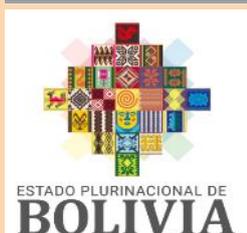


# PROPUESTA Y APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA ADECUADA DE MODELAMIENTO DE PROYECCIONES GEI SECTOR ENERGIA

para ICAT-Bolivia

Proyecto: "DESARROLLO DE UN SISTEMA MRV  
Y SU PROSPECTIVA DE GEI PARA EL SECTOR  
ENERGÍA EN EL MARCO DE LAS METAS EN LAS  
CND DE BOLIVIA" Fase 1





## Initiative for Climate Action Transparency - ICAT

# PROPUESTA Y APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA ADECUADA DE MODELAMIENTO DE PROYECCIONES GEI SECTOR ENERGIA para ICAT-Bolivia

Entregable #9-Producto I

## AUTHORS

Freddy Arsenio Marce Ramos

**COORDINADOR NACIONAL DEL PROYECTO PAÍS – ICAT**

Rosa Patricia Quispe Perca

**ASOCIADO NACIONAL DE APOYO PROYECTO PAÍS – ICAT**

Date: 29/11/2024

## DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of Bolivia. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of Bolivia and ICAT as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of the Bolivia.

## PREPARED UNDER

The Initiative for Climate Action Transparency (ICAT), supported by Austria, Canada, Germany, Italy, the Children's Investment Fund Foundation and the Climate Works Foundation.

Supported by:



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS).



## Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3	METODOLOGIA.....	4
3.1	REVISION DE BIBLIOGRAFIA.....	4
3.2	APLICACIÓN DE GUIAS.....	4
4	HERRAMIENTAS DE MODELACION PARA PROYECCIONES GEI.....	5
4.1	GACMO (Modelo de Costos de Reducción de Gases de Efecto Invernadero).....	7
4.2	LEAP (Plataforma de Análisis de Bajas Emisiones).....	9
4.3	CAAT (Herramienta para la Agregación de Acciones Climáticas).....	10
4.4	MITICA (Herramienta de inventario de medidas de mitigación para la acción climática integrada).....	12
5	HERRAMIENTA PROPUESTA PARA LA MODELACION DE PROYECCIONES GEI.....	14
5.1	COMPARACION DE HERRAMIENTAS AL CONTEXTO NACIONAL.....	14
5.2	SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ADECUADA.....	17
6	PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA GACMO.....	20
7	CONCLUSIONES.....	23
8	BIBLIOGRAFÍA.....	24
9	ANEXOS.....	26
9.1	ANEXO 1 ENLACE HERRAMIENTA GACMO.....	26
9.2	ANEXO 2 FORMULARIO PARA EL ACCESO AL SOFTWARE MITICA.....	27



# Índice de figuras

*Figura 1. Enfoques de modelación. Fuente: (Wartmann, Sheldon, & Watterson, 2021) ..... 5*  
*Figura 2. Factores a considerar para la selección de un modelo. Fuente: (Wartmann, Sheldon, & Watterson, 2021)..... 17*

# Índice de tablas

<i>Tabla 1. Descripción categorías de herramientas para proyección de GEI. Fuente: Elaboración en base a (Wartmann, Sheldon, &amp; Watterson, 2021), 2024.....</i>	7
<i>Tabla 2. Datos necesarios para GACMO y la fuente de información probable, Fuente: Elaboración propia, 2024.....</i>	8
<i>Tabla 3. Detalle evaluación de objetivos Herramienta CAAT, Fuente: En base a la Guía de Usuario CAAT, 2023.....</i>	10
<i>Tabla 4. Información requerida Herramienta CAAT. Fuente: En base a la Guía de Usuario CAAT, 2023.....</i>	12
<i>Tabla 5. Información requerida Herramienta MITICA. Fuente: En base a la Guía de Usuario MITICA, 2023.....</i>	12
<i>Tabla 6. Análisis comparativo de herramientas de proyección de emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia, 2024.....</i>	16
<i>Tabla 7. Preguntas para la selección de herramienta de modelación. Fuente: Elaboración propia en base a (Wartmann, Sheldon, &amp; Watterson, 2021).....</i>	19
<i>Tabla 8. Pasos a seguir considerados para el uso de la herramienta GACMO. Fuente: Elaboración Propia, 2024.....</i>	21
<i>Tabla 9. Comparación opciones de mitigación de la herramienta GACMO y metas del sector Energía CND. Fuente: Elaboración Propia, 2024.....</i>	22



## ACRÓNIMOS

**AETN:** Autoridad de Fiscalización de Energía y Tecnología Nuclear

**AP:** Acuerdo de París

**APMT:** Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra

**BCB:** Banco Central de Bolivia

**CDE:** Comisión de Desarrollo Energético

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

**CND:** Contribuciones Nacionalmente Determinadas

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**IBT:** Informe Bienal de Transparencia

**ICAT:** Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática

**INE:** Instituto Nacional de Estadística

**IPCC:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

**MHE:** Ministerio de Hidrocarburos y Energía

**MMaYA:** Ministerio de Medio Ambiente y Agua

**MPD:** Modalidades, procedimientos y directrices del marco para la transparencia de las medidas y el apoyo a los que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París, recogidas en la decisión 18/CMA.1 y su anexo

**MRV:** Monitoreo, Reporte y Verificación

**MTR:** Marco de Transparencia Reforzado

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

**ONG:** Organización No Gubernamental

**PAM:** Políticas y Medidas que reducen las emisiones de GEI

**PIB:** Producto Interno Bruto

**TDR:** Términos de Referencia

**SIN:** Sistema Interconectado Nacional

**SMTCC:** Sistema Plurinacional de Información y Monitoreo Integral de la Madre Tierra

**VEER:** Viceministerio de Electricidad y Energías Renovables

**VPDE:** Viceministerio de Planificación y Desarrollo Energético

**YPFB:** Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

**VMEA:** Viceministerio de Energías Alternativas

**VMEER:** Viceministerio de Electricidad y Energías Renovables

**WAM:** Escenario con medidas adicionales

**WEM:** Escenario con medidas

**WOM:** Escenario sin medidas

# 1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los avances del proyecto: “Desarrollo de un sistema MRV y su prospectiva de GEI para el sector Energía en el marco de las metas en las CND de Bolivia” Fase 1, se ha realizado la evaluación del marco sectorial MRV para el sector Energía (Documento C) en comparación con países de LAC, desarrollando una estructura de MRV con dos subsistemas, el Subsistema Inventario GEI y el Subsistema de del Seguimiento de la CND y las acciones de mitigación del Sector Energía (Documento D), los mismos que se encuentran vinculados a la línea de la estructura principal del MRV propuesto para el sector Energía y detallados en sus componentes principales para su implementación (Documento E).

