



**Ejercicios de Práctica para la Selección de  
Opciones de Mitigación de GEIs.**  
Para LEAP y Excel

March 2006



## **Contenidos**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LOGÍSTICA.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTO NACIONAL .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>EJERCICIO UNO: EVALUACIÓN DE MITIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
4.1	PRIMERA PARTE: EVALUACIÓN CUANTITATIVA.....	4
4.2	SEGUNDA PARTE: EVALUACIÓN CUALITATIVA.....	9
<b>5</b>	<b>EJERCICIO DOS: CÓMO CREAR UN ESCENARIO DE MITIGACIÓN EN LEAP .....</b>	<b>10</b>
5.1	BREVE INTRODUCCIÓN A LEAP.....	10
5.2	REVISIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA .....	12
5.3	CÓMO INGRESAR DATOS DE MITIGACIÓN EN LEAP .....	16
5.4	VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS EN LEAP.....	19

# 1 Introducción

Estos ejercicios de computación están diseñados para introducir al usuario en algunas de las técnicas básicas utilizadas en la Evaluación de la Mitigación de GEI.

Se realizarán dos ejercicios simples que ayudarán a adquirir algunas de las habilidades necesarias para llevar a cabo un análisis de mitigación de GEI.

1. **En el Ejercicio Uno**, se realizará una evaluación estática simplificada de opciones de mitigación, que constará de dos partes principales.
  - En la primera parte, se completará una hoja de cálculo simple que estima algunos de los principales indicadores cuantitativos usados en la evaluación de la mitigación, incluyendo el potencial de reducción de las emisiones de GEIs para cada opción de mitigación (en toneladas equivalentes en CO<sub>2</sub>) y los costos (en US\$ anualizados por tonelada equivalente en CO<sub>2</sub>).
  - En la segunda parte, se combinarán estos resultados con un análisis cualitativo de varios criterios de evaluación diferentes con el objeto de desarrollar una matriz general de evaluación.
2. **En el Ejercicio Dos**, se usará LEAP, una de las más recientes herramientas de modelado disponibles, que fue descrita en este taller, para crear un escenario simple de mitigación de GEIs. Para crear este escenario se utilizarán algunos de los datos desarrollados en el primer ejercicio de evaluación estática, los que serán ingresados al análisis dinámico integrado de energía y mitigación de GEIs de LEAP. Se usará LEAP para crear algunos de los gráficos y tablas que se suelen incluir en las comunicaciones nacionales sobre mitigación.

## 2 Logística

El grupo debe dividirse en equipos de 2 ó 3 personas para los aspectos cuantitativos de estos ejercicios. Para los ejercicios cualitativos, se deben formar equipos de entre 5 y 10 personas, elegir un moderador para coordinar la discusión, y un secretario que tomará notas y preparará una breve presentación (de 5 minutos) para el plenario.

Los organizadores del taller proporcionarán información sobre cómo se procederá a la división en equipos y qué espacios usará cada uno.

### 3 Contexto Nacional

Si bien la información presentada en estos ejercicios es ficticia, puede ser de utilidad imaginar un país hipotético, de manera de poder evaluar mejor algunos de los criterios cualitativos.

El contexto es, entonces, un país en vías de desarrollo que crece con rapidez. Su población urbana cuenta con un nivel total de electrificación y tiene niveles de ingreso promedio cercanos a los de la OCDE. La población rural más pobre tiene acceso muy limitado a los servicios modernos de energía, y depende en gran medida de combustibles obtenidos de la biomasa para cubrir sus necesidades básicas.

El clima del país es cálido, y la densidad de población es baja. Tiene gran potencial para la forestación y la energía solar, y también cuenta con buenos recursos eólicos. El potencial para expandir el sistema de energía hidroeléctrica es bueno, pero limitado. Sin embargo, las áreas más adecuadas para el desarrollo hidroeléctrico son también las más densamente pobladas, por lo cual cualquier desarrollo en este sentido requerirá el reasentamiento de gran cantidad de personas.

