

MATERIALES DE CAPACITACIÓN DEL GCE – EVALUACIÓN DE LA MITIGACIÓN

MÓDULO E

Análisis de la mitigación: Métodos y herramientas



Objetivos y expectativas del módulo

1. **Objetivo:** Introducir diferentes enfoques para la evaluación de la mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI), que incluya:
 - Una revisión de las ventajas e inconvenientes de los distintos enfoques
 - La introducción de herramientas de software que sean útiles para analizar la mitigación de GEI
 - La facilitación de información a los participantes para ayudarles a escoger la herramienta adecuada para realizar sus propias evaluaciones.
2. **Expectativas:** Los participantes adquirirán amplios y sólidos conocimientos sobre las herramientas y métodos clave disponibles para realizar análisis de la mitigación, incluidas herramientas de elaboración de modelos tanto integradas como específicas de cada sector.
 - N. B.: Este módulo no ofrece formaciones exhaustivas sobre el uso de estas herramientas
 - Probablemente será necesaria una formación adicional para cualquiera de las herramientas seleccionadas.



Índice del módulo

1. Seleccionar un método de evaluación
2. Métodos y herramientas del sector energético para evaluar la mitigación
3. Ejemplos de herramientas para elaborar modelos del sector energético
 - Herramientas integradas
 - Herramientas específicas de cada sector
4. Evaluación de la mitigación de GEI en sectores no energéticos
5. Ejemplos de herramientas para elaborar modelos de sectores energéticos
6. Conclusiones



Un poco de contexto...

Párrafo 38 de la Decisión 17/CP.8:

- En función de las circunstancias nacionales, **se alienta a las Partes no incluidas en el anexo I a que utilicen cualesquiera métodos disponibles que sean apropiados** para formular programas que comprendan medidas encaminadas a mitigar el cambio climático y atribuirles la prioridad adecuada. Esto debería hacerse en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible, e incluir factores sociales, económicos y ambientales.

Fuente: CMNUCC (2002)



MÓDULO E1

Seleccionar un método de evaluación



¿Cuáles son los métodos apropiados?

- Dependerá del país: existen diferentes marcos políticos de análisis
- Pueden utilizarse enfoques cualitativos y cuantitativos
- La mayoría implican la evaluación de acuerdo a una serie de criterios u objetivos convenidos
- Pueden ayudar a dar preferencia e información a los programas de mitigación
- Pueden estar orientados en gran medida hacia los procesos con datos de entrada estructurados de una serie de partes interesadas.
- Este módulo se centra principalmente en los enfoques cuantitativos
 - Véanse los capítulos 2, 3 y 13 del Grupo de trabajo III del IPCC



Evaluaciones de la mitigación:

- Se utilizan no solo para evaluar la escala y los plazos de las reducciones de emisiones, sino también los impactos económicos y financieros y otros impactos derivados de las estrategias de mitigación
- Pueden basarse en:
 - Hojas de cálculo, curvas de costes
 - Herramientas para la elaboración de modelos (algunas descritas aquí)
 - Herramientas o modelos desarrollados a nivel nacional
 - Consultoría independiente.

Cuestiones relacionadas con la evaluación de la mitigación

- El éxito no depende tanto de la sofisticación de los modelos como del cuidado, rigor, coherencia y calidad de los datos que son la clave del análisis en sí mismo.
- Decida quién va a realizar el análisis. Los consultores ofrecen una fuente de conocimientos técnicos, pero esto aporta poco a la hora de construir capacidades dentro de un país.
- Cuando se carezca de datos será suficiente con realizar evaluaciones sencillas: pueden ayudar a enfocar y priorizar los futuros esfuerzos de recolección de datos.
- Incluso los modelos formales más sencillos requieren varios meses y un buen nivel de conocimientos técnicos.
- No espere que los modelos sean elaborados solo por analistas: requiere una formación continua y un gran asesoramiento de expertos locales.
- Lo ideal es crear un equipo permanente encargado de elaborar modelos de mitigación para garantizar la continuidad de los conocimientos técnicos.
- Se necesita un equipo sólido y coordinado: economistas, ingenieros, ingenieros energéticos e industriales, expertos en agricultura y uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), según convenga.
- También resulta vital la estrecha colaboración con el equipo encargado de elaborar los inventarios de GEI.



MÓDULO E2

Métodos y herramientas para la evaluación de la mitigación en el sector energético



Modelos de evaluación de la mitigación en el contexto de la CMNUCC

- Las Orientaciones de la CMNUCC no especifican cuál es el mejor método para las comunicaciones nacionales sobre mitigación.
- Tanto los modelos **ascendentes** como los **descendentes** pueden aportar útiles conocimientos complementarios sobre la mitigación:
 - Los modelos descendentes son más útiles para estudiar políticas sobre mitigación fiscales y macroeconómicas más amplias, tales como los impuestos sobre las emisiones de carbono u otros impuestos medioambientales
 - Los modelos ascendentes son más útiles para estudiar las opciones que tienen implicaciones sectoriales y tecnológicas más específicas.



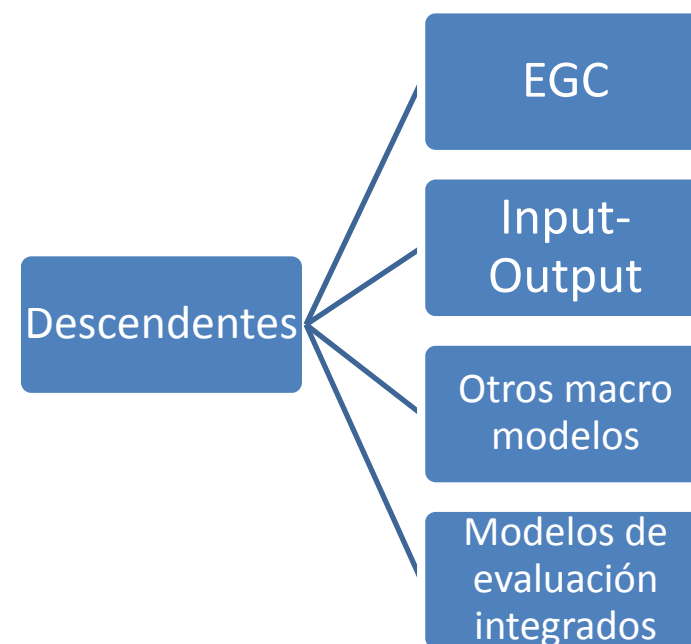
Modelos descendentes

- Los modelos descendentes se basan en datos agregados y diferentes tipos de métodos de elaboración de modelos macroeconómicos/econométricos
 - Hacen una previsión de las futuras tendencias de consumo por medio de las tendencias históricas o relaciones econométricas agregadas (PIB, precios del combustible, etc.).
 - Son capaces de capturar los impactos de las políticas fiscales (p. ej., los impuestos sobre las emisiones de carbono).
 - Se basan en buenas series cronológicas de datos históricos.
 - Tal vez no sean convenientes para evaluaciones de largo plazo ya que se dispone de poca información a largo plazo sobre las variables exógenas (p. ej., los precios).
 - No son recomendables para examinar cuestiones tecnológicas concretas porque su estructura es muy abstracta para obtener tendencias tecnológicas con detalle.
-



Tipos de modelos descendentes

- Los modelos de **EGC** (Equilibrio General Computable) usan datos económicos para calcular cómo responderá una economía ante cambios en las políticas, la tecnología y los precios. Asume el enfoque de las economías o alcanza un estado de equilibrio.
- Los modelos **Input-Output** se centran en las interdependencias entre los diferentes sectores de una economía. Asumen normalmente estructuras económicas estáticas.
- **Otros modelos macroeconómicos**
- **Modelos de evaluación integrados:** Suelen basarse en descripciones físicas/tecnológicas de los sistemas y sus interconexiones (energía, agua, tierra, agricultura, silvicultura, alimentación, etc.). Como ejemplo se incluyen IMAGE (del PBL, la Agencia de Evaluación Medioambiental de los Países Bajos) y PoleStar (del SEI, el Instituto Medioambiental de Estocolmo).
- El alcance de la mayoría de modelos descendentes puede ser global o específico de un país en particular.
- Son pocos los que se adaptan fácilmente a países en vías de desarrollo.



Modelos ascendentes

- Se basan en datos físicos detallados del sistema.
- Ofrece una idea fundamental de cómo se comportan los sistemas y cómo pueden evolucionar en el futuro, de modo que son ideales para examinar posibles transiciones a largo plazo.
- **Modelos integrados**(para todo un país):
 - Tienden más a la amplitud que a la profundidad
 - Permiten la elaboración de modelos de las interacciones entre sectores.
- **Modelos específicos de cada sector:**
 - Ofrecen datos de entrada con un fundamento sólido a los modelos integrados
 - Por sí mismos valen para evaluar los sectores clave
- o los que más emisiones producen



Tipos de modelos ascendentes

- **Optimización:** Usa la programación matemática para identificar las configuraciones de los sistemas energéticos que minimizan el coste total de los servicios prestados.

Ejemplos: MARKAL/TIMES, LEAP, MESSAGE

- **Simulación:** Simula el comportamiento de consumidores y productores bajo una serie de indicaciones (p. ej., precio, niveles de renta) y limitaciones (p. ej., límites sobre el índice de sustitución de valores).