Se definieron los indicadores de seguimiento para las metas del sector Energía propuestas en la CND (Documento H), a partir de los mismos se busca implementar las condiciones de cálculo el seguimiento de las medidas de mitigación propuestas en dichas metas.

Las herramientas de modelamiento son un recurso ya establecido y aplicadas por varios países, estas son elaboradas desde la misma CMNUCC, apoyada por instituciones relacionadas con acciones climáticas y de reducción de emisiones de GEI, estas herramientas difieren en las características del procesamiento y uso de los datos, base para realizar el cálculo de las proyecciones correspondientes que mejor se adecuen a los niveles de información del contexto nacional y a las fuentes de seguimiento de las mismas para su respectivo uso. Se analizan las siguientes herramientas para su uso posterior en el desarrollo de las proyecciones en el país para el sector Energía:

GACMO (Greenhouse Gas Abatement Cost Model) En español Modelo de Costos de Reducción de Gases de Efecto Invernadero, es una herramienta de proyección de emisiones de gases de efecto invernadero desarrollada durante más de veinte años por el Centro del Clima de Copenhague del PNUMA. Basada en Excel, permite usar los resultados y los datos del Balance Energético Nacional BEN para realizar las proyecciones de GEI, estimar la reducción asociada a diversas acciones de mitigación.

CAAT (Climate Action Aggregation Tool) En español Herramienta para la Agregación de Acciones Climáticas, es una herramienta para definir y evaluar el alcance de los impactos de las acciones de mitigación, compilar datos de actores no estatales y subnacionales para la contabilidad y realizar análisis en varios niveles de complejidad en un archivo Excel fácil de usar y habilitado para macros.

LEAP (Low Emissions Analysis Platform) En español Plataforma de Análisis de Bajas Emisiones, es una herramienta para análisis de políticas energéticas y evaluación de acciones de mitigación desarrollado por el Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo, es una herramienta de modelación integrada para trazar el consumo, producción y recursos de extracción con respecto a energía en todos los sectores de una economía.



MITICA (Mitigation-Inventory Tool for Integrated Climate Action) En español Herramienta de inventario de medidas de mitigación para la acción climática integrada. Es una herramienta para el desarrollo de escenarios de mitigación hasta 2050 para todos los sectores de IPCC (Energía, IPPU, Residuos, AFOLU) basados en datos de inventarios de GEI.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar la propuesta y aplicación de la herramienta adecuada para la modelación de proyecciones GEI del sector Energía

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar las herramientas de modelación que más se ajusten al contexto nacional del sector energía
- Definir la propuesta de la herramienta más adecuada para la modelación de proyecciones de GEI
- Establecer los pasos y procedimientos para la realización de una prueba piloto

## 3 METODOLOGIA

Para la elaboración del presente documento se usaron las siguientes metodologías para la recopilación de información y planteamiento de las propuestas establecidas mencionadas y detalladas en los puntos siguientes.

### 3.1 REVISION DE BIBLIOGRAFIA

Análisis y desglose de los datos proporcionados por las guías, manuales y documentación respecto a las herramientas de modelación para el desarrollo y cálculo de las proyecciones de GEI, desarrolladas desde la iniciativa de la CMNUCC y también por instituciones que tienen los mismos objetivos sobre acciones climáticas en contra del Cambio Climático.

### 3.2 APLICACIÓN DE GUIAS

#### Decisión 18/CMA.1

La decisión 18/CMA.1, establece las Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París (MPD).

Especialmente se toma en cuenta a la sección III de la decisión 18/CMA.1, *Información necesaria para hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París*, en esta sección existen 7 incisos de las cuales se hace énfasis en el siguiente para el desarrollo de proyecciones de GEI:

F. Proyecciones de las emisiones y la absorción de gases de efecto invernadero. En este inciso se detallan los puntos a tomar en cuenta para el cumplimiento de la comunicación de las proyecciones, donde se establece la obligatoriedad de presentar una proyección “con medidas” y la opción de presentación de proyecciones “con medidas adicionales” y “sin medidas”, así como los tiempos a considerar, descripciones y la relación de dichas metas con la CND.

# 4 HERRAMIENTAS DE MODELACION PARA PROYECCIONES GEI

La preparación de proyecciones de GEI puede resultar compleja de acuerdo a los datos y entendimiento técnico de todas las variables involucradas de acuerdo a los escenarios planteados, no existe una metodología o herramientas estandarizada que permitan el cálculo de proyecciones de GEI. Sin embargo, hay varias herramientas disponibles para su uso de acuerdo a la capacidad de datos con lo que se pueda contar. (Wartmann, Sheldon, & Watterson, 2021)

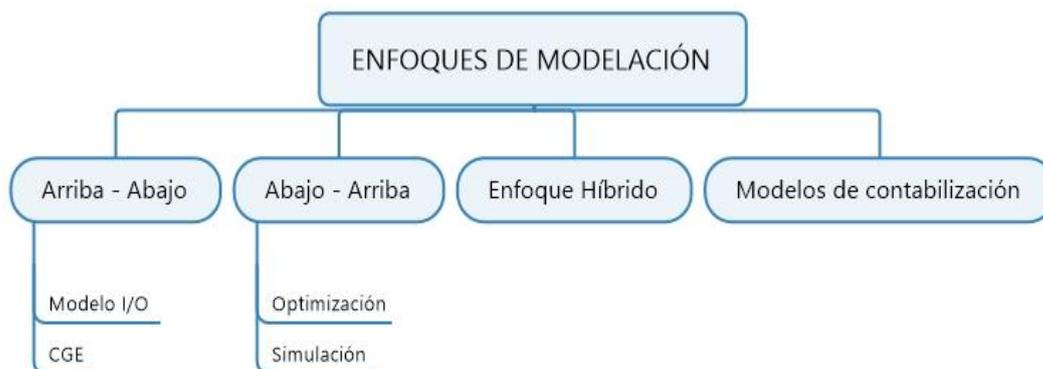


Figura 1. Enfoques de modelación. Fuente: (WARTMANN, SHELDON, & WATTERSON, 2021)

De acuerdo a la figura anterior se presentan las siguientes categorías de herramientas y su descripción:

CATEGORIA	TIPO	DESCRIPCION	EJEMPLOS
Arriba hacia Abajo (Top-down)	Modelos de entrada y salida (Input/Output Models)	Modelo de análisis macroeconómico basado en las interdependencias entre sectores económicos o industrias, donde los datos de salida de un sector industrial pueden ser usados como datos de entrada de otro sector.  Estos modelos son complejos y requieren un conjunto de datos completo, así como experiencia extensiva de los sectores involucrados.	IOTA REMI

