubérculos, cacahuete).

Una parte importante de las necesidades alimenticias en frutas y hortalizas proviene del exterior, principalmente de Camerún, al no existir apenas explotaciones agropecuarias organizadas. Las causas de este subdesarrollo de la agricultura están relacionadas con la competencia de otros sectores por los factores de producción (mal holandés, típico de las economías petroleras), el alto coste de los insumos o la falta de incentivos públicos entre otros.

Se requiere un plan de acción basado en la seguridad alimentaria a fin de aumentar la resiliencia del país frente al cambio climático. Es por esto que existen diversos planes (PNSA, PNI-REDD+) que incluyen actividades de revitalización del sector. La misma situación se observa en el desarrollo de la ganadería, que se ha visto obstaculizado por la abundancia de epidemias y plagas, la falta de equipamiento en el sector y la baja tasa de reproducción del ganado. Su contribución al PIB es casi insignificante y la mayor parte de la carne se importa.

La producción y exportación de madera en forma de troncos bajaron de manera significativa y progresiva, con la política de saneamiento y conservación de los recursos aplicada por el Estado. Sólo cinco empresas realizan una primera transformación de la madera sobre veinticinco contabilizadas.

²¹ Primera Comunicación Nacional a la CMNU sobre Cambio Climático

5.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector AFOLU

Los datos disponibles en la Primera Comunicación Nacional de Guinea Ecuatorial (2019)²² señalan a este sector como un importante emisor de CO₂ con 9969 Gg de CO₂ anuales. De ser una estimación apropiada las emisiones de este sector, a pesar de estar compensadas por la remoción forestal de CO₂, superaría ampliamente a los otros sectores. Es por ello, que sería aconsejable la implementación de concientización sobre técnicas adecuadas de uso de tierras que maximicen la retención de CO₂. Sin embargo, dada la retracción de la producción agraria del país, se supone una disminución de las emisiones de GEI de forma proporcional. No se cuentan con datos concluyentes pero la situación actual presenta una oportunidad para la implementación del proyecto “Apoyo a la Formulación del Plan Nacional de Ordenación Territorial de Guinea Ecuatorial” financiado por la FAO que han lanzado la FAO junto con el gobierno nacional a fin de contribuir a la formulación de un plan de ordenamiento territorial con enfoque integrado y sostenible. De esta forma, se debería observar una expansión organizada de la actividad que optimice la producción fomentando la producción diversificada, priorizando la producción local y las economías circulares que minimizan las emisiones de GEI.

En cuanto al uso de los bosques nativos, Guinea Ecuatorial inició en 2012 su proceso de preparación para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal, más la gestión sostenible de los bosques y la conservación y mejora de las reservas de carbono (REDD+). Asimismo, el país forma parte de la Iniciativa para los Bosques de África Central, que tiene como objetivo reconocer y preservar el valor de los bosques del África central para mitigar el cambio climático, reducir la pobreza y contribuir al desarrollo sostenible.

Existe incertidumbre en la información de base lo cual no permite identificar claramente los problemas y oportunidades, en consecuencia, también falta inventario nacional fuerte que permita una evaluación completa y precisa de las emisiones del sector. De todas formas, ha es claro que la importancia del sector agrícola (cultivos y ganadería) en las emisiones y economía del país es muy limitada. En este sentido, se plantea la necesidad de aclarar cuál va a ser el desarrollo futuro del sector y aprovechar la situación como una oportunidad a fin de planificar la dinámica agrícola a futuro. Esto se logrará en base a la armonización de iniciativas, actualización de la legislación y mejora del monitoreo para lograr un marco habilitante que permita el desarrollo bajo en carbono del sector.

La información disponible indica que, de los más de 2,8 millones de has que tiene el país solo el 8% es superficie de cultivo siendo el resto bosque. El uso es principalmente para abastecimiento familiar, no estando tecnificado y no usándose fertilizantes y siendo itinerante, lo cual apuntaría a la posibilidad de que el suelo no se encuentre altamente degradado.