### 4 Ejercicio Uno: Evaluación de Mitigación

#### 4.1 Primera Parte: Evaluación Cuantitativa

El objetivo de este ejercicio es realizar una evaluación cuantitativa simplificada de las opciones de mitigación de GEIs. Para completar este ejercicio será necesario trabajar con el programa *Microsoft Excel*. Se presupone que los usuarios estarán familiarizados con los aspectos básicos de dicho programa.

Para comenzar, abrir la planilla de Excel denominada “**screening.xls**”.

Esta planilla contiene, completado en forma parcial, un cálculo de evaluación de la mitigación de GEIs desarrollado para una serie ficticia de datos<sup>1</sup>. Esta planilla se compone de varias hojas, cada una de las cuales contiene una posible opción de mitigación. Se puede acceder a las distintas hojas haciendo *clic* en las solapas que se encuentran en la parte inferior de la pantalla de Excel.

Las opciones que se incluyen en la planilla sólo pretenden ilustrar el uso de las técnicas de evaluación; NO se las debe interpretar como recomendaciones de opciones de mitigación para algún país en particular, puesto que están basadas en datos puramente ficticios. Más aún, dichas opciones no constituyen una lista exhaustiva de opciones de mitigación que podrían estar disponibles en un país.

---

<sup>1</sup> La planilla se basa en una herramienta de análisis denominada “GACMO”, desarrollada por el PNUMA y SEI.

Las posibles opciones de mitigación incluidas en la planilla son:

- Uso de cocinas de GLP en lugar de cocinas de carbón vegetal en hogares urbanos.
- Uso de motores eficientes en el sector industrial.
- Uso de heladeras eficientes en el sector residencial.
- Mejores niveles de consumo específico de los vehículos en el sector transporte.
- Calor y potencia combinadas (CHP) en el sector industrial.
- Generación eléctrica por medio de energía hidroeléctrica.
- Generación eléctrica por medio de paneles solares fotovoltaicos.
- Reforestación como una forma de ampliar la capacidad de los sumideros de GEIs.

La planilla incluye dos solapas adicionales (hojas) denominadas “Hipótesis” y “Curva de Costos”.

- **La hoja de Hipótesis** contiene las características principales de las fuentes usadas en las planillas, con sus correspondientes factores de emisión y precios. También incluye otras unidades, tales como la tasa de descuento usada para anualizar los costos y el Potencial de Calentamiento Global (GWP) de los tres GEIs incluidos en este análisis simplificado: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>.
- **La hoja de Curva de Costos** se usa para trazar una curva de costos para todas las opciones analizadas en la planilla. La curva de costos indica la reducción acumulativa de GEIs provenientes de sucesivas opciones de mitigación (las toneladas equivalentes en CO<sub>2</sub> evitadas) con respecto al costo por unidad de la reducción de GEIs (por ej., \$/Ton.) Una propiedad de la curva es que el área debajo de la misma muestra el costo total de las emisiones evitadas. La curva se dibuja a medida que se completan los datos para la opción en cuestión en cada hoja. Puede ser necesario reordenar las filas en la hoja de curva de costos para que ésta se trace en forma correcta.

Este ejercicio ilustra un método simple para elaborar una curva de costos, denominado “**enfoque parcial**”. En este enfoque:

- Cada tecnología se evalúa en forma separada y se compara con una tecnología de referencia.
- Las reducciones de emisiones y costos generales se crean combinando opciones, aunque sin asumir interacción alguna entre las opciones.

Este enfoque es simple de realizar, pero no toma en cuenta las posibles interacciones entre las opciones. Por ejemplo, los costos y el potencial de mitigación de las opciones de eficiencia de la demanda dependerán de qué tipo de tecnologías de oferta se usen para generar electricidad. En estos ejercicios sencillos, no se tienen en cuenta estos problemas, y se asume directamente que la electricidad es provista por la composición eléctrica promedio de referencia. En realidad, las opciones de mitigación de la oferta (por ej., más energía hidroeléctrica) podrían afectar la intensidad de carbono de la composición de la oferta, y por lo tanto, el nivel real de emisiones que se pueden evitar por medio de alguna medida de eficiencia de la demanda.