	Modelos de Equilibrio General Computable (Computable General Equilibrium Models)	<p>Modelo numérico de gran escala que simula las interacciones del núcleo económico. Usa datos de la estructura económica mediante un set de ecuaciones basadas en teoría económica para estimar los efectos de las políticas en la economía.</p> <p>Estos modelos son complejos y consumen mucho tiempo de cálculo, requieren un conjunto de datos completo y experiencia en temas económicos y a su vez en el manejo del mismo modelo.</p>	EPPA
Abajo hacia Arriba (Bottom-up)	Modelos de optimización	<p>Modelo desarrollado para tener opciones "óptimas" para lograr una cierta meta o metas, como ser: costos menores, reducción de emisiones u otros. Puede ser descrito como un modelo prescriptivo, que busca generar el plan que mejor satisfaga el criterio de decisión establecido.</p> <p>Estos modelos requieren una descripción muy detallada de los sistemas actuales y una gran cantidad de datos al respecto.</p>	MARKAL/ TIMES
	Simulación analítica	<p>Modelos que buscan la simulación y prever el comportamiento de un sistema bajo ciertas condiciones, si un plan específico es adoptado. Considera modelos de escenario para demostrar diferentes opciones y permitir al usuario compararlos.</p> <p>Estos modelos son menos complejos que los modelos I/O, funcionan mejor con evaluaciones de corto y mediano plazo.</p>	POLES
Enfoques híbridos	-	<p>No hacen referencia a modelos específicos. El enfoque es la combinación de dos modelos previamente descritos, algo que es particularmente útil en los posibles pasos para alta descarbonización y objetivos a largo plazo.</p> <p>Estos modelos requieren datos en función a la combinación de los enfoques, en la mayoría pueden volverse complejos.</p>	CAAT MITICA

Modelos de contabilización		Modelos con frecuencia menos complejos y que requieren menor conjunto de datos que los otros modelos. Ofrecen un fácil punto de partida para países con menos experiencia en el uso de modelos. Cuentan con un amplio rango de herramientas en las cuales no es necesario experiencia previa, así también cuentan con acciones de mitigación preestablecidas.	LEAP GACMO
----------------------------	--	---	---------------

*Tabla 1. Descripción categorías de herramientas para proyección de GEI. Fuente: Elaboración en base a (WARTMANN, SHELDON, & WATTERSON, 2021), 2024*

De acuerdo a las descripciones anteriores de las herramientas de modelación propuestas a nivel internacional para las proyecciones de emisiones de GEI, se plantea la comparación de las siguientes herramientas:

- a) GACMO
- b) LEAP
- c) CAAT
- d) MITICA

## 4.1 GACMO (Modelo de Costos de Reducción de Gases de Efecto Invernadero)

GACMO es una herramienta de proyección de emisiones de gases de efecto invernadero desarrollada durante más de veinte años por el Centro del Clima de Copenhague del PNUMA.

La herramienta permite a los países llevar a cabo evaluaciones rápidas pero precisas sobre como la variedad de opciones de mitigación impactan en las emisiones de GEI. Es usada para calcular las reducciones de emisiones de GEI resultado de acciones específicas de mitigación y para establecer escenarios de mitigación comparados con un escenario de línea base (BAU). La herramienta puede establecer el soporte para expertos técnicos y tomadores de decisión para evaluar y entender los impactos de las acciones de mitigación sobre emisiones de GEI. (Desgain, Kerimray, & Ipsen, 2023).

Los datos principales requeridos por la herramienta son aquellos del Balance de Energía del año específico (considerados como el año de inicio), que son los datos de la energía sectorial consumida de combustibles fósiles y electricidad de un país, así como las emisiones para los otros sectores no energéticos del mismo año. Desde estos datos GACMO estima las emisiones de CO<sub>2</sub> del combustible consumido y resume las emisiones del año inicial. Entonces aplica factores de crecimiento de cada sector, para así realizar la proyección de las emisiones de GEI para construir un escenario de referencia (también llamado escenario de línea base o BAU), que incluye cálculos para los años 2025, 2030, 2035 y/o 2050.

Esta herramienta cuenta con 119 opciones de mitigación para diferentes sectores. Estas opciones

de mitigación están organizadas en 24 categorías de actividades, tales como agricultura, energía de biomasa, eficiencia energética en hogares, forestal, así como, energía geotérmica, hidroeléctrica, solar y eólica entre otras.

Una vez que las opciones de mitigación de interés han sido seleccionadas, la herramienta calcula las emisiones base con los factores de crecimiento y establece un escenario de mitigación hacia los años de análisis.

En resumen, se necesitan los siguientes datos:

- Datos básicos sobre el país, como población, PIB, tasas de crecimiento;
- Supuestos clave, como factores de emisión, precios de energía, valores caloríficos de combustibles, etc.;
- Datos del balance de energía en el año de inicio, como producción, consumo de combustibles fósiles y electricidad del país;
- Datos de las emisiones de GEI para los sectores no energéticos clave en el año de inicio, como agricultura, forestal, residuos, procesos industriales y emisiones fugitivas;
- Factores de crecimiento sobre los periodos específicos para diferentes sectores;
- El número de unidades de cada opción de mitigación que penetran en los años de análisis;
- Parámetros técnicos y económicos de la tecnología u opción de mitigación.

Los datos anteriores se pueden establecer a partir de la información proporcionada por las entidades que se detallan en la siguiente tabla:

DATO	POSIBLES FUENTES DE INFORMACION
Datos de población	INE
PIB	INE
Tipo de cambio moneda nacional a dólar	BCB
Precios combustibles primarios	MHE
Precios combustibles derivados	YPFB, ANH
Precio electricidad e información de la red	AETN, CNDC
Datos de consumo por tipo de combustibles	VPDE (BEN)
Consumo de energía eléctrica	AETN, CNDC
Producción de energía eléctrica (Consumo de combustibles fósiles)	YPFB, CNDC
Producción de energía eléctrica (Por fuentes de energía renovable)	VMEER, CNDC
Tasas de crecimiento	INE, MHE

*Tabla 2. Datos necesarios para GACMO y la fuente de información probable, Fuente: Elaboración propia, 2024*

La herramienta se enmarca bien para el conjunto de datos relacionados al BEN, datos con los que cuenta el MHE, así también los datos poblacionales y económicos se pueden encontrar en los cuadros estadísticos del INE.

## 4.2 LEAP (Plataforma de Análisis de Bajas Emisiones)

Es un software ampliamente usado para políticas energéticas, mitigación del cambio climático y reducción de la contaminación del aire, desarrollado por el Instituto Ambiental de Estocolmo (Stockholm Environment Institute), ha sido adoptado por varios países a nivel mundial.

LEAP no es un modelo para un sistema energético en particular, sino que es una herramienta para crear modelos de diferentes sistemas energéticos, donde cada uno requiere su estructura de datos única, la herramienta soporta un amplio rango de metodologías de modelos diferentes para la evaluación de las acciones y políticas de mitigación correspondientes.