Según las estadísticas nacionales, la producción de alimentos (ganaderos y cultivos) es insignificante. Por ello, se plantea como oportunidad la elaboración de un plan de desarrollo sostenible aprovechando la baja degradación del suelo como punto de partida para la planificación basada en evitar el uso de agroquímicos a fin de cultivar productos ecológicos de alto valor de mercado. Existen diversos planes (PNSA, PNI-REDD+) que incluyen actividades de revitalización del sector.

5.2. Potencial de mitigación y otros beneficios para el sector AFOLU

Manejo sostenible de cultivos leñosos

El incentivo a la producción de cultivos leñosos para la exportación a través de un proceso de producción sostenible, incluyendo el adecuado tratamiento de los residuos del procesado de los cultivos, teniendo en cuenta toda la cadena de valor del producto se plantea como una oportunidad de fijación de carbono en las nuevas plantaciones. Esto permitirá la reducción de emisiones y de contaminación de aguas que ocurrirían por mal manejo agrícola.

A su vez, el aumento de diversificación económica por el desarrollo agrícola resultará en nuevas fuentes de ingresos para los agricultores.

²² Primera Comunicación Nacional a la CMNU sobre Cambio Climático

Buenas prácticas de cultivo en explotaciones familiares

La mejora de las prácticas de cultivo de los pequeños productores para optimizar la producción agrícola, las condiciones de vida y reducir las emisiones directas e indirectas del cultivo, incidirá directamente sobre la resiliencia de la producción frente al cambio climático a través de variedades más adaptables y resistentes a las plagas. Se contribuirá a la conservación de la productividad del terreno a través de la diversificación de los cultivos y la introducción de un sistema de rotación (cereal/legumbre/barbecho). Reducción de la contaminación de los suelos y de problemas de salud derivados del mal uso de agroquímicos. Mayor seguridad alimentaria gracias al aumento de la producción y su mayor resiliencia.

Promoción de la agroforestería en explotaciones familiares

Tiene como objetivo apoyar prácticas de cultivo mixtas que incluyan especies leñosas de alto porte que aporten beneficios adicionales a los pequeños agricultores y sombra para el ganado. Contribuirá a la diversificación de las fuentes de ingreso y productos de los agricultores. Fijación de carbono en los árboles plantados, a la mayor adaptabilidad de la producción a los efectos del incremento de las temperaturas, y a promover el asentamiento de las comunidades rurales reduciendo la actual agricultura itinerante de tala y quema.

Desarrollo del sector ganadero con un enfoque sostenible

Tiene como objetivo Aumentar la producción ganadera nacional a través de nuevas prácticas sostenibles que no generen una presión sobre los bosques y ecosistemas. Contribuirá a la Mejora de la seguridad alimentaria y alimentación de la población. Incremento de las opciones de desarrollo económico de las zonas rurales, evitando la migración a las ciudades. Lograr un incremento de la disponibilidad de alimentos sin generar una presión a los bosques.

Gestión integral sostenible de los bosques

Tiene como objetivo Promover una gestión forestal sostenible que permita la conservación de los bosques y la obtención de beneficios económicos y ecosistémicos para las poblaciones dependientes de ellos. Contribuirá a la Conservación e incremento de los depósitos de carbono en los bosques existentes. Reducción de las emisiones debidas a la degradación de los bosques. Captura de carbono por el incremento del área forestal a través de reforestaciones. Reducir las emisiones debidas a los incendios forestales.

Promoción de una explotación maderera sostenible

Tiene como objetivo Desarrollar una industria maderera en el país que asegure la explotación sostenible de los recursos, teniendo en cuenta toda la cadena de valor del producto. Contribuirá a Evitar las emisiones por deforestación debida a la explotación maderera, asegurando la recuperación de los depósitos de carbono forestal. Mejorar los procesos de la cadena de valor de la madera, favoreciendo la creación de empleos y la exportación de productos semiprocesados. Reducción de las emisiones y presión sobre los bosques por el uso energético de los residuos del procesado de la madera.