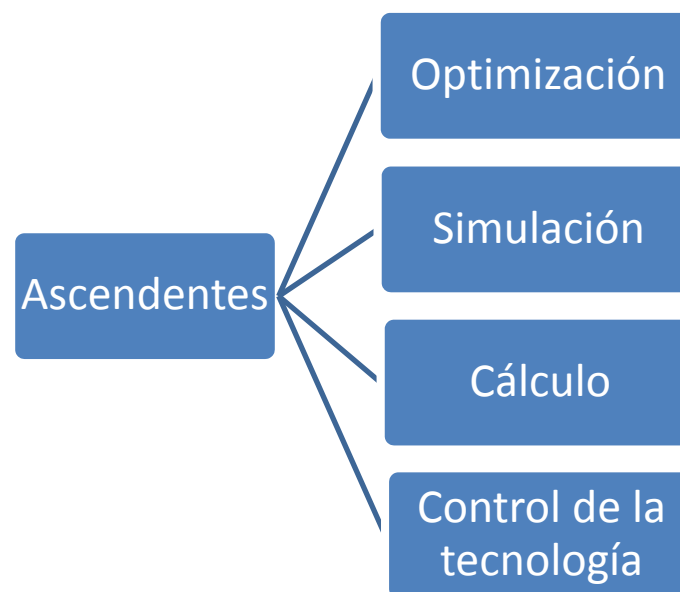
Ejemplos: ENPEP-BALANCE

- **Marcos de cálculo:** Los cálculos relacionados con los valores y flujos en los sistemas se basan principalmente en las relaciones de ingeniería y en conjeturas explícitas sobre el futuro (p. ej., mejoras tecnológicas, índices de introducción en el mercado).

Ejemplos: LEAP, EFFECT, MAED

- **Control de la tecnología:** Se centra en cuál será el rendimiento de una tecnología en concreto (o un conjunto de tecnologías) sometida(s) a varias limitaciones y puede hacer un seguimiento de las emisiones y costes asociados.

Ejemplos: RETScreen, HOMER. ClimateDesk



MÓDULO E3

Ejemplos de herramientas de elaboración de modelos del sector energético



Criterios para la inclusión de herramientas en este estudio

Para incluirlas, las herramientas deben:

1. Ser ampliamente usadas en diversos ámbitos internacionales
2. Haber sido totalmente probadas y consideradas fiables en general
3. Desarrollarse de forma activa y, preferentemente, respaldadas a nivel profesional
4. Haber sido diseñadas principalmente para la evaluación de la mitigación de GEI a escala nacional (no son modelos globales ni modelos para un país específico).

Herramientas incluidas

- Herramientas integradas
 - a) ClimateDesk
 - b) EFFECT
 - c) ENPEP-BALANCE
 - d) LEAP
 - e) MARKAL/TIMES
 - f) Herramientas de la OIEA (MAED, MESSAGE, etc.)
- Herramientas específicas de cada sector
 - a) HOMER
 - b) RETScreen
 - c) Diferentes modelos para los transportes: ITDP, ICCT, GREET
 - d) Diferentes modelos de silvicultura y uso de la tierra
 - e) Diferentes modelos de agricultura



Información importante: El autor de este material formativo, el SEI, es también el creador de LEAP.

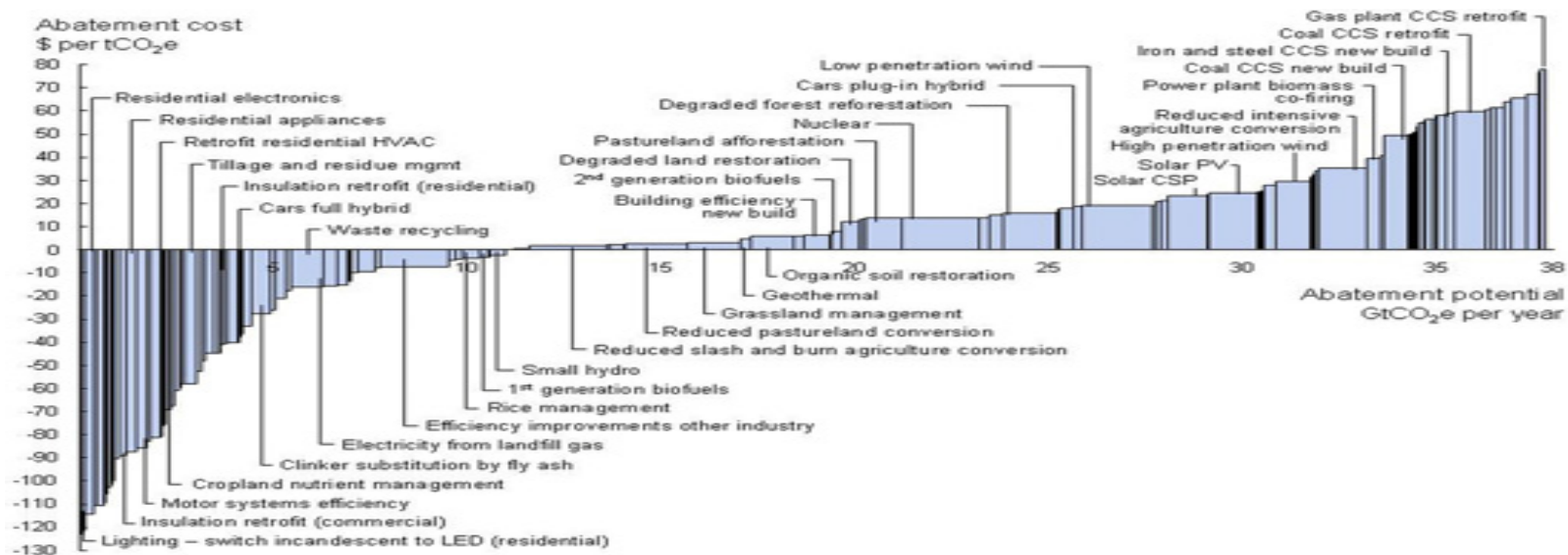


MÓDULO E3A

Herramientas integradas



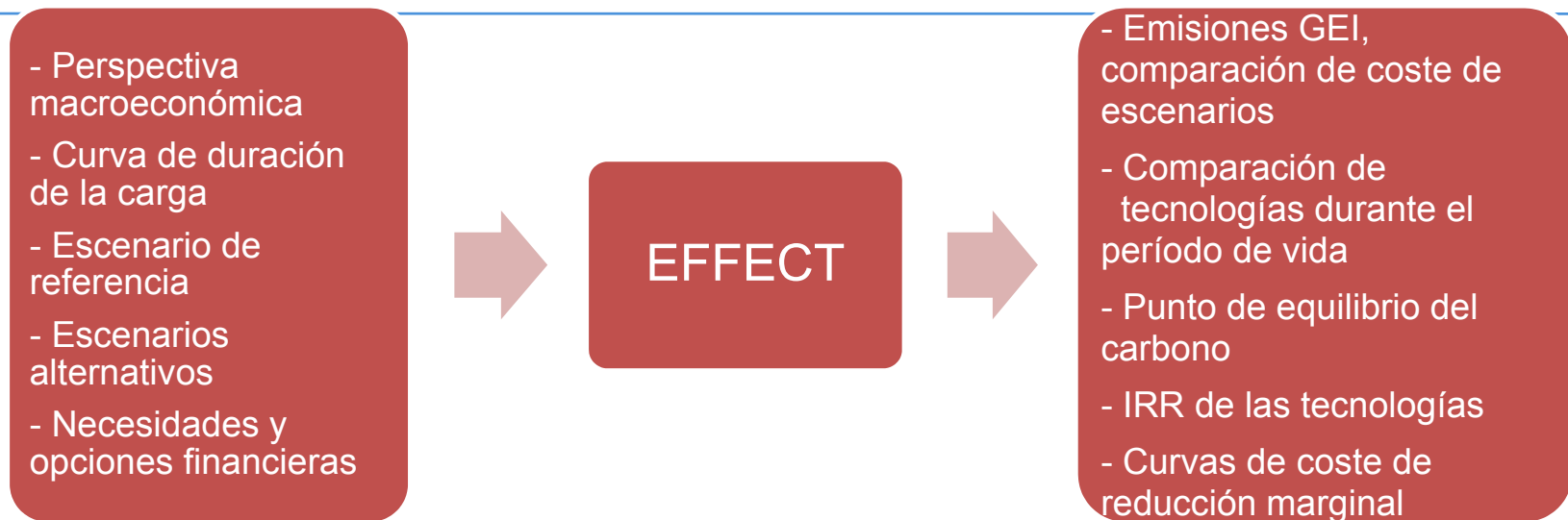
ClimateDesk



- **Descripción** : Modelo basado en Internet para curvas de costes marginales de reducción.
- **Creador**: McKinsey & Co.
- **Coste**: Usado junto con los servicios de consultores de McKinsey & Co.
- **Contacto**: Dr. Jens Dinkel - sustainability@mckinsey.com
- **Sitio web**: www.solutions.mckinsey.com/climatedesk/



EFFECT



- **Descripción** : Un modelo ascendente, basado en Excel, de mitigación de GEI del sector energético que comprende: generación de electricidad (véase la gráfica anterior), transportes, sector doméstico, industria y la parte no residencial.
- **Creador**: Banco Mundial, ESMAP
- **Tipo de licencia**: Gratuita
- **Contacto**: John A Rogers - jarogers@worldbank.org
- **Sitio web**: www.esmap.org/esmap/EFFECT



ENPEP-BALANCE

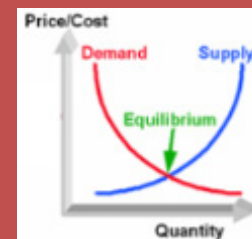
- Estructura del sistema energético
- Flujos y precios de la energía en el año base
- Demanda de energía y previsiones de crecimiento
- Limitaciones técnicas y políticas