Los requerimientos de datos se detallan a continuación:

- Datos demográficos, referentes a población, tasas de urbanización, tamaños promedio de hogares.
- Datos macroeconómicos, como el PIB.
- Datos generales de Energía, balances energéticos actuales y pasados con el detalle de consumo y producción por sector, documentos que describan las políticas y planes nacionales de energía y evaluación de mitigación de GEI.
- Datos de precios de combustibles, precios actuales e históricos de los principales combustibles y también de electricidad, si es posible segmentados por sectores, también datos referentes a la elasticidad de la demanda energética respecto a precios y niveles de ingreso.
- Pronósticos de demanda, relacionados a energía basados en intensidad y niveles de actividad.
- Datos de suministro de energía, como la generación de electricidad, refinación de petróleo y otros sectores de transformación y conversión de combustibles.
- Datos de extracción por sectores, relacionados a extracción de combustibles primarios y también se considera las energías renovables.
- Factores de emisión por sector energético, se recomienda usar un nivel 1 como una primera instancia de cálculo.
- Fuentes y sumideros de GEI, el software cuenta con una base de datos denominada EDGAR, que estima las fuentes y sumideros de GEI que no forman parte del sector Energía, sin embargo, si se tienen datos más precisos se pueden usar los mismos.
- Características de combustibles, descripción y propiedades de los combustibles utilizados y consumidos en el país, se debe considerar las características propias del país si se tienen datos, sino utilizar propiedades generales de bibliografía.

La cantidad del conjunto de datos requerido para realizar la modelación de las proyecciones es alta, por lo que su uso es complejo para un inicio en temas de proyecciones.

### 4.3 CAAT (Herramienta para la Agregación de Acciones Climáticas)

La herramienta es de fácil acceso, basado en Excel que permite a los usuarios identificar, cuantificar y agregar el impacto de acciones no estatales y/o subnacionales y a su vez integrar el impacto estimado en los objetivos de mitigación, sus proyecciones y escenarios.

El análisis se basa en lo siguiente:

- Definición del objetivo de evaluación y el límite de evaluación.
- Acciones no estatales y subnacionales con datos específicos del tipo de acción, objetivos y alcances de emisiones.
- Escenarios de emisiones nacionales y sectoriales.
- Supuestos sobrepuestos, que se aborda sobre el potencial y grado de impacto entre las acciones no estatales y subnacionales.

Entre los pasos más importantes para el modelaje se observa que la herramienta cuenta con la entrada para la selección del tipo de evaluación de los objetivos, las 3 opciones se definen a continuación:

OBJETIVOS	EVALUACION	INFORMACION REQUERIDA
Entender el escenario de esfuerzo no estatal y subnacional.	Se evalúa los tipos y magnitudes de las acciones no estatales y subnacionales en un país, región o ciudad. No se cuantifican los impactos en emisiones de GEI.	Como mínimo, la información de las acciones no estatales y subnacionales en el país, región o ciudad son requeridos, incluyendo las metas de GEI o relacionados a electricidad. No es necesaria la información de emisiones.
Determinar los impactos esperados combinados de todas las acciones no estatales y subnacionales.	Desarrolla un análisis de escenario del objetivo anterior, cuantifica el potencial de impactos combinado de todas las acciones no estatales y subnacionales introducidas en un país, región o ciudad. Esta evaluación también contabiliza superpuestos entre acciones.	En adición a lo anterior, es necesaria la información de algunas emisiones de los actores (línea base, inventario de emisiones del año). Información de las emisiones para un escenario de referencia son requeridas. Además, emisiones por sector para los años inicial y final de evaluación.
Determinar la contribución de las acciones no estatales y subnacionales para alcanzar los objetivos de cambio climático a corto, medio y largo plazo.	Desarrolla un escenario y realiza un análisis de agregación bottom-up, entre los dos objetivos anteriores, así también, determina el potencial de impactos combinado de las acciones no estatales y subnacionales en referencia a la CND.	En adición de lo anterior, información relacionada a emisiones al menos de un escenario diferente es requerida.

Tabla 3. Detalle evaluación de objetivos Herramienta CAAT, Fuente: En base a la Guía de Usuario CAAT, 2023

Posteriormente se realiza la clasificación de los sectores, actores, acciones, tipo de objetivos, alcance de las emisiones, periodo de evaluación, factor de emisión por electricidad, el detalle de los datos requeridos se muestra a continuación:

TIPO DE DATO	OPCIONES	DESCRIPCION
Sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sector transversal</li> <li>• Electricidad y calor (Suministro de energía)</li> <li>• Transporte (Energía)</li> <li>• Edificios (Energía)</li> <li>• Industria (Energía y procesos)</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Residuos</li> <li>• Uso de tierras, cambio en el uso y forestal (UTCUTS)</li> <li>• Otros</li> </ul>	Se puede seleccionar el total de los sectores o definir un sector en específico, con respecto a la opción de sector transversal se considera en caso de no poder definir una acción solo en un sector.
Tipo de actor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> <li>• Empresas</li> <li>• Servicios de Energía eléctrica</li> <li>• Inversionistas, organizaciones de la sociedad civil y otros</li> <li>• Ciudades</li> <li>• Estados, provincias y regiones</li> </ul>	Se debe seleccionar el tipo de actor que lleva a cabo la acción de acuerdo a las especificaciones de la medida.
Tipo de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambos</li> <li>• Objetivos de emisiones GEI</li> <li>• Objetivos relacionados a electricidad</li> </ul>	Los objetivos de emisiones de GEI se refieren a la reducción porcentual de las emisiones, los objetivos relacionados a electricidad se refieren a la reducción porcentual en emisiones por electricidad asociados a la reducción del consumo de combustibles fósiles, uso de energía renovable y otros relacionados.
Alcance de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambos</li> <li>• Alcance 1</li> <li>• Alcance 2</li> </ul>	<p>Alcance 1. Las emisiones de alcance 1 (directas) son aquellas que se producen en fuentes que son propiedad de una empresa o están controladas por ella.</p> <p>Alcance 2. Las emisiones de alcance 2 son las indirectas resultantes del uso de electricidad, calor o vapor que se compran.</p>
Periodo de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Año de inicio</li> <li>• Año final</li> </ul>	Por defecto se define el rango entre 2015 y 2050, pero se pueden generar otros rangos

Factor de emisión por electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Año de inicio</li> <li>• Año final</li> <li>• Factor de emisión en el año de inicio</li> <li>• Factor de emisión en el año final</li> </ul>	Se debe introducir datos referentes al factor de emisión relacionado a producción de energía eléctrica en los años de evaluación, este factor tiene como unidades tCO <sub>2</sub> e/MWh.
------------------------------------	--	---

Tabla 4. Información requerida Herramienta CAAT. Fuente: En base a la Guía de Usuario CAAT, 2023

Si bien la herramienta hace mención a acciones de entidades no estatales y subnacionales, los datos para el seguimiento de las acciones de mitigación relacionados a las metas del sector energía se pueden ajustar a los lineamientos necesarios para el uso de esta herramienta.