Otro aspecto a tener en cuenta es que este análisis será estático: sólo se considerarán los ahorros que podrían conseguirse en un solo año: el 2030. Luego, en el segundo ejercicio, se usará una herramienta dinámica de modelado, LEAP, para crear escenarios integrados que examinen cómo evolucionarían en el tiempo tanto las opciones de referencia como las de mitigación desde el año base 2000 hasta el 2030.

A pesar de estos problemas, este **enfoque parcial** puede ser igualmente útil para realizar un cálculo estimativo inicial de los costos y potenciales de la mitigación de GEIs, y es por lo tanto el método que se usará en este primer ejercicio.

### **Ejercicio de la planilla**

Usar la siguiente información sobre cada opción para completar la hoja y elaborar una curva de costos con su correspondiente tabla de ingreso de datos que describa el potencial de reducción de emisiones de GEIs de cada opción de mitigación (en toneladas equivalentes en CO<sub>2</sub>) y sus costos (en US\$ anualizados por tonelada equivalente de CO<sub>2</sub>). Recordar que las descripciones y datos aquí propuestos a los fines del presente análisis son simplificados y ficticios.

Las opciones son:

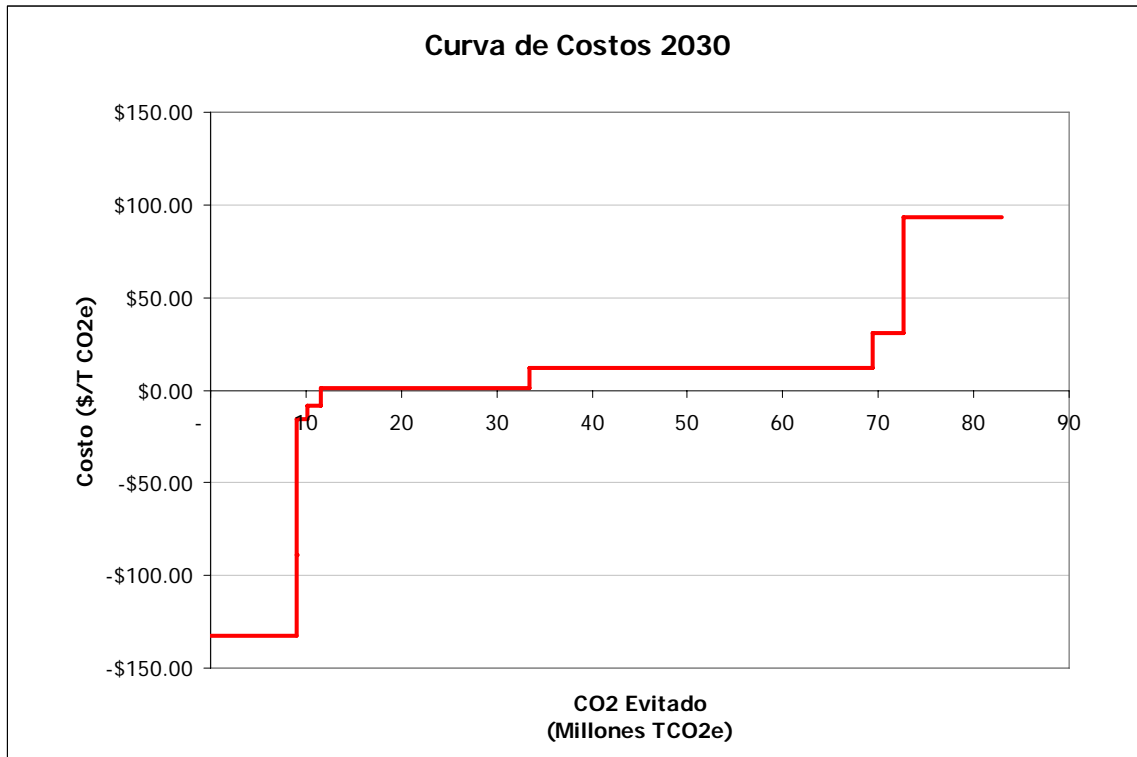
- **Cocinas de GLP:** Para el año 2030, las cocinas de querosén podrían ser reemplazadas por cocinas eficientes de GLP en 3 millones de hogares. Las cocinas de querosén consumen anualmente 8 GJ de energía por hogar, y tienen un rendimiento del 30%, mientras que las cocinas de GLP tienen un rendimiento del 60%. Las cocinas de GLP cuestan US\$ 40 y tienen una vida útil estimada de 8 años; las cocinas de querosén cuestan US\$ 15 y su vida útil es de 5 años.
- **Motores Eficientes en la Industria:** Para el año 2030, se espera que la introducción de motores eléctricos de mayor rendimiento en el sector industrial pueda ahorrar 10.000 GWh de electricidad a un costo de 10 centavos (US\$ 0,1) por KWh.
- **Heladeras Eficientes en los Hogares:** Para el año 2030, las heladeras estándar podrían ser reemplazadas por heladeras eficientes en 1 millón de hogares. Estas heladeras usarán 400 KWh al año, mientras que las heladeras estándar consumen 700 KWh al año. Las heladeras de mayor rendimiento cuestan US\$ 500 y tienen una vida útil de 10 años. Las heladeras estándar cuestan US\$ 300 y tienen una vida útil de 8 años. Se debe considerar como norma una heladera por hogar.
- **Mejores Niveles de Consumo Específico de los Vehículos en el Sector Transporte:** Para el año 2030, nuevas reglamentaciones relativas al consumo específico de los vehículos harán disminuir el consumo específico promedio de los autos de 8.0 litros/100 km. a 6 litros/100 km. Esto afectará aproximadamente a cien mil de vehículos (100.000). Cada vehículo recorre 18.000 km/año. Se espera que estas reglamentaciones se cumplan en la medida que los fabricantes produzcan vehículos de menor tamaño y mayor rendimiento, lo cual significará un