ENPEP-
BALANCE



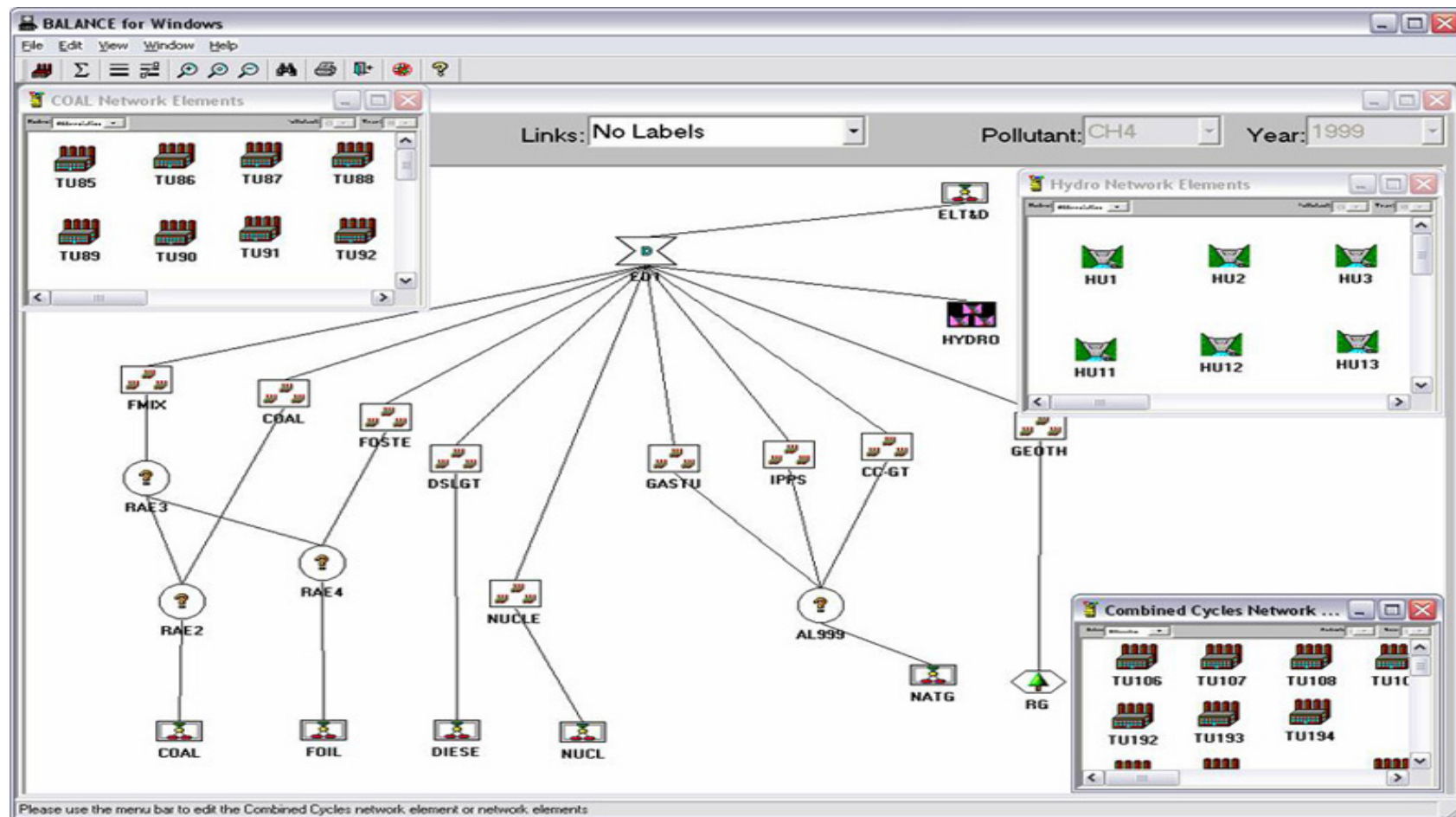
- Intersección de las curvas de oferta y demanda de todas las formas de abastecimiento energético y todos los usos de la energía de la red energética



- **Descripción** : Una simulación basada en el mercado del sector energético que determina cómo podrían responder diferentes consumidores y productores ante cambios en los precios de la energía y otras cuestiones. También calcula las emisiones de GEI y los contaminantes locales del aire.
- **Creador**: Laboratorio Nacional Argonne (ANL)
- **Tipo de licencia**: Gratuita
- **Contacto**: Guenter Conzelmann - guenter@anl.gov
- **Sitio web**: <http://www.dis.anl.gov/ceeesa/programs/enpepwin.html>



Interfaz de usuario de ENPEP-BALANCE



LEAP: Sistema de planificación de alternativas energéticas de largo plazo

- Datos macroeconómicos
- Datos demográficos
- Datos energéticos históricos (p.ej. Equilibrios energéticos)
- Presuposiciones de energía y actividad para los escenarios de partida y de mitigación
- Costes
- Datos distintos de los energéticos



LEAP



- Resultados del sistema energético propiciados por la demanda
- Emisiones por fuentes, años y escenarios
- Reducciones de energía y de emisiones en relación con el(los) escenario(s) de base
- Análisis de coste-beneficio

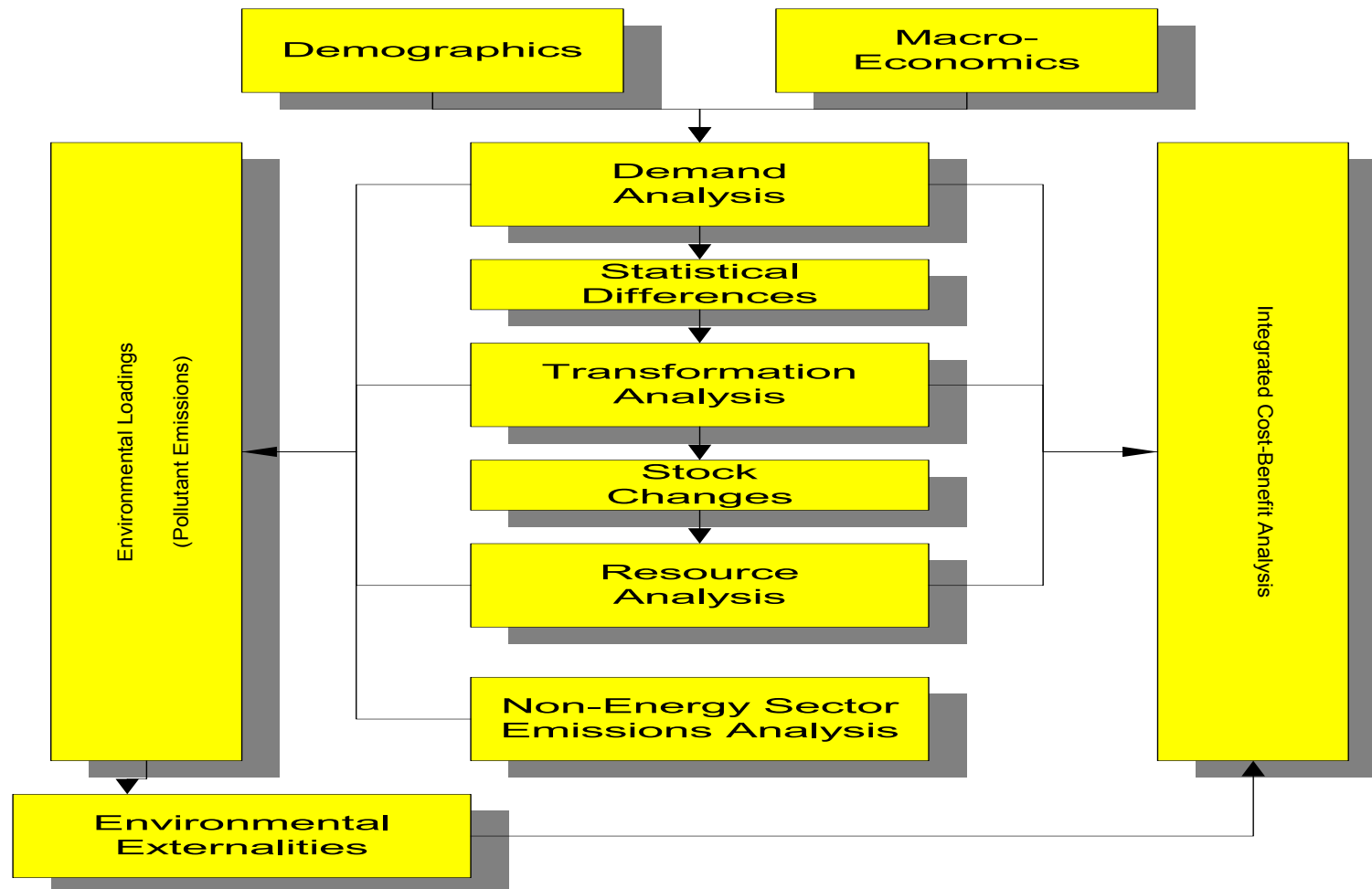
- **Descripción:** Modelo de cálculo y optimización que comprende el suministro y la demanda de energía. Puede utilizarse para examinar los GEI y los contaminantes locales del aire procedentes de fuentes y sumideros tanto del sector energético como de fuera de este.
- **Creador:** Instituto Medioambiental de Estocolmo
- **Tipo de licencia:** Gratuita para gobiernos, académicos y ONG de países en vías de desarrollo y también gratuita para estudiantes de cualquier país.
- **Contacto:** Dr. Charles Heaps – leap@sei-us.org
- **Sitio web:** www.energycommunity.org



Información importante: El autor de este material formativo, el SEI, es también el creador de LEAP.



Flujos de cálculo y estructura de LEAP



Interfaz de usuario de LEAP

The main menu and toolbar give access to major options.

Data is organized in a tree.

Select scenarios here.

Edit data by typing here.

Switch between views of the Area here.

Select units and scaling factors here.

The status bar notes the current Area and View.

Data can be reviewed in chart or table format.

LEAP: Freedonia

Area View Analysis Edit General Tree Chart Advanced Help

New Open Save Email Find Basic Params Fuels Effects Units References Help

Views

Analysis Results Diagram Energy Balance Summaries Overviews

Freedonia

- Key Assumptions
- Demand
 - Household
 - Urban
 - Rural
 - Industry
 - Transport
 - Commercial
 - Transformation
 - Resources
 - Non Energy Sect

Branch: Demand\Household\...