## 4.4 MITICA (Herramienta de inventario de medidas de mitigación para la acción climática integrada)

Es una herramienta para el desarrollo de escenarios de mitigación hasta 2050 para todos los sectores de IPCC (Energía, IPPU, Residuos, AFOLU) basados en datos de inventarios de GEI. Se trata de una aplicación de escritorio, que permite la creación de escenarios sin necesidad de internet de alta velocidad. Es un modelo integrado de arriba hacia abajo. Estimado en las categorías IPCC siguiendo un enfoque de modelización integrado que es específico a nivel sectorial.

Apoyado por la CMNUCC, MITICA tiene como objetivo apoyar a los países para la implementación de sistemas y herramientas para participar bajo el Marco de Transparencia Reforzado.

Los escenarios con los que trabaja son:

- WOM: Escenario Sin Medidas, similar a un escenario de línea base (Business as-Usual)
- WEM: Escenario Con Medidas Existentes
- WAM: Escenario Con Medidas Adicionales

La información que se necesita es:

INFORMACIÓN	EXIGENCIA
Emisiones de GEI por categoría IPCC a partir del inventario, del IPCC software o de archivos Excel	Obligatoria
Información sobre índices y datos macroeconómicos, históricos y proyectados	Obligatoria
Información detallada de carácter sectorial, históricos y proyectados	Opcional

Tabla 5. Información requerida Herramienta MITICA. Fuente: En base a la Guía de Usuario MITICA, 2023

Parámetros que toma en cuenta para el modelado:

- Escenario Sin Medidas (WOM) estimado a través de técnicas estadísticas innovadoras (métodos de aprendizaje automático basados en la regresión) que definen automáticamente modelos nacionales específicos según las categorías de IPCC basadas en series temporales (input data).

- Utiliza Python
- Más de 60 políticas y acciones de mitigación (PAM) predefinidas con parámetros por defecto, que necesitan ser seleccionadas por los usuarios.
- El Escenario con Medidas Existentes (WEM) y el Escenario con Medidas Adicionales (WAM) se pueden diseñar fácilmente por los usuarios seleccionando las PAM por escenario.

Resultados que se obtienen:

- Escenarios WOM, WEM, y WAM para el seguimiento de la CND.
- Clasificar las PAM por magnitud.
- Se detalla la información para los reportes sobre proyecciones y acciones de Mitigación en tablas de CTF.

# 5 HERRAMIENTA PROPUESTA PARA LA MODELACION DE PROYECCIONES GEI

## 5.1 COMPARACION DE HERRAMIENTAS AL CONTEXTO NACIONAL

Se analizó la estructura, requerimientos de datos, ámbitos de aplicación y la metodología de cada una de las herramientas del capítulo 4 para establecer el mejor método para su posterior uso en la realización de las proyecciones de emisiones GEI para el sector Energía. El análisis comparativo se muestra a continuación:

HERRAMIENTA	CONTEXTO NACIONAL SOBRE LA INFORMACION REQUERIDA	ASPECTOS A FAVOR	ASPECTOS EN CONTRA
<p><b>GACMO</b></p> <p>Archivo Excel</p> <p>Debido al uso de Macros solo es ejecutable en equipos con Sistema operativo Windows</p>	<p>Se pueden conseguir los datos y la información base a partir de las estadísticas nacionales del INE y los datos de consumo de combustibles y electricidad del BEN.</p> <p>Se ajusta bien al nivel de datos con los que cuenta el MHE</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se basa en las metodologías IPCC y MDP para todos los sectores</li> <li>• Permite seleccionar opciones de análisis para evaluar los impactos de las acciones en base a una referencia establecida</li> <li>• Los datos requeridos se encuentran en las plataformas de los ministerios y son de acceso público</li> <li>• Es una herramienta simple y adaptable según las características nacionales para una etapa inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al ser una herramienta que usa Excel, no se puede realizar un trabajo en conjunto en varios lugares, por lo que la información estará concentrada en un solo lugar</li> <li>• Requiere que algunos datos sean ajustados (Unidades sobre consumo de combustibles) para su uso en la herramienta</li> </ul>

<p><b>LEAP</b></p> <p>Software que requiere pocos recursos en memoria y procesador</p>	<p>Parte de la información requerida se puede conseguir de fuentes actuales, sin embargo, existen datos los cuales requieren investigación para su análisis posterior (Pronósticos de demanda por sectores)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta integrada que puede ser instalada y ser administrada por varios usuarios</li> <li>• Cuenta con varias opciones de mitigación para su evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una herramienta compleja de usar al tener opciones múltiples de programación</li> <li>• Se necesitan más datos del sector ajustados a las características del programa</li> <li>• Se necesita una licencia, a pesar de ser gratuita para países en desarrollo, representará que la institución a cargo realice el proceso de actualización cada cierto periodo de tiempo para obtener todos los beneficios del programa.</li> <li>• Requiere que algunos datos sean ajustados (Unidades sobre consumo de combustibles) para su uso en la herramienta</li> </ul>
<p><b>CAAT</b></p> <p>Archivo Excel</p> <p>Debido al uso de Macros solo es ejecutable en equipos con Sistema operativo Windows</p>	<p>Existe información con respecto a acciones no estatales y subnacionales en las plataformas de seguimiento a inversión y proyectos por parte del MHE, asimismo existe información sobre el desarrollo de las metas del sector Energía de la CND.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con 3 escenarios sobre los cuales evaluar las medidas de mitigación propuestas en las metas del sector Energía</li> <li>• Existe mayor capacidad de generar propuestas para las acciones de mitigación del sector Energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al ser una herramienta que usa Excel, no se puede realizar un trabajo en conjunto en varios lugares, por lo que la información estará concentrada en un solo lugar</li> <li>• Es una herramienta más compleja de manejar</li> <li>• Se necesitan más datos del sector y preferentemente evaluar todos los</li> </ul>

			<p>sectores para cotejar los datos de emisiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere que algunos datos sean ajustados (Unidades sobre consumo de combustibles) para su uso en la herramienta</li> </ul>
<p><b>MITICA</b></p> <p>Software que requiere pocos recursos en memoria y procesador, trabaja con archivos mdb, accdb y excel</p>	<p>Se cuenta con datos sobre indicadores económicos, históricos.</p> <p>Solo se cuenta con la información de inventarios de emisiones hasta 2008 actualmente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece modelos estadísticos apoyados con inteligencia artificial</li> <li>• Se enmarca bien para el análisis y evaluación de las metas CND tanto para el sector Energía y los otros sectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita una base de información con respecto a los inventarios de emisiones de GEI</li> <li>• Es una herramienta algo compleja de usar al tener opciones múltiples de programación</li> <li>• Necesita que la institución responsable solicite a la CMNUCC el acceso al programa mediante un formulario de registro.</li> <li>• Requiere que algunos datos sean ajustados (Unidades sobre consumo de combustibles y datos sobre inventarios de emisiones) para su uso en la herramienta</li> </ul>

TABLA 6. Análisis comparativo de herramientas de proyección de emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia, 2024

En la tabla anterior se analizaron dos modelos de contabilidad (GACMO, LEAP) y dos modelos considerados híbridos (CAAT y MITICA), de los cuales se hizo una revisión sobre las ventajas y desventajas de acuerdo a las condiciones actuales de la información y manejo de herramientas de modelación para la proyección de emisiones de GEI, en función a esta tabla de partida se procede a realizar la selección de la herramienta adecuada al contexto nacional en los puntos siguientes.