Gestión integral del territorio y lucha contra la deforestación

Tiene como objetivo Desarrollar planes de gestión integral del territorio que permitan un desarrollo sostenible y luchen contra la deforestación y degradación de las tierras. Contribuirá a la Conservación y mejora de los depósitos de carbono evitando emisiones y aumentando la absorción de CO₂. Reducción de la deforestación y sus emisiones asociadas. Mejora de la protección de aguas y ecosistemas, así como reducción de los efectos de la erosión y contaminación de suelos y acuíferos. Desarrollo de mecanismos de resiliencia urbana ante los efectos del cambio climático.

Gestión sostenible de Áreas Naturales Protegidas

Tiene como objetivo Promover un nuevo paradigma de gestión sostenible de las Áreas Naturales Protegidas que permita su conservación y el desarrollo sostenible de las poblaciones que dependen de ellas. Contribuirá a la Conservación y

mejora de los depósitos de carbono evitando emisiones y aumentando la absorción de CO₂. Reducción de las emisiones por deforestación y degradación forestal debida a la tala ilegal en las Áreas Naturales Protegidas. Protección de los ecosistemas y biodiversidad. Mejora de las condiciones de vida de las poblaciones cercanas a las Áreas Naturales Protegidas gracias al uso racional de los beneficios ecosistémicos.

Gestión sostenible de zonas costeras

Tiene como objetivo la Protección de las zonas costeras como medida de protección de los ecosistemas y ante los efectos del cambio climático. Contribuirá a Evitar emisiones debidas a la deforestación de manglares. Protección costera frente a los efectos de las tormentas. Protección de los ecosistemas y la biodiversidad.

6. Priorización de tecnologías para el sector Residuos

Las actividades que generan emisiones dentro del Sector Residuos se clasifican en: Eliminación de residuos sólidos, Tratamiento biológico de los residuos sólidos, Incineración e incineración abierta de residuos, Tratamiento y eliminación de aguas residuales.

Las emisiones de CH₄ procedentes de los sitios de eliminación de residuos sólidos (SEDS) son la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Residuos. Las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales pueden ser importantes también. La incineración y la incineración abierta de residuos que contienen carbono fósil, p. ej., los plásticos, son las más importantes fuentes de emisiones de CO₂ del sector Residuos. Es importante mencionar que todas las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la conversión de residuos en energía, donde el material de desecho se usa directamente como combustible o se convierte en combustible, deben estimarse y declararse dentro del sector Energía.

En base a la información disponible, entre ella varios análisis sectoriales llevados a cabo para la actualización del inventario nacional de emisiones, donde cabe mencionar se han identificado espacios potenciales de mejora, el sector Residuos tiene una contribución pequeña en términos de emisiones al total nacional. No obstante, es un sector con múltiples posibilidades para plantear tecnologías/acciones que permiten reducir emisiones GEI.

6.1. Emisiones GEI y tecnologías existentes en el sector Residuos

Según la información disponible, los distritos de Bata y Malabo producen conjuntamente una media mensual de más de 50 mil toneladas de residuos, mientras que los demás distritos producen conjuntamente diez veces menos. La quema de los residuos a cielo abierto es la practica actualmente utilizada, lo cual produce emisiones de GEI que no se encuentran monitoreadas. Las emisiones procedentes de la quema a cielo abierto se clasifican como contaminantes orgánicos persistentes, así como las que son cancerígenas, mutagénicas, causan trastornos inmunológicos y de desarrollo y pueden dar lugar a anomalías en la reproducción.

Dado que la población del país no alcanza el millón y medio de habitantes, la selección de tecnologías de gestión de residuos se presenta como una potencial solución a problemáticas económicas y ecológicas, más que una reducción significativa de GEI a nivel global, ya que la contribución nacional sería de 0,1% del total global.

En este marco, las tecnologías existentes con potencial aplicabilidad son principalmente el compostaje y reciclado. Junto con la construcción de plantas de incineración controlada, las opciones contempladas como económicamente viables. La tecnología de Planta de Incineración Controlada (PIC) aparte de ser importante para la mitigación de las emisiones de GEI, también es muy importante para la adaptación al reducir el grado de vulnerabilidad de la población frente a las amenazas sobre la salud. De igual forma, se ha propuesto el tratamiento de residuos líquidos mediante la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales y humedales construidos.