Variable: Activity Level Scenario: REF: Reference Manage Scenarios

Activity Level Demand Cost All Variables

Activity Level: A measure of the social or economic activity for which energy is consumed.

Name	2000 Value	Expression	Scale	Units	Per
Household	8.00	Growth(3%)	Million	Household	
Urban	30.00	Interp(2030,45)	Percent	Share	of Hou

Chart Table Notes Elaboration Help

Show: Activity Level

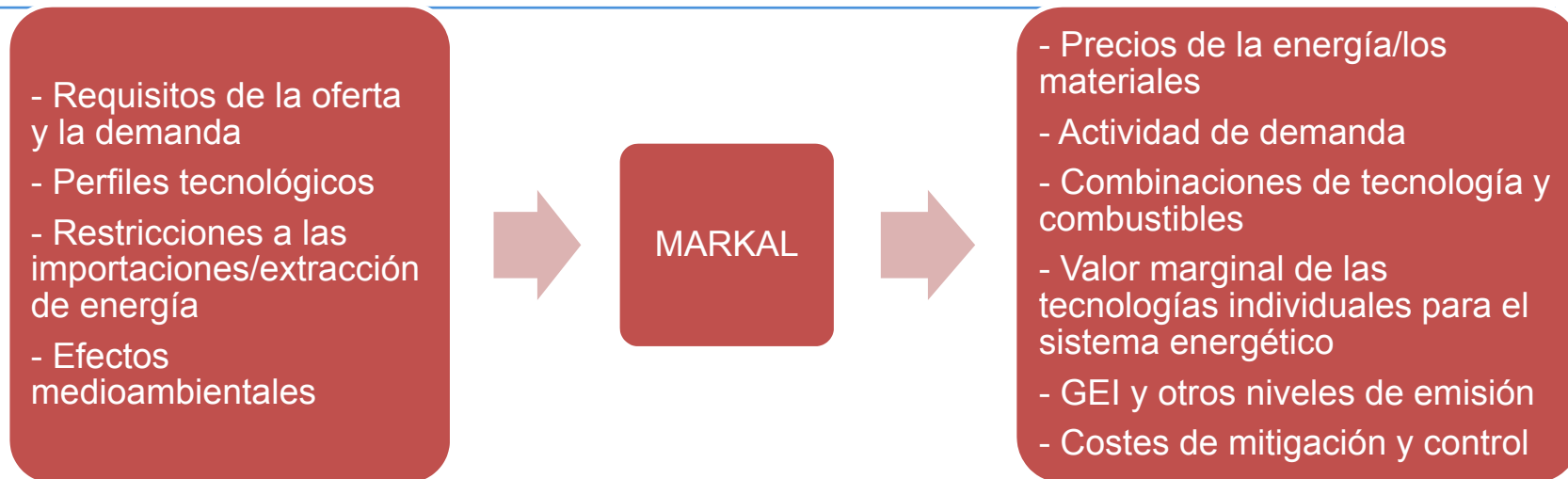
Demand: Activity Level (Million Household)

Million Household

2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020 2022 2024 2026 2028 2030

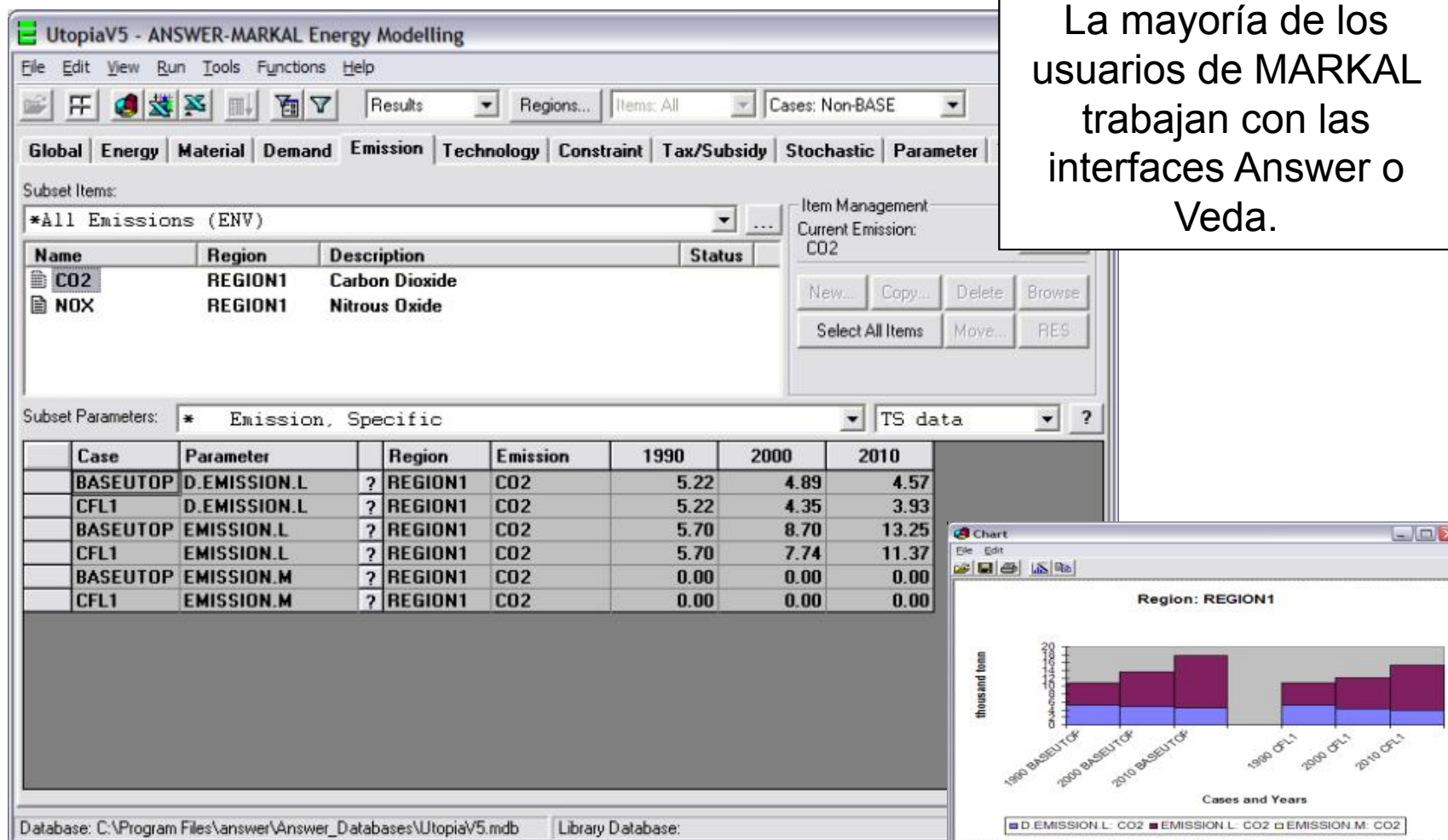
2011.0.0.16 Area: Freedonia Analysis Registered to: charlie.heaps@sei-us.org until: 09/08/2012

MARKAL/TIMES



- **Descripción** : Un modelo de los sistemas energéticos basado en la optimización, que también se puede usar para calcular las emisiones de GEI y los contaminantes locales del aire. Se espera que TIMES (Sistema Integrado MARKAL-EFOM) vaya sustituyendo gradualmente a MARKAL.
- **Creador**: Agencia Internacional de la Energía, Energy Technology System Analysis Programme (AIE/ETSAP)
- **Tipo de licencia**: entre 3 000 y 15 000 USD (código fuente + GAMS + interfaz)
- **Contacto**: GianCarlo Tosato - gct@etsap.org
- **Sitio web**: www.iea-etsap.org

La interfaz de usuario ANSWER de MARKAL



UtopiaV5 - ANSWER-MARKAL Energy Modelling

File Edit View Run Tools Functions Help

Results Regions... Items: All Cases: Non-BASE

Global Energy Material Demand Emission Technology Constraint Tax/Subsidy Stochastic Parameter

Subset Items: *All Emissions (ENV)

Name	Region	Description	Status
CO2	REGION1	Carbon Dioxide	
NOX	REGION1	Nitrous Oxide	

Item Management: Current Emission: CO2

New... Copy... Delete Browse

Select All Items Move... RES

Subset Parameters: * Emission, Specific TS data ?

Case	Parameter	Region	Emission	1990	2000	2010
BASEUTOP	D.EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.22	4.89	4.57
CFL1	D.EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.22	4.35	3.93
BASEUTOP	EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.70	8.70	13.25
CFL1	EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.70	7.74	11.37
BASEUTOP	EMISSION.M	? REGION1	CO2	0.00	0.00	0.00
CFL1	EMISSION.M	? REGION1	CO2	0.00	0.00	0.00

Database: C:\Program Files\answer\Answer_Databases\UtopiaV5.mdb Library Database:

Chart

Region: REGION1

thousand ton

Cases and Years

1990 BASEUTOP 2000 BASEUTOP 2010 BASEUTOP 1990 CFL1 2000 CFL1 2010 CFL1

D.EMISSION.L. CO2 EMISSION.L. CO2 EMISSION.M. CO2

La mayoría de los usuarios de MARKAL trabajan con las interfaces Answer o Veda.