## 5.2 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ADECUADA

Las herramientas seleccionadas anteriormente cumplen ciertas condiciones a nivel general con la situación actual de flujo de datos con los cuales se iniciará el proceso de implementación del MRV para el sector Energía y su análisis para realizar las proyecciones de emisiones de GEI. A continuación, se hace referencia a las preguntas de la guía de proyecciones y emisiones de GEI (Wartmann, Sheldon, & Watterson, 2021), que ofrecen una guía para la selección de la herramienta a utilizar:

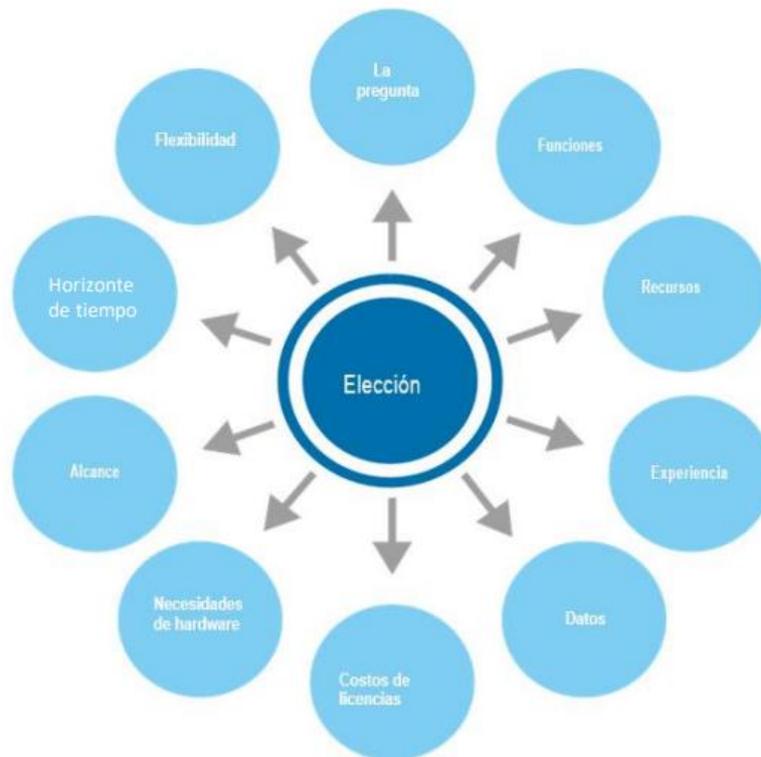


Figura 2. Factores a considerar para la selección de un modelo. Fuente: (WARTMANN, SHELDON, & WATTERSON, 2021)

PREGUNTA	SUGERENCIA	CONTEXTO NACIONAL
¿Cuáles son los impactos de las acciones de mitigación previstas y cuánto costarán?	Todos los tipos de modelos descritos pueden utilizarse para evaluar los impactos de las acciones de mitigación, y casi todos ellos incluyen los costos. A partir de ahí, se pueden realizar evaluaciones del potencial de mitigación del sector.	Las metas 2, 3, 4, 7 y 9, están relacionadas con acciones de mitigación, las demás metas tienen acciones que están más relacionadas a energía eléctrica.
¿Qué impacto tendrán estas acciones de mitigación en el desarrollo económico, por ejemplo,	Los modelos macroeconómicos de arriba abajo son los más adecuados para «proporcionar información sobre las repercusiones económicas y la creación de empleo, teniendo en	Debido a la complejidad de los modelos arriba abajo se observa que no es conveniente iniciar con ese tipo de modelos.

<p>en la creación de empleo?</p>	<p>cuenta las interacciones dentro del sistema «.</p>	
<p>¿Cuál es la ruta más rentable para alcanzar nuestro objetivo?</p>	<p>Los modelos de optimización (por ejemplo, TIMES) se construyen para obtener una ruta «óptima» basada en los criterios seleccionados por el modelador, por ejemplo, la vía más rentable para alcanzar un objetivo de reducción de emisiones.</p>	<p>Debido a la complejidad de los modelos abajo arriba se observa que no es conveniente iniciar con ese tipo de modelos.</p>
<p>¿Cuáles serán nuestras futuras emisiones?</p>	<p>Un modelo de contabilidad podría ser un buen punto de partida para recopilar los datos necesarios para prever la oferta, la demanda y las emisiones de energía en el futuro, y para modelar el impacto probable del crecimiento económico, las energías renovables y las medidas de eficiencia energética en las futuras emisiones de GEI</p>	<p>La herramienta GACMO se enmarca bien respecto al conjunto de datos que se tienen tanto del BEN y de las medidas de mitigación de las metas del sector Energía, además varias metas hacen referencia al uso de energías renovables.</p>
<p>¿Cómo evolucionarán las emisiones en un determinado sector?</p>	<p>Un modelo de simulación de abajo arriba o un modelo de contabilidad sectorial (por ejemplo, EX-ACT para el sector AFOLU) puede ser un punto de partida útil para explorar cómo podrían evolucionar las emisiones en un sector específico.</p>	<p>Un modelo de contabilidad ajustado para el sector energía es un buen inicio para el análisis de proyecciones de GEI en este sector.</p>
<p>¿Cómo se modela un objetivo a largo plazo?</p>	<p>Las herramientas híbridas de modelación son las más apropiadas para este escenario, ya que combinan diferentes enfoques para diferentes horizontes temporales y ayudan a gestionar la incertidumbre.</p>	<p>En el sector Energía se tienen metas definidas mayormente a corto y mediano plazo.</p>

<p>Se necesita una evaluación muy rápida del impacto potencial de las acciones de mitigación, pero no se tiene muchos conocimientos ni datos</p>	<p>Las herramientas de contabilidad sencillas que ofrecen datos por defecto, como GACMO, parecen ser las más adecuadas en este caso.</p>	<p>Como punto de partida inicial un modelo de contabilidad es la herramienta más sencilla de utilizar en relación al conjunto de datos disponible actualmente.</p>
<p>Ahora se tiene los datos, conocimientos limitados y nos gustaría seguir utilizando el mismo modelo a lo largo del tiempo.</p>	<p>Herramientas de contabilidad como LEAP o PROSPECTS+ parecen ser las más adecuadas.</p>	<p>Los modelos de contabilidad ofrecen características adecuadas para conocimientos y datos limitados, en el sector Energía se observa que es conveniente trabajar con datos familiares, como el seguimiento que se realiza a proyectos energéticos tanto de ampliación como uso de fuentes de energía renovable.</p>

*Tabla 7. Preguntas para la selección de herramienta de modelación. Fuente: Elaboración propia en base a (Wartmann, Sheldon, & Watterson, 2021)*

De acuerdo al análisis anterior, la herramienta GACMO es la que mejor se ajusta con las características actuales tanto de los datos e información con la que se cuenta, así como la experiencia en el uso de herramientas de proyecciones de GEI por parte del personal tanto de la APMT como del MHE.