6.2. Opciones de tecnologías de mitigación, potencial de mitigación y otros beneficios

La tecnología propuesta se basa en cuatro puntos comenzando por: la mejora de la gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios bien gestionados.

El objetivo de esta es la segregación de los diferentes tipos de residuos sólidos urbanos; Reducir la quema a cielo abierto y el depósito no controlado de residuos para que éstos sean tratados en rellenos sanitarios con captación y aprovechamiento energético del biogás generado; y Promover separación y reciclaje de materiales. Para ello, se desprenden las siguientes subacciones de la NDC relacionada:

- ▲ Eliminar la quema a cielo abierto de residuos urbanos
- ▲ Construcción de vertederos sanitarios y sostenibles tecnológicamente
- ▲ Aprovechamiento energético de biogás en rellenos sanitarios con alta producción de biogás
- ▲ Aprovechamiento energético de biogás en rellenos con baja producción de biogás
- ▲ Reducción de la contaminación mediante sistemas de retirada y transporte de los residuos sólidos eficiente
- ▲ Aplicación de tasas a las empresas por la producción y gestión de los residuos generados
- ▲ Formalización empresarial de recicladores
- ▲ Alianzas público-privadas para fortalecimiento

Este plan de acción presentaría como contribución la mejora de la calidad del aire por reducción de la quema abierta de residuos y posibilitaría el aprovechamiento energético de una fuente de energía renovable (biogás) así como la mejora de los suelos y aguas subterráneas al reducir los lixiviados. Además, posibilita el establecimiento de mercados alternativos para el reciclaje de materiales y mejora de la salud humana y de los ecosistemas

El segundo punto proponer la mejora de la gestión y tratamiento de los residuos sólidos industriales mediante la promoción del reciclaje de materiales valorizables y su depósito final en rellenos de seguridad.

El objetivo de este es mejorar la recogida y segregación de los diferentes tipos de residuos sólidos industriales, especiales y/o peligrosos. Para ello se plantea reducir la cantidad de residuos industriales que son quemados o depositados sin control dada la toxicidad de este tipo de residuos. Este cambio de proceso permitirá a su vez promover separación y reciclaje de materiales.

Las sub-acciones de la NDC relacionadas implican:

- ▲ Optimización de la gestión de los residuos especiales y peligrosos (pilas, baterías, residuos sanitarios, combustibles quemados, etc.).
- ▲ Establecimiento de un Programa Nacional de Desguace de viejos vehículos y remplazamiento por otros más modernos.
- ▲ Reducción de la contaminación mediante sistemas de retirada y transporte de los residuos sólidos eficiente.
- ▲ Aplicación de tasas a las empresas por la producción y gestión de los residuos generados
- ▲ Formalización empresarial de recicladores.
- ▲ Alianzas público-privadas para fortalecimiento de mercados estratégicos de residuos valorizables.
- ▲ La contribución de esta propuesta será la consecuente reducción de emisiones de CH₄ y de subproductos de mala combustión lo que redundará en la mejora de la calidad del aire y de los suelos y aguas subterráneas por reducción los lixiviados. Todo esto conlleva a la mejora de la salud humana y de los ecosistemas.

Al mismo tiempo, se crea la posibilidad de establecer mercados alternativos para el reciclaje de materiales fomentando el desarrollo de nuevas actividades económicas.

7. Resumen y Conclusiones

En el contexto de la mitigación al cambio climático es necesario que los países adopten diversas medidas que permitan la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas nace de la necesidad de transferir tecnologías apropiadas para la mitigación del cambio climático a los países en vías de desarrollo. Para Guinea Ecuatorial el proceso ENT está enmarcado en una serie de políticas nacionales de desarrollo y cambio climático, teniendo la Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (Estrategia de Largo Plazo para el Desarrollo Sostenible) (AGE-H2035) como el instrumento rector de la planificación nacional. Se consideran también el Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+, 2020) y específicamente en el tema de cambio climático el Plan de Acción Nacional de Adaptación PANA (2013).