costo agregado de US\$ 500 por vehículo. Los vehículos tienen una vida útil de 15 años.

- **Calor y Potencia Combinadas (CHP) en la Industria:** Para el año 2030, se espera que 20 millones GJ de calor de proceso industrial, ahora producido por calderas de petróleo, puedan ser producidos por centrales CHP más eficientes de gas natural. Las calderas de petróleo tienen una eficiencia del 55%, mientras que las centrales CHP producirían calor a una eficiencia del 50%, junto con electricidad a un 25% (con una eficiencia combinada del 75%). La electricidad se puede vender a la red y se supone que reemplaza a la composición energética promedio de referencia. Para producir esta cantidad de calor, será necesario que la central CHP produzca 800 MW a un costo de US\$ 1400/KW. La vida útil de la plantas CHP se asume de 35 años.
- **Generación eléctrica por medio de Energía Hidroeléctrica:** Hacia el 2030, se podrían instalar aproximadamente 6000 MW de energía hidroeléctrica, que desplazaría al carbón mineral – en un escenario de referencia, la principal central “de base” a instalarse en el futuro sería de carbón mineral. Las centrales hidroeléctricas tendrán una eficiencia del 100%, una disponibilidad esperada del 70% y una vida útil de 35 años. Se estima que los costos de capital de la energía hidroeléctrica serán de US\$ 4000 por KW, y los costos variables de operación y mantenimiento, de US\$ 1 por MWh. La central hidroeléctrica reemplazará a la central de carbón, cuya disponibilidad sería del 70%, su eficiencia térmica del 35%, su vida útil de 35 años, su costo de capital de US\$ 1000 por KW, y sus costos variables de operación y mantenimiento de US\$ 3 por MWh.
- **Sistemas Solares Fotovoltaicos para la Generación Eléctrica:** Hacia el 2030, se podrían instalar 4000 MW de energía solar, lo que nuevamente desplazaría a las centrales “de base” de carbón mineral. Las centrales solares tendrían una eficiencia del 100%, una disponibilidad estimada del 30% y una vida útil de 30 años. Se espera que los costos totales de capital sean de US\$ 4000 por KW, y los costos variables de operación y mantenimiento sean de US\$ 20 por MWh. Dada la baja disponibilidad de la energía solar, los 4000 MW de dicha energía sólo desplazarían alrededor de 1500 MW de centrales de carbón. La central de carbón tendría una eficiencia térmica del 35%, una vida útil de 35 años, un costo de capital de US\$ 1000 por KW, y costos variables de operación y mantenimiento de US\$ 3 por MWh.
- **Reforestación (Incremento de sumideros de GEIs):** Se espera que los proyectos de reforestación cubran 4 millones de hectáreas para el 2030, y que cada hectárea pueda almacenar alrededor de 1.5 toneladas de carbono por año a un costo de US\$ 5 por tonelada por año.