# 6 PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA GACMO

Identificada la herramienta para la proyección de emisiones de GEI para el sector Energía, se detalla a continuación los pasos a seguir que deben ser tomados en cuenta para la realización de la guía de procedimientos para el correcto uso de la herramienta GACMO:

PASO	DESCRIPCION	CONSIDERACIONES
1) HOJA DE SUPUESTOS	Datos estadísticos del país y datos económicos sobre combustibles y energía eléctrica.	Se recomienda el uso de los datos referenciales de emisión del último inventario de GEI, considerar los datos económicos y estadísticos de ese año.
2) BALANCE ENERGETICO	Datos de consumo tanto de combustibles fósiles y derivados, así como consumo relacionado a energía eléctrica.	Los datos pueden ser obtenidos de la información referente al BEN y anuarios estadísticos de generación y consumo energético.
3) EMISIONES DE GEI	Datos de emisiones por sector y actividad para el año de inicio en base al factor de emisión para CO <sub>2</sub> .	Se deben considerar los factores de emisión del año de inicio y la herramienta calcula las emisiones en base a los datos de consumo de combustibles para CO <sub>2</sub> , los datos de emisiones de otros gases deben ser introducidos por separado.
4) CRECIMIENTO	Datos referentes al crecimiento esperado del consumo energético por sector, estos datos hacen referencia a valores estadísticos proyectados para cada país.	Los datos deben estar relacionados a los factores de crecimiento estimados por el INE y los ministerios en caso de que tuvieran estimaciones de crecimiento de cada sector.
5) BALANCE DE ENERGIA PROYECTADO BAU	Datos calculados automáticamente sobre los balances energéticos proyectados en relación al BAU.	Se recomienda trabajar en TJ para una mejor comprensión de las tablas.

6) BALANCE DE GEI PROYECTADO BAU	Datos calculados automáticamente sobre las emisiones de GEI proyectados en relación a la BAU.	Realizar el análisis y comparación de los datos con los inventarios de GEI posteriores si hubiese la información.
7) OPCIONES DE MITIGACION	Selección de las opciones de mitigación preestablecidas en la herramienta para su evaluación con referencia a los balances proyectados.	Realizar el análisis de acuerdo a las medidas propuestas en las metas del sector Energía de la CND, se recomienda hacer un ajuste para que las unidades de seguimiento de las metas coincidan con las preestablecidas en la herramienta.

Tabla 8. Pasos a seguir considerados para el uso de la herramienta GACMO. Fuente: Elaboración Propia, 2024

En el paso 7 se observa que existen opciones de las medidas de mitigación, estas medidas están preestablecidas dentro de la herramienta GACMO, bajo este contexto se hace referencia a las siguientes opciones preestablecidas que se pueden relacionar con algunas de las metas del sector Energía actuales:

META	OPCION DE MITIGACION	UNIDAD A CONSIDERAR
Meta 1: Al 2030, se logrará el Acceso Universal al servicio de electricidad al 100%.	No hay opción relacionada	Sin datos
Meta 2: Al 2030, se prevé que los usuarios lleguen a producir un aproximado de 76.9 GWh como energía eléctrica demandada a nivel nacional (37MW de potencia instalada).	Considerar Tipo: Solar, Eólica Opción: Red amplia, Red amplia de 24hrs de almacenamiento, Sistemas PV domésticos, sistemas eólicos on-shore	1 MW, 500 W
Meta 3: Al 2030, se ha logrado que el 79% de la energía consumida provenga de centrales basadas en energías renovables (50% de la potencia instalada).	Considerar Tipo: Solar, Eólica Opción: Red amplia, Red amplia de 24hrs de almacenamiento, Sistemas PV domésticos, sistemas eólicos on-shore	Sin datos
Meta 4: Al 2030, se ha logrado que el 19% de la energía consumida provenga de centrales basadas en energías alternativas (13,25 % de la potencia instalada).	Considerar Tipo: Solar, Eólica, Hídrica Opción: Red amplia, Red amplia de 24hrs de almacenamiento, Sistemas PV domésticos, sistemas eólicos on-shore, Hidroeléctricas conectadas a la red principal, Hidroeléctricas	1 MW, 500 W

	pequeñas conectadas a la red principal, Hidroeléctricas pequeñas aisladas	
Meta 5: Al 2030, se ha logrado la potencia instalada del sistema eléctrico interconectado alcanza 5.028 MW.	No hay opción relacionada	Sin datos
Meta 6: Al 2030, se ha logrado la interconexión de 5 Sistemas Aislados al SIN.	No hay opción relacionada	Sin datos
Meta 7: Al 2030, se ha logrado que 8 Sistemas Aislados sean híbridos, incluyendo a su matriz de generación fuentes renovables.	Considerar Tipo: Solar Opción: Sistemas Solar/Diesel	40 kW producidos por energía solar
Meta 8: Al 2030, se ha logrado el reemplazo de 6% del inventario nacional de alumbrado público por tecnología LED.	Tipo: Eficiencia Energética en Servicios Opción: Alumbrado público eficiente	1000 lámparas
Meta 9: Al 2030 se ha logrado un crecimiento anual del 10% de participación de vehículos eléctricos en el parque automotor del transporte público en Bolivia.	Tipo: Transporte Opción: Carros eléctricos, Buses eléctricos de 18m, Buses eléctricos de 12m	1000 autos, 1000 buses
Meta 10: Al 2030 se han implementado 3 proyectos piloto de tecnologías de almacenamiento y gestión de energía eléctrica.	No hay opción relacionada	Sin datos

Tabla 9. Comparación opciones de mitigación de la herramienta GACMO y metas del sector Energía CND. Fuente: Elaboración Propia, 2024