Es así como considerando la planificación nacional y las emisiones de gases de efecto invernadero que ha tenido el país, se han priorizado **dos sectores para el proceso ENT**. El **Sector Energía** como mayor emisor de CO₂ y considerado como el sector con un mayor crecimiento futuro en emisiones y el **Sector de la producción y exportación de petróleo y gas**, importante pilar de la economía nacional, siendo un emisor de CH₄ y CO₂ comparable a la producción de energía.

El proceso ENT, se ha estructurado dentro la institucionalidad existente de cambio climático basada en los Comités Interinstitucionales, así como grupos de trabajo sectoriales quienes apoyados por el equipo de consultores y bajo la coordinación de la INCOMA de MAGBoMA han trabajado en este proceso. La Evaluación de Necesidades Tecnológicas en su primer paso, se ha desarrollado mediante diferentes consultas con las partes interesadas, incluyendo un taller de lanzamiento, múltiples reuniones bilaterales y talleres sectoriales de trabajo.

Para el Sector Energía se identificaron diferentes tecnologías de mitigación, agrupadas en dos subsectores, tecnologías para la generación de energía hidroeléctrica y tecnologías de alternativas renovables para zonas de difícil conexión a la red hidroeléctrica, siendo la producción fotovoltaica una tecnología que ya se ha comenzado a implementar y que presenta buena perspectiva dado el grado de incidencia de radiación solar que recibe el país.

El listado de las tecnologías identificadas fue depurado en consulta con las partes interesadas, para finalmente analizar un grupo más reducido de tecnologías, procediendo al llenado de fichas para cada una de ellas. Por medio de un taller de trabajo se determinaron los criterios de priorización de las tecnologías, los criterios consideran tanto aspectos tecnológicos, como impactos en desarrollo sostenible e impactos climáticos. A través de un Análisis Multi-Criterio, se realizó una evaluación de las tecnologías para determinar cuáles serían las priorizadas.

Para el Sector Agricultura, la ponderación resultó mucho más baja desde el punto de vista de mitigación. Se realizó el mismo proceso participativo, contando con actores relevantes al sector, identificando las tecnologías relevantes, y evaluándolas por medio del Análisis Multi-Criterio para obtener las tecnologías priorizadas. Las tecnologías priorizadas para mitigación del cambio climático en el sector agricultura se basan en fomentar el crecimiento del sector a fin de efectivizar la seguridad alimentaria nacional en base a agricultura orgánica priorizando las especies leñosas a fin de favorecer la retención de carbono. Las tecnologías priorizadas se consideran acordes a la realidad nacional, teniendo un potencial importante para la mitigación al cambio climático y estando en línea con la planificación de desarrollo nacional.

Es importante resaltar que dado las limitantes de recursos dentro del el proceso ENT **se han priorizado sectores tecnológicos (energía, Industria (metanol y cemento), agricultura y tratamiento de residuos)** con diferente peso en base a los actuales niveles de emisiones netas de GEI que son mucho mayores en los dos primeros; sin embargo, las demás tecnologías evaluadas cuentan con un potencial y son aplicables al país para fines de mitigación del cambio climático y como elementos de desarrollo.

De esta manera las tecnologías en las que se recomienda hacer foco son:

- ▲ Promoción de energías limpias (energías renovables) para la producción de energía eléctrica
- ▲ Sustitución de combustibles por otros menos contaminantes
- ▲ Promoción de iniciativas de mejora de la eficiencia energética en los sectores industrial privado
- ▲ Cambio de tecnología en la producción de metanol a partir de gas natural
- ▲ Mejora de la gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios
- ▲ Promoción del compostaje de los residuos sólidos biodegradables
- ▲ Adiciones de materias primas alternativas en el cemento
- ▲ Promoción de tratamientos centralizados de las aguas residuales domésticas y comerciales

Es así como dentro de los diversos procesos que el país está desarrollando en el tema de cambio climático, como ser el Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de Energías Renovables PANDER y el Programa Nacional para la Seguridad Alimentaria (PNSA), es posible encontrar espacios donde se refleje esta aplicabilidad. Con la priorización de las tecnologías se concluye el primer paso del proceso ENT. Estas tecnologías serán analizadas a mayor profundidad en los siguientes pasos del proceso ENT, siguiendo una segunda etapa de análisis de barreras y entornos habilitantes y visualizando el resultado final de contar con Planes de Acción Tecnológicos para el país.