Usar esta información para completar la planilla denominada “screening.xls”. El resultado debería ser una curva de costos como la que se muestra a continuación.

Nombre de la Opción	Millones de Ton. CO2 Potencial de la opción	Millones de Ton. CO2 Mitigación Acumulada	\$/Ton CO2 Costo del CO2 ahorrado	Eje X	Eje Y
Escenario de Referencia	-	-			
Consumo específico veh.	8.98	9	-\$132.38	(8.98)	\$ 43.3
Heladeras eficientes	0.10	9	-\$89.13	(0.10)	\$ 73.5
Cocinas de GLP	1.01	10	-\$15.60	(1.01)	\$ 7.5
CHP Industrial	1.41	12	-\$8.06	(1.41)	\$ 9.4
Forestación	22.00	34	\$1.36	(22.00)	\$ 10.9
Energía Hidroeléctrica	35.92	69	\$12.31	(35.92)	\$ 18.5
Motores Industriales	3.24	73	\$30.86	(3.24)	\$ 62.8
Energía Solar	10.26	83	\$93.65	(10.26)	\$



Tener en cuenta que la curva muestra que los costos aumentan de izquierda a derecha. Las opciones del extremo izquierdo en realidad tienen costos negativos, lo que indica que con estas opciones, la mitigación de GEIs se puede realizar con beneficios netos para la economía.

El área debajo de la curva muestra el total de los costos evitados de emisiones.

## **4.2 Segunda Parte: Evaluación Cualitativa**

En la segunda parte de este ejercicio, se trabajará en grupos con el objetivo de decidir una clasificación general para las opciones de mitigación que se comenzaron a examinar en la primera parte.

Para ello, se deberá completar la matriz de evaluación que se encuentra en el apéndice de estos ejercicios.

Las dos primeras filas de la matriz son para colocar los números que se obtuvieron en la curva de costos en el ejercicio uno.

En las filas restantes se pueden consignar las opciones según el orden que se les asignó sobre la base de un criterio más cualitativo, para lo cual no existe una calificación numérica, o ésta es difícil de precisar.

Cada grupo debe decidir cómo desea calificar cada una de las opciones. Varios métodos son posibles, todos igualmente válidos. Por ejemplo, se puede utilizar:

- Un puntaje (por ej. 0-5 ó 0-10),
- Una clasificación (1<sup>ro</sup>, 2<sup>do</sup>, 3<sup>ro</sup>, etc.)
- Una calificación del tipo “bajo/medio/alto”,
- Un comentario para cada criterio.

Cada miembro del grupo puede “votar” por un puntaje o clasificación, o se puede acordar una calificación de manera más informal.

Una vez que se ha clasificado cada una de las opciones individuales, se tratará de acordar un puntaje o clasificación general para cada opción. Se puede usar un sistema de ponderación, o un proceso más informal. Se solicita documentar en pocas palabras el método elegido.

Luego de completar la matriz de evaluación, se realizará un plenario para presentar brevemente los resultados (3 a 5 minutos por grupo). Cada grupo presentará su curva de costos y matriz de evaluación. También se solicita responder las siguientes preguntas:

- Como grupo, ¿qué proceso se utilizó para completar la matriz de evaluación?
- ¿Cómo se combinó cada uno de los criterios de manera de obtener un solo puntaje o clasificación general?
- ¿Qué aspectos de este análisis se consideran demasiado simplificados como para reflejar condiciones reales?
- ¿Cómo se lo podría mejorar en una evaluación de mitigación real?
- ¿Considera que una matriz de evaluación sería un paso útil a seguir en una evaluación de la mitigación de su propio país?

## 5 Ejercicio Dos: Cómo crear un Escenario de Mitigación en LEAP

En este segundo ejercicio, se trabajará con LEAP, el Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo, para crear un ejemplo muy simple de un escenario de mitigación.