## 7 CONCLUSIONES

- En el capítulo 4, se describe el análisis para la selección de la categoría a considerar sobre modelos de proyección de emisiones GEI, se considera que, por la cantidad de datos y experiencia en el uso de herramientas para proyecciones, es recomendable el uso de modelos de contabilidad o híbridos, por lo que se plantea la revisión de 4 herramientas, GACMO, LEAP, CAAT y MITICA.
- Se identificaron las características de funcionamiento, requerimientos de datos y tipo plataforma para las 4 herramientas (GACMO, LEAP, CAAT y MITICA), así mismo se realizaron los análisis comparativos de las herramientas en relación al contexto nacional para su aplicación.
- En el capítulo 5, se concluye que, en Bolivia, específicamente para el sector de Energía, por el hecho de no contar con experiencia previa en el uso de herramientas de modelación de proyecciones de emisiones GEI y la cantidad de información relacionada a las acciones de mitigación, es recomendable utilizar la herramienta GACMO, como una herramienta inicial, la misma requiere de datos que son fácilmente asimilables con la información que presenta el BEN, información que se presenta en anuarios estadísticos y reportes de seguimiento a consumo energético en los diferentes sectores, asimismo, las características de uso de la herramienta son de fácil entendimiento.
- Las herramientas GACMO y CAAT están desarrolladas en Excel y esto puede ocasionar que se necesite una licencia de Microsoft Office para su desarrollo correcto, si bien se puede ejecutar los archivos en un sistema operativo libre como LINUX, las opciones de macros de las dos herramientas presentarían algunos problemas en dicho sistema operativo.
- Las herramientas LEAP y MITICA son programas ejecutables, ambas herramientas necesitan de un pre registro ante las instituciones que las desarrollaron para su uso, posterior a este paso y la habilitación de los programas, el uso de ambas herramientas son de carácter gratuito para países en desarrollo, sin embargo se debe realizar la consulta a la institución pertinente para el visto bueno y posterior uso en plataformas de instituciones nacionales al no ser considerado totalmente un software libre.
- En el capítulo 6, se plantea un detalle de los procedimientos a considerar para realizar la guía de uso de la herramienta GACMO en el sector Energía.
- Asimismo, se identificaron las opciones de mitigación que están predefinidas en la herramienta GACMO, a partir de las cuales se pueda adecuar los datos de las metas del sector Energía para su evaluación correspondiente, la misma se desarrollará en la guía metodológica para el uso de dicha herramienta.
- Se sugiere el uso de la herramienta LEAP posteriormente al periodo de transición, asimismo, la herramienta GACMO se puede utilizar para tener datos de comparación de las proyecciones que servirá para un mejor análisis de los resultados obtenidos en dichas herramientas.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- 1/CP.21, C. (2015). *Decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes*. Paris: CMNUCC.
- 10/CP.2, C. (1996). *Comunicaciones de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención: Directrices, facilitación y procedimiento de examen*. Ginebra: CMNUCC.
- 18/CMA.1, C. (2018). *Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París*. Katowice: CMNUCC.
- 5/CMA.3, C. (2021). *Orientaciones para la puesta en práctica de las modalidades, los procedimientos y las directrices para el marco de transparencia reforzado para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París*. Glasgow: CMNUCC.
- APMT, & MMAyA. (2022). *Contribución Nacionalmente Determinada (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia. Actualización periodo 2021 – 2030 en el marco del Acuerdo de París*. La Paz: APMT.
- Bolivia. (2012). *Ley 300 de la Madre Tierra*. La Paz: Gaceta Nacional.
- Bolivia. (2013). *D.S. 1696*. La Paz: Gaceta Nacional.
- CMNUCC. (2020). *Manual técnico para las Partes que son países en desarrollo sobre la preparación para la aplicación del marco de transparencia reforzado según el Acuerdo de París*. Bonn: CMNUCC.
- Desgain, D., Kerimray, A., & Ipsen, J. (2023). *Guía para el Modelo de Costos de Reducción de Gases de Efecto Invernadero*. Copenhague: ICAT.
- GIZ. (2020). *Análisis del estado de situación de la implementación de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)*. La Paz, Bolivia.: GIZ.
- Graichen, J., & Blank, D. (2018). *Contabilidad de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas*. Bonn: GIZ.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2 Energía*. Hayama, Japón: IPCC.
- MHE. (2023). *Balance Energético Nacional 2018-2022*. La Paz, Bolivia: MHE.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2024). Obtenido de <https://www.mhe.gob.bo/vmeea/>
- MMAyA, A., & HELVETAS. (2022). *Manual orientativo para el monitoreo y reporte de los indicadores climáticos de las metas de la NDC actualizada de Bolivia de los sectores energía, agua y agropecuario, bajo el marco de transparencia reforzada*. La Paz, Bolivia: MMAyA, APMT, HELVETAS.
- Rich, D., Bhatia, P., Finnegan, J., Levin, K., & Mitra, A. (s.f.). *GHG Protocol - Policy and Action Standard*. WRI.
- UNFCCC. (2020). *El Acuerdo de París y las contribuciones determinadas a nivel nacional*. Bonn, Alemania: UNFCCC.
- UNFCCC. (27 de Julio de 2020). *UNFCCC*. Obtenido de UNFCCC: <https://unfccc.int/process/conferences/astconferences/paris-climate-change-conference-november-2015/paris-agreement>



- Wartmann, S., Shaikh, S., Moosmann, L., Urrutia, C., Essus, C., Gomez-Villota, F., & Zarzo, O. (2023). *NDC Progress Indicators: a guidance for practitioners*. Bonn: GIZ.
- Wartmann, S., Sheldon, D., & Watterson, J. (2021). *Projections of Greenhouse Gas Emissions and Removals: An Introductory Guide for Practitioners*. Berlin: GIZ.
- WRI. (2016). *MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation*. Washington D.C., EEUU: WRI .

# 9 ANEXOS

## 9.1 ANEXO 1 ENLACE HERRAMIENTA GACMO



## 9.2 ANEXO 2 FORMULARIO PARA EL ACCESO AL SOFTWARE MITICA

### Application form - MITICA

Please provide the following information to support your application:

**Name** [Full Name]:

**Country** [Country where the tool will be used]:

**Organization** [Name of the employing organization]:

**Type of Organization** [Government, Public institution, NGO, Private sector, Research institution]:

**Position** [Your Position within the Organization]:

**Purpose and Objective** [Please provide a detailed explanation (minimum 300 words) of the reasons for using the MITICA tool, specifying the specific IPCC database to be used]

**Expected Date of Use** [Date the tool will be put into use]:

**Expected Outcomes** [Expected outcomes from the use of the tool]:

**Previous Experience with IPCC Software** [If applicable, describe your previous experience using IPCC software.]:

**Previous Experience and Capacity in GHG Emission Inventories** [Describe your prior experience in



developing national GHG emission inventories.]

**E-mail:** [Corporate e-mail for receiving the MITICA tool]

**Phone:** [Phone number for verification purposes]

### **GDPR Compliance**

By submitting this application, you acknowledge that your information will be treated in accordance with the General Data Protection Regulation (GDPR) as set forth by the European Union regarding the collection, use, and retention of personal data. Your data will be used solely for the purpose of assessing eligibility to receive the MITICA software and will not be used for any commercial purposes or maintained in any registry.

### **Disclaimer**

The information provided in this application form will solely be used to validate your eligibility to receive the MITICA software. It will not be maintained in any registry or used for commercial purposes. By submitting this application, you agree to these terms.

Llenando el formulario en idioma inglés se debe enviar el mismo a los siguientes correos:

[mitica@gauss-int.com](mailto:mitica@gauss-int.com)

[ghgcapacitybuilding@unfccc.int](mailto:ghgcapacitybuilding@unfccc.int)