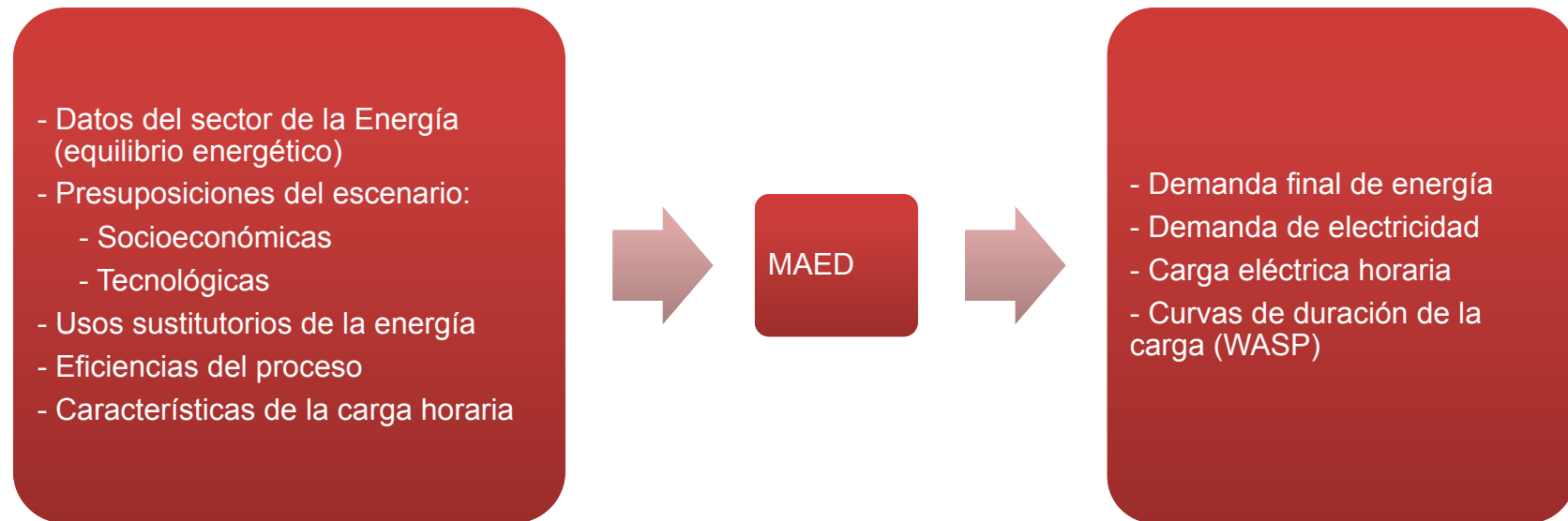


Herramientas de elaboración de modelos energéticos del OIEA

- Soluciones para la elaboración de modelos de la OIEA:
 - MAED (para la demanda de energía)
 - MESSAGE para optimizar el suministro
 - SIMPACTS: Enfoques simplificados para estimar los impactos de la generación de electricidad
 - FINPLAN: Modelo para el análisis financiero de los planes de expansión del sector eléctrico
- **Creador:** Agencia Internacional de la Energía Atómica
- **Tipo de licencia:** Gratuita: disponible para los gobiernos socios de la OIEA.
- **Contacto:** D. Ahmed Irej Jalal - A.Jalal@iaea.org
- **Sitio web:** <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/capacitybuilding.html>



OIEA-MAED



- **MAED: Modelo para el análisis de la demanda de energía**
- Marco de cálculo basado en Excel para analizar escenarios de demanda a medio-largo plazo de desarrollo demográfico, tecnológico y socioeconómico
- Incluye sectores económicos predefinidos: la industria (incluida la agricultura, la construcción, la minería y la manufactura), los transportes, servicios y hogares

OIEA-MESSAGE

- Estructura del sistema energético
(incl. antigüedad de las plantas y los equipos)

- Flujos y precios de la energía en el año base

- Previsiones de demanda de energía (MAED)

- Opciones de recursos y tecnología +
Perfiles de rendimiento

- Restricciones técnicas + políticas



MESSAGE



- Combinación primaria y final de energía

- Desechos y emisiones

- Efectos medioambientales

- Uso de los recursos

- Uso de la tierra

- Dependencia de las importaciones

- Requisitos de inversión

- **MESSAGE: Modelo para sistemas de suministro de energía y sus impactos generales en el medio ambiente**
- Modelo de optimización usado para ayudar en el diseño de estrategias a largo plazo mediante el análisis de mezclas energéticas óptimas, necesidades de inversión, seguridad de la energía, aprendizaje tecnológico, etc. También se puede usar para calcular las emisiones de GEI y los contaminantes locales del aire.

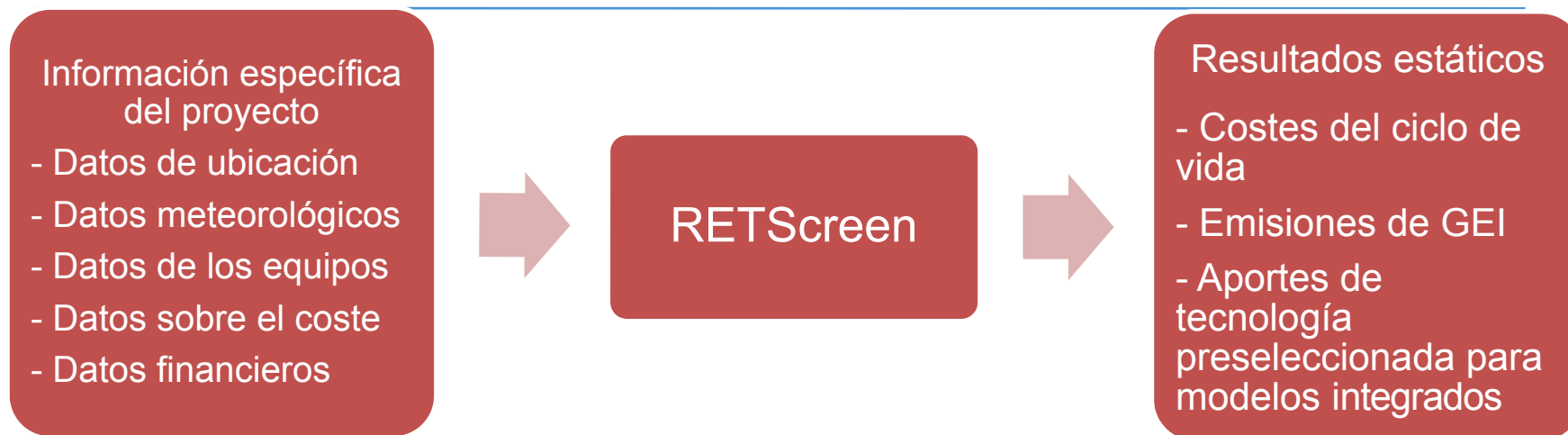


MÓDULO E3B

Herramientas específicas de cada sector



RETScreen



- **Descripción :** Evalúa la producción de energía, los costes del ciclo de vida y las reducciones de las emisiones de GEI gracias a tecnologías de energías renovables o eficiencia energética. En principio fue concebida para análisis individuales a nivel de proyecto (control/fiabilidad) y no para análisis integrados a nivel nacional.
- **Creador:** Natural Resources Canada
- **Tipo de licencia:** Gratuita
- **Contacto:** retscreen@nrcan.gc.ca
- **Sitio web:** www.retscreen.net



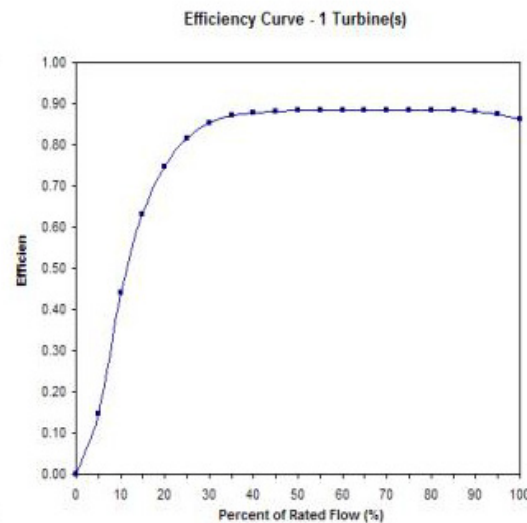
Interfaz de RETScreen

RETScreen® Equipment Data - Small Hydro Project

Small Hydro Turbine Characteristics		Estimate	Notes/Range
Gross head	m	146.00	
Design flow	m³/s	1.900	
Turbine type	-	Pelton	See Product Database
Turbine efficiency curve data source	-	Standard	
Number of jets for impulse turbine	jet	1	1 to 6
Number of turbines	turbine	1	
Small hydro turbine manufacturer	-	Alstom	
Small hydro turbine model	-	model XYZ	
Turbine manufacture/design coefficient	-	4.5	2.8 to 6.1; Default = 4.5
Efficiency adjustment	%	0%	-5% to 5%
Turbine peak efficiency	%	88.4%	
Flow at peak efficiency	m³/s	1.3	
Turbine efficiency at design flow	%	86.3%	

Turbine Efficiency Curve Data

Flow (%)	Turbine efficiency	Turbines running #	Combined turbine efficiency
0%	0.00	0	0.00
5%	0.15	1	0.15
10%	0.44	1	0.44
15%	0.63	1	0.63
20%	0.75	1	0.75
25%	0.81	1	0.81
30%	0.85	1	0.85
35%	0.87	1	0.87
40%	0.88	1	0.88
45%	0.88	1	0.88
50%	0.88	1	0.88
55%	0.88	1	0.88
60%	0.88	1	0.88
65%	0.88	1	0.88
70%	0.88	1	0.88
75%	0.88	1	0.88
80%	0.88	1	0.88
85%	0.88	1	0.88
90%	0.88	1	0.88
95%	0.88	1	0.88
100%	0.86	1	0.86



Intro / Energy Model / Hydrology & Load / **Equipment Data** / Cost Analysis / GHG Analysis / Financial Su

Weather database

Country:

Province / State:

Weather station:

Heating design temperature [°C]:

Cooling design temperature [°C]:

Latitude [°]:

Longitude [°]:

	Monthly heating degree-days [°C-d]	Monthly cooling degree-days [°C-d]
Jan	615	0
Feb	531	0
Mar	454	0
Apr	284	0
May	117	131
Jun	0	287
Jul	0	396
Aug	0	369
Sep	6	234
Oct	179	69
Nov	330	0
Dec	533	0

[Visit NASA satellite data site](#)

Date modified: 2005/05/28

Product Database

Turbine Type:

Region:

Supplier:

[Help](#) [Paste Data](#) [Close](#)

[Visit RET Screen Marketplace Site](#)

Supplier Information | Other Information

Net Head Range
Min (m):
Max (m):
Maximum Gate Flow
At Min Head (m³/s):
At Max Head (m³/s):
Output Range (Shaft)
Min (kW): 2,000
Max (kW): 30,000

Date modified: 2004/01/01



HOMER

- Disponibilidad de recursos
- Costes tecnológicos
- Parámetros de rendimiento de las tecnologías generadoras de electricidad
- Curvas de carga de la demanda



HOMER

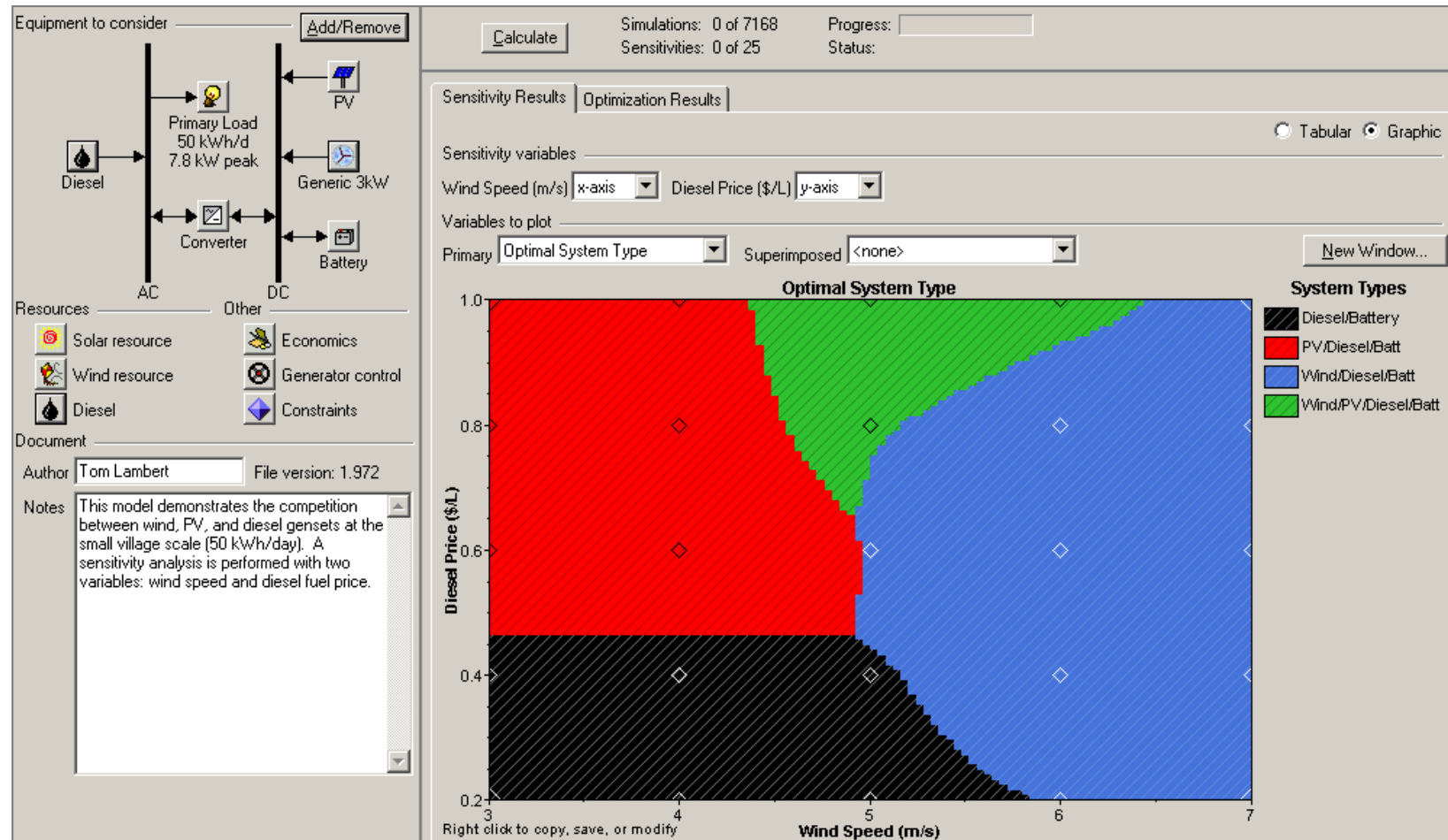


Configuraciones del sistema energético ordenadas por coste actual neto

- **Descripción** : Herramienta de control/optimización del sector energético utilizada para evaluar cómo se pueden integrar de forma óptima los recursos variables (p. ej., el viento y la energía solar) en los sistemas energéticos convencionales. Usado típicamente en sistemas de pequeña escala.
Puede resultar útil para controlar los planes de expansión de la generación de electricidad.
- **Creador**: NREL/HOMER Energy LLC
- **Tipo de licencia, Asistencia**: Gratuitas
- **Contacto**: Dr. Peter Lilienthal - info@homerenergy.com
- **Sitio web**: www.homerenergy.com

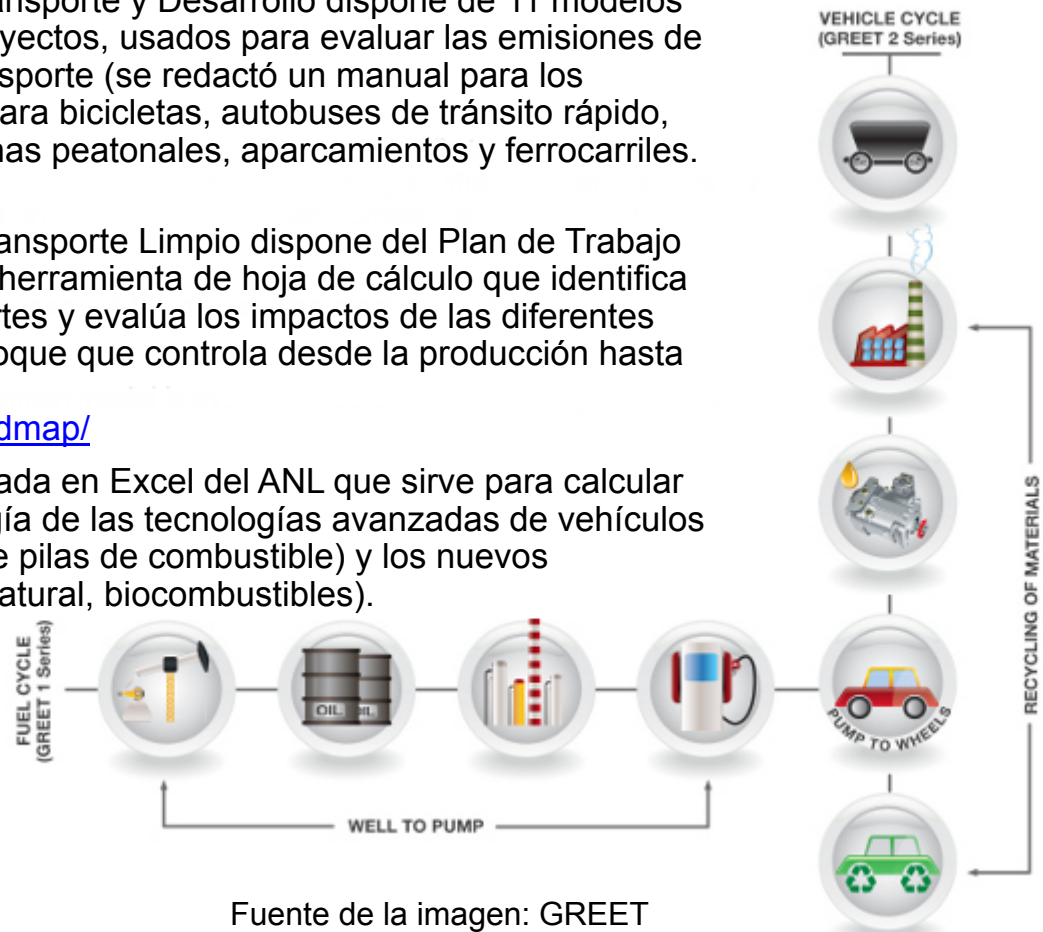


Interfaz de HOMER



Modelos de transporte

- **ITDP:** El Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo dispone de 11 modelos de hojas de cálculo específicos para proyectos, usados para evaluar las emisiones de GEI procedentes de las políticas de transporte (se redactó un manual para los proyectos de GEI). Esto incluye carriles para bicicletas, autobuses de tránsito rápido, conducción ecológica, mejora de las zonas peatonales, aparcamientos y ferrocarriles.
<http://tinyurl.com/7sy33e8>
- **ICCT:** El Consejo Internacional sobre Transporte Limpio dispone del Plan de Trabajo Global para los Transportes que es una herramienta de hoja de cálculo que identifica las tendencias del sector de los transportes y evalúa los impactos de las diferentes opciones políticas basándose en un enfoque que controla desde la producción hasta el uso en el transporte.
<http://www.theicct.org/transportation-roadmap/>
- **REET :** Es la herramienta gratuita basada en Excel del ANL que sirve para calcular los impactos de las emisiones y la energía de las tecnologías avanzadas de vehículos (p. ej., vehículos híbridos, eléctricos o de pilas de combustible) y los nuevos combustibles de transporte (p. ej., gas natural, biocombustibles).
<http://reet.es.anl.gov/>



Fuente de la imagen: REET

MÓDULO E4

Evaluación de la mitigación de GEI en sectores no energéticos



Evaluación de la mitigación de GEI en sectores no energéticos

- Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) (tenga en cuenta la tierra disponible y sus productos):
 - Silvicultura
 - Agricultura
 - Pastos y praderas
- Gestión de desechos.