El objetivo de este ejercicio no es entrenar exhaustivamente en el uso de LEAP. Se pretende más bien introducir sucintamente en el uso de algunas partes del sistema, brindar la oportunidad de crear un escenario de mitigación simple, y producir varios informes del tipo de los que se incluirían en una evaluación de la mitigación en una Comunicación Nacional.

El Ejercicio Dos se basa en los datos y resultados obtenidos en la evaluación estática que se realizó en el Ejercicio Uno. En este segundo ejercicio, se ingresarán en LEAP las cinco primeras opciones de mitigación elegidas para crear un escenario dinámico de mitigación que examine cómo se produciría el ahorro de energía y emisiones en el período 2001-2030.

Luego se usará LEAP para crear algunos gráficos y tablas a modo de informes de la cantidad total de emisiones evitadas en el escenario de mitigación, en comparación con el escenario de referencia.

Para simplificar el proceso, se trabajará con un conjunto de datos de LEAP en el que ya se han provisto los datos de un escenario de referencia completo.

### 5.1 Breve Introducción a LEAP

**LEAP** se inicia desde el menú **Inicio/Programas/LEAP**. Una vez que comienza, LEAP exhibirá una pantalla con el título, y luego la pantalla principal, que se muestra a continuación.

En general LEAP funciona como otros programas estándar de Windows, de manera que si el usuario está familiarizado con otras herramientas de Windows, como Microsoft Excel o el Explorador de Windows, podrá comenzar a utilizar el programa en forma inmediata.

LEAP está estructurado como un conjunto de *vistas* diferentes de un sistema energético. La **Barra de Vistas** ubicada a la izquierda de la pantalla, contiene un ícono para cada vista. Para este ejercicio sólo se utilizarán dos vistas:



La **Vista de Análisis**, en la que se ingresarán los datos y se construirá el escenario de mitigación.



La **Vista de Resultados**, donde se examinarán los escenarios calculados en forma de gráficos y tablas.

La **Vista de Análisis** (que se muestra a continuación) contiene otros controles además de la barra de vistas. A la izquierda se encuentra el árbol, que es la principal herramienta para organizar los datos en LEAP. A la derecha se hallan dos paneles conectados. En el panel superior hay una tabla en la que se ven o editan los datos que describen los escenarios. En el panel inferior hay un área que contiene gráficos y tablas que resumen los datos que se ingresaron arriba. En la parte superior de la tabla de ingreso de datos hay barras de herramientas que permiten el acceso a los comandos usados más comúnmente y un menú estándar.

El menú principal y la barra de herramientas permiten el acceso a las opciones principales.

Los datos se organizan en un árbol.

Lista desplegable de escenarios.

Escribir aquí para editar datos.

Cambiar las vistas del Área aquí.

Branch Name	Expression	Escala	Unidades	Por
Household	8	Million	Household	
Urban	30	Percent	Share	of Households
Rural	Remainder(100)	Percent	Share	of Households

Mostrar: Nivel de Actividad

Household: Nivel de Actividad (% Share of Households)

Urban 30%

Rural 70%

30 Urban  
70 Rural

La barra de estado consigna el Área y la Vista actuales.

Los datos se pueden revisar en forma de gráficos o tablas.

A continuación se describen con más detalle las partes principales de la **Vista de Análisis**:

- **El árbol** es el lugar donde se organizan los datos para los análisis tanto de demanda como de oferta (Transformación). El árbol contiene distintos tipos de ramas:
  - 📁 Las **Ramas de Categoría** se usan principalmente para la organización jerárquica de los datos en el árbol.
  - ⚙️ Las **Ramas de Tecnología** contienen datos sobre las tecnologías que consumen, producen y convierten energía.
  - 🟡 Las **Ramas de Fuentes** se usan para indicar recursos, fuentes ingresadas y fuentes de salida de los procesos de Transformación.
  - 🌫️ Las **Ramas de Cargas Ambientales** representan los diversos contaminantes emitidos por las tecnologías de demanda energética y de transformación.
- **Tabla de Ingreso de Datos:** La parte superior derecha de la pantalla muestra una tabla de ingreso de datos donde se pueden ver o editar los datos asociados