Referencias

Ubierna, M., Santos, C. D., & Mercier-Blais, S. (2022). Water Security and Climate Change: Hydropower Reservoir Greenhouse Gas Emissions. In *Water Security Under Climate Change* (pp. 69-94). Springer, Singapore.

Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (Estrategia de Largo Plazo para el Desarrollo Sostenible) (AGE-H2035)

Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional (CPDN) (MPMA, 2015)

CEMBUREA (2020) https://cembureau.eu/media/iffd23bq/cembureau_cementslowcarboneurope.pdf

Datos Banco Mundial, 2018. Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) Sub-Saharan Africa. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?locations=ZG>

Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero en Guinea Ecuatorial, sector energía. Faustina Anda Esono. (MAGBOMA Octubre 2021)

Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+, 2020)

Primera Comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PNC-GE) (MAGBA, 2019)

Estrategia Nacional REDD+ (EN- REDD+) (MAGBOMA, 2018)

Programa Nacional para la Seguridad Alimentaria (PNSA, 2012)

Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Deforestación y degradación de tierras en Guinea Ecuatorial (PAN-LCD). (2015)

Masnadi, M. S., El-Houjeiri, H. M., Schunack, D., Li, Y., Englander, J. G., Badahdah, A. & Brandt, A. R. (2018). Global carbon intensity of crude oil production. *Science*, 361(6405), 851-853.

Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR,2022). <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/technical-solutions>

Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica (ENPADIB). (MPMA, 2005)

Nueva Alianza para el Desarrollo de África (NEPAD) (Regional)

Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) horizonte 2020. (MPDE, 2007)

Plan Nacional para el Desarrollo Económico y Social (PNDES) al Horizonte 2030,

GuineaInfomarket 2020. BDEAC y Guinea Ecuatorial firman un acuerdo de préstamo de 80 mil millones de FCFA para la financiación de la central hidroeléctrica Sendje. <https://www.guineainfomarket.com/africa-central/2020/07/02/la-central-hidroelectrica-sendje-de-guinea-ecuatorial-recibe-un-impulso-financiero/>

Inventario de GEL, Guinea Ecuatorial 2013.

Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (AGE-H2035), Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional (CPDN), Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+) y Primera Comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PCN-GE)

Prakasan, S., Palaniappan, S., & Gettu, R. (2020). Study of energy use and CO2 emissions in the manufacturing of clinker and cement. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 101(1), 221-232.

Plan de Acción Nacional de Adaptación PANA (2013) de Guinea Ecuatorial.

Informe: Análisis de Prioridades Sectoriales” (OIKO, 2021)

Programa País (CP) de Guinea Ecuatorial.

INDC, NAPA, las Comunicaciones Nacionales al UNFCCC, el PNSA, la Estrategia REDD Nacional, Plan de Inversión Nacional REDD y el Plan de Acción de la República de Guinea Ecuatorial para la Mitigación de Emisiones (PAMEGE) de CO2 de la Aviación Internacional.

Agenda Guinea Ecuatorial 2035 (AGE-H2035), Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional (CPDN), Plan Nacional de Inversión REDD+ (PNI-REDD+) y Primera Comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PCN-GE)

Informe técnico sobre alternativas a los HFCs en refrigeración comercial en España (2016)
https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/informe-alternativas-hfcs-refrigeracion-comercial_tcm30-178979.pdf

Hendriks, C. A., Worrell, E., Jager, D. De, Blok, K., & Riemer, P. (2004) (n.d.). Emission Reduction of Greenhouse Gases from the Cement Industry, 1–11

Anexo A: El equipo de la ENT

El involucramiento de actores para el proceso de ENT se ha realizado como parte de un marco amplio de procesos participativos llevados a cabo en el país. Las partes interesadas se han incluido en el proceso mediante diferentes métodos de consulta y participación.