Pasos básicos para realizar evaluaciones de la mitigación en todos los sectores no energéticos

1. Elaborar el actual inventario de emisiones (preferentemente basado en los inventarios nacionales de GEI) e identificar la intensidad de las emisiones por unidad de variables motoras esenciales.
2. Elaborar un escenario de referencia que proyecte las variables motoras esenciales en el futuro y tenga en cuenta los posibles cambios en las intensidades de las emisiones, una vez que se asume la continuidad de las políticas actuales.
3. Identificar posibles opciones clave de mitigación en cada sector.
4. Controlar las opciones de mitigación basándose en los costes, potencial de mitigación y otras prioridades nacionales medioambientales y de desarrollo.
5. Crear escenarios de mitigación teniendo en cuenta el potencial para reducir las emisiones de referencia mediante la aplicación de opciones de mitigación seleccionadas.



Pasos para evaluar el cambio en el uso de la tierra

- Paso 1: Año de referencia:
 - Evaluar la disponibilidad de tierra actual
 - Determinar la actual demanda de productos procedentes de la biomasa (leña, madera, cultivos, etc.)
 - Determinar los actuales suministros de productos procedentes de la biomasa
- Paso 2: Escenario de referencia: prever el suministro, demanda y uso de la tierra en el futuro dada la situación actual, teniendo en cuenta:
 - Tendencias demográficas como la población humana y su tasa de crecimiento, la distribución rural/urbana y la dependencia de los recursos de la tierra
 - Factores económicos como el nivel de renta, el desarrollo tecnológico, la dependencia de las exportaciones de productos de la tierra y las tasas de crecimiento económico.
 - Tipo e intensidad del uso de la tierra, como la agricultura itinerante frente a la agricultura permanente, o la corta a hecho frente a la cosecha selectiva
 - Factores biofísicos como la productividad del suelo, la topografía y el clima.
- Paso 3: Reconciliar la disponibilidad de tierra y productos con la demanda de productos.
- Paso 4: Escenario de mitigación: examinar los impactos de las opciones de mitigación teniendo en cuenta cómo alterarán las tendencias de referencia.



Mitigación UTCUTS

- **Conservación de las actuales reservas**
 - Conservación y protección de los bosques
 - Mejora de la eficiencia en la gestión de los bosques. Recolección y uso de los productos.
 - Iniciativas relacionadas con la bioenergía (es decir, uso de cultivos sostenibles de biomasa para sustituir los combustibles fósiles).
- **Aumento de los sumideros de carbono**
 - Forestación
 - Reforestación
 - Mejora de la regeneración
 - Agrosilvicultura
 - Silvicultura urbana y comunitaria:



Pasos en un proceso exhaustivo de análisis de la mitigación (COMAP)

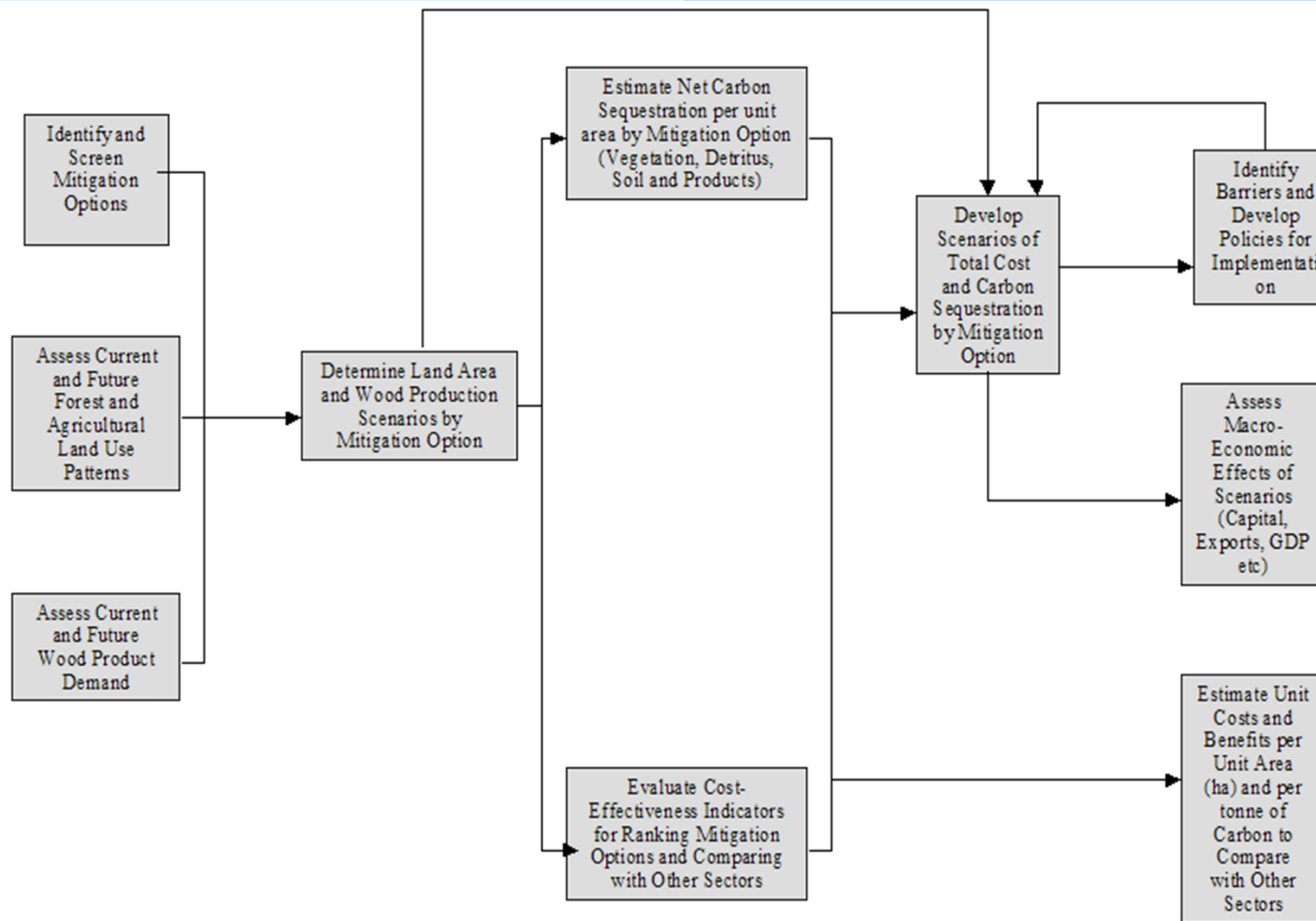
El proceso COMAP está concebido para identificar las vías más económicas para ofrecer servicios y productos, a la vez que se reducen las emisiones de GEI o se aumenta el secuestro de carbono en el sector del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

Pasos:

1. Control de las opciones de mitigación
 2. Evaluar la disponibilidad, en la actualidad y el futuro, de tierras para la mitigación. Identificar las opciones que pueden implementarse en las tierras disponibles
 3. Estimar las reducciones de las emisiones y/o el secuestro de carbono por unidad de superficie
 4. Estimar los costes totales y unitarios y los beneficios
 5. Crear futuros escenarios y costes de GEI
 6. Evaluar la rentabilidad de las opciones y escenarios
 7. Investigar las políticas, incentivos y acuerdos institucionales que sean necesarios para la implementación.
-



El proceso COMAP



Mitigación de los pastaderos y praderas

- Pueden utilizarse dos enfoques principales para evaluar la mitigación de GEI:
 - Evaluar proyectos individuales y/o programas dentro de los actuales planes de gestión de pastos, e identificar medidas o políticas que puedan aplicarse para alcanzar los objetivos establecidos
 - Realizar una evaluación exhaustiva del sector de los pastos y su papel en la economía formal e informal de un país, incluida la parte encargada de prestar servicios medioambientales como la mitigación del cambio climático.



Pasos en la evaluación de la mitigación de los pastos y prados

- **Año de referencia:**
 - Inventario del actual área de pastos, vegetación, tipos de suelo, y demanda actual de forraje, leña, etc.
 - Evaluar las actuales condiciones (estado de salud) de los tipos de ecosistemas
 - Evaluar la carga de los ecosistemas de pastos.
- **Referencia:**
 - Evaluar la futura disponibilidad de tierras para el pastoreo de animales domésticos y salvajes, dada la demanda de tierras de otros sectores
 - Evaluar la futura demanda de forrajes, leña, agricultura u otros usos de los sistemas de pastos
 - Proyectar las futuras tierras y la producción de ganado y vida salvaje en el marco de las políticas actuales.
- **Opciones para controlar la mitigación:**
 - Estimar el potencial de cada opción prevista para reducir las emisiones de GEI o secuestrar carbono
 - Estimar los costes y los beneficios no relacionados con los GEI de cada opción
 - Identificar posibles opciones de mitigación que sean atractivas
 - Estimar el potencial de secuestro de carbono o de reducción de GEI de cada opción de mitigación.
- **Escenarios de mitigación:**
 - Crear escenarios alternativos combinando diferentes opciones de mitigación.



Opciones de mitigación de pastos/prados

- Rehabilitación de pastos degradados
- Reducción de las cabezas de ganado
- Cambio en la combinación de animales
- Cambio en la distribución animal mediante el uso de sal, el desarrollo de recursos hídricos o el vallado
- Mejora de la calidad de la dieta animal
- Otras prácticas agrícolas como la aplicación de herbicidas, el uso de métodos mecánicos para rehabilitar los pastos insalubres y otras acciones a nivel de la cuenca hidrográfica.



Mitigación de los GEI procedentes de la agricultura

Sectores esenciales que se deben tener en cuenta:

•**Explotaciones ganaderas:** reducción de las emisiones de CH_4 procedentes de la fermentación entérica:

- Mejora de la eficiencia en la producción: mejora de la nutrición, agentes que incrementen la producción, mejora de las características genéticas, reproducción animal mejorada.
- Capturar CH_4 mediante una mejor gestión del estiércol: digestores, fosos de fermentación cubiertos, etc.

•**Cultivo de arroz:** reducir el CH_4 mediante prácticas de cultivo modificadas (mejor gestión de agua y nutrientes).

•**Uso de fertilizantes:** reducir las emisiones de gas nitrógeno (N) a través de una mejor gestión de los fertilizantes.

•**Carbono del suelo** reducir las emisiones de CO_2 o secuestrar el CO_2 mediante cultivos alternativos y otras prácticas.



Gestión de desechos

- **Vertederos:** Reducir el CH₄ procedente de los vertederos existentes mediante:
 - Captura y combustión de gases de los vertederos (que puede compensar el uso de energía en otros sectores)
 - Uso de prácticas como el compostaje, el reciclaje y la incineración para reducir la necesidad de usar vertederos.
- **Tratamiento de aguas residuales:** Reducción de las emisiones de CH₄ mediante:
 - Sistemas de tratamiento aeróbico de aguas residuales
 - Recuperación y uso del metano procedente de la digestión aeróbica de lodos o aguas residuales. Si los residuos se digieren en condiciones anaeróbicas controladas, el metano y otros gases obtenidos se pueden recuperar y utilizar como fuente de energía.
- **Ejemplo de un modelo de residuos:**
 - **Modelo de reducción de desechos (WARM):** Calcula las emisiones de GEI en prácticas de gestión de residuos de referencia y alternativas (reducción de la fuente, reciclaje, combustión, compostaje y descarga en vertederos). El modelo WARM reconoce 46 tipos de materiales (latas de aluminio, ladrillos cerámicos, cenizas volantes, restos de comida, hojas, plásticos mixtos, papel de oficina, ordenadores personales, neumáticos, etc.). Disponible como hoja de cálculo de Excel o calculadora a través de Internet.
http://www.epa.gov/climatechange/waste/calculators/Warm_home.html



MÓDULO E5

Ejemplos de herramientas de elaboración de modelos de los sectores no energéticos



Ejemplos de modelos de silvicultura y uso de la tierra

- **Fijación de CO₂:** Modelo gratuito y relativamente simple que simula las reservas y flujos de carbono en los árboles, suelo y productos de madera. <http://www.efi.int/projects/casfor/models.htm>
- **GORCAM:** Herramienta basada en Excel para el uso de la tierra, analiza las implicaciones de la gestión de la tierra y las estrategias de uso de la biomasa. <http://tinyurl.com/6sg4zm2>
- **Modelo WBE:** La metodología ayuda a estimar la biomasa forestal, un dato importante para el análisis forestal y las orientaciones del IPCC. <http://tinyurl.com/8y6bedb>
- **GOTIL WA+:** Modelo de crecimiento forestal que simula el impacto del clima, la estructura de los rodales, las técnicas de mantenimiento, las propiedades de suelo y el cambio climático en el proceso de crecimiento forestal. (más de 50 datos de entrada). <http://www.creaf.uab.es/gotilwa+/download.htm>
- **COMAP:** Marco de evaluación de la mitigación que ayuda a identificar el modo más económico de ofrecer servicios y productos forestales al país, a la vez que se reducen las emisiones de GEI o se secuestra más carbono en el sector del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. <http://ies.lbl.gov/COMAP>

Datos de entrada comunes de un escenario de referencia en un modelo forestal:

- Densidad de la madera
- Índice de biomasa húmeda-seca
- Porcentaje de biomasa aérea
- Densidad del carbono de la biomasa
- Tasas de deforestación y forestación
- Datos sobre el volumen de negocios de las reservas forestales.



Ejemplos de modelos agrícolas

- **CAMFor**: Modelo de cálculo gratuito basado en Excel que rastrea el carbono de la biomasa que se encuentra por encima y por debajo del nivel del suelo, el carbono del suelo, los residuos del suelo forestal y los productos de la madera. tinyurl.com/6nfzvel
- **EX-ACT** : Ofrece estimaciones ex-ante del impacto de proyectos de desarrollo de la agricultura y silvicultura en materia de emisiones de GEI y secuestro de carbono, mostrando sus efectos en el porcentaje de carbono. Se basa en prácticas de gestión y uso de la tierra y utiliza los valores por defecto del IPCC. www.fao.org/tc/exact/en/
- **ROTH-C** : Modela el volumen de negocios de carbono orgánico de los suelos de praderas y bosques basándose en tipo de suelo, temperatura, grado de humedad y cobertura vegetal. Se requieren 10 datos de entrada para obtener el contenido total de carbono orgánico de la superficie del suelo a largo plazo. tinyurl.com/7mkyh9k
- **BIOME BGC** : Modelo de procesamiento ecológico que se puede usar para simular los flujos de carbono, nitrógeno o agua a través de los diferentes ecosistemas. Los datos de entrada incluyen datos meteorológicos, características geomorfológicas y del suelo del lugar, y datos ecofisiológicos sobre la vegetación (más de 50 datos de entrada en total). www.ntsg.umd.edu/project/biome-bgc
- **ALU**: El software controla un recopilador para el inventario que estima las emisiones de GEI y las absorciones procedentes de actividades de la agricultura y silvicultura. Ayuda en la evaluación del potencial de mitigación apoyándose en datos del inventario para determinar las tendencias de las emisiones asociadas con alternativas de gestión. Se basa en las orientaciones del IPCC. <http://www.nrel.colostate.edu/projects/ALUsoftware/>

Datos de entrada comunes de un escenario de referencia en un modelo agrícola:

- Niveles de actividad (p. ej., cantidad de cabezas de ganado por tipo, toneladas de nitrógeno que se aplican al suelo a través de fertilizantes, etc.)
- Factores de emisión
- Condiciones climáticas
- Información específica sobre gestión de cultivos.



MÓDULO E6

Conclusiones



Conclusiones: Escoger un método

- El método más «apropiado» para un equipo depende de los recursos disponibles, la experiencia en la elaboración de modelos, las circunstancias del país y los sectores clave
- Tanto los métodos cualitativos como las herramientas cuantitativas pueden ayudar a establecer prioridades y ofrecer información para los programas de mitigación
- La mayoría implican la evaluación de acuerdo con una serie de criterios u objetivos convenidos
- Los métodos cualitativos pueden usarse tanto antes como después de llevar a cabo análisis cuantitativos/de modelos
- La mayoría de modelos de mitigación se han centrado en enfoques ascendentes debido a la falta de modelos econométricos listos para usar
- Los modelos sofisticados pueden ser útiles cuando se dispone de muchos datos y conocimientos técnicos, sino, resultan más recomendables las herramientas sencillas y de fácil manejo
- Las herramientas específicas de cada sector pueden complementar a los modelos integrados: ayudan a ver las opciones antes de incluirlas en escenarios integrados generales y ofrecen datos adicionales más detallados sobre la adecuación de las opciones

Recursos adicionales para herramientas de elaboración de modelos

- La Alianza Clima y Desarrollo (CDKN) ha creado un nuevo sitio web que ofrece exámenes de alto nivel de una amplia gama de herramientas adecuadas para la mitigación (y adaptación) del cambio climático:

www.climateplanning.org

- El SEI gestiona una lista de modelos para la elaboración de modelos energéticos y para la planificación de la mitigación del cambio climático en el sector energético: <http://tinyurl.com/mitmods>
- El Laboratorio Nacional de Energías Renovables de EUA (NREL) ha desarrollado el sitio web OpenEI que gestiona enlaces a software y datos adecuados para planificar la mitigación del cambio climático en el sector energético:

<http://en.openei.org>



Recursos

- Sathaye, J. y Meyers, S. 1995. *Greenhouse Gas Mitigation Assessment: A Guidebook (Manual para la evaluación de la mitigación de los gases de efecto invernadero)*; Kluwer.
<http://ies.lbl.gov/iespubs/iesgpubs.html>
- Halsnaes, K.; Callaway, J.M.; Meyer, H.J. 1999. *Economics of Greenhouse Gas Limitations: Methodological Guidelines. (Economía de las Limitaciones de los Gases de Efecto invernadero: Pautas Metodológicas.)* Centro de Colaboración del PNUMA sobre Energía y Medio Ambiente, Dinamarca.
<http://uneprisoe.org/EconomicsGHG/MethGuidelines.pdf>
- Swisher, J.; Januzzi, G.; Redlinger, R.Y. 1997. *Tools and Methods for Integrated Resource Planning. (Herramientas y métodos para la planificación integrada de recursos)*. Centro de Colaboración del PNUMA sobre Energía y Medio Ambiente, Dinamarca.
<http://www.uneprisoe.org/IRPManual/IRPmanual.pdf>
- Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html
- Herramientas de desarrollo compatibles del CDKN para el ámbito del cambio climático: <http://climateplanning.org/>
- Orientaciones transnacionales generales sobre cómo adaptar modelos (agrícolas y de UTCUTS).
http://www.carbonpro.org/documents-models_guidelines.asp



Temas para el debate

- ¿Qué información adicional necesita para poder escoger el método para la elaboración del modelo?
- ¿Se adaptan bien los modelos existentes a las necesidades de sus evaluaciones de comunicaciones nacionales?
- ¿Cómo se pueden abordar mejor las necesidades de formación de su país?