El Ministerio de Agricultura, ganadería, Bosques y Medioambiente (MAGBOMA) es la Autoridad Nacional Designada (AND) para el proceso ENT y se encuentra a cargo de la validación del cometido de consultoría teniendo el rol de grupo impulsor del mismo. La ejecución del proceso de facilitación de este trabajo estuvo a cargo del Instituto Nacional de Conservación del Medio Ambiente (INCOMA), en consorcio con OIKO.

En el país, bajo el liderazgo de MAGBOMA, y con una plataforma participativa liderada por el INCOMA, se realizaron varios procesos de planificación estratégica; paralelos al desarrollo del proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT).

El comité ENT quedó constituido por:

MIEMBROS DEL COMITÉ ENT

Nº	Nombre y Apellidos	Institución/Cargo	Responsabilidad
01	Gabriel Ngua Ayecaba	El Director General de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente MAGBOMA	Presidente del Comité ENT
02	Antonio Micha Ondo	El Director de INCOMA	Secretario Técnico del Comité ENT
03	Pedro Malavo Nsene	Punto Focal Cambio Climático	Miembro del Comité ENT
04	Disosdado Obiang Mbomio Nfono	Director General de Guardería y repoblación forestal	Miembro del Comité ENT
05	Antonio Nathanael Owono	Ministerio de Industria	Miembro del Comité ENT
06	Leoncio Mba Okue Abogo	Ministerio de Pesca y Recursos Hídricos	Miembro del Comité ENT
07	José Juan Ndong Tomo	Sector Agrícola / Director General	Miembro del Comité ENT
08	Maria Isabel Ebere Obama,	Ministerio de Transportes	Miembro del Comité ENT
09	Antonio María Asumu Nfumu	Ministerio de Minas e Hidrocarburos	Miembro del Comité ENT
10	Nicanor Ela Ncogo,	SEGESA (Empresa Eléctica)	Miembro del Comité ENT
11	Pablo Esono Esono Nchama	Sector Bosque / Director General	Miembro del Comité ENT
12	Federico Ngui Nguema	Sector Residuos / Director General	Miembro del Comité ENT
13	Faustino Anda Esono	Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial (UNGE)	Miembro del Comité ENT
14	Rigoberto Esono Anvene	ANDEGE (ONG)	Miembro del Comité ENT

El equipo de INCOMA estaba compuesto por trabaja conjuntamente con los consultores internacionales para facilitar el proceso ENT localmente. Del equipo nacional de la ENT (INCOMA), los expertos que participaron a lo largo del proceso ENT fueron:


EL EQUIPO DE INCOMA

N°	Nombre y Apellidos	Responsabilidad
	Antonio Micha Ondo	Director de INCOMA y Experto en Residuos
	Salvador Micha Ondo	Experto en Energía
	Cristóbal Ondo Bidang	Experto en AFOLU
	Robustiano Román Ndong Bidang	Técnico
	Domingo Celestino Engonga Nfumu	Técnico
	Raúl Divino Ngomo	Técnico
	Beltrán Serapio Mesie Mañana	Técnico
	Diego Bokara B.	Técnico
	Marcos Ngomo	Técnico


Paralelamente el consorcio OIKO INCOMA puso a disposición del estudio un equipo de profesionales internacional que facilitó y organizó los talleres a lo largo del proceso de la ENT:

EL EQUIPO INTERNACIONAL

N°	Nombre y Apellidos	Responsabilidad
	Miguel Trillo (OIKO)	Líder de Equipo y Experto en Adaptación
	José Ramírez (Kairos Climate Impulse)	Experto en Mitigación de los sectores Energía, IPPU y AFOLU
	Juan José Rincón (CC Atelier)	Experto en Mitigación y AFOLU
	Leónidas Osvaldo Girardin (Fundación Bariloche)	Experto en la Implementación de Procesos de la ENT
	Anna Monserrat (OIKO)	Project Manager



Carrer Can Verí, 1 · 07001 · Palma de Mallorca · Spain



+34 971 72 56 66



administration@oikologica.com



www.oikologica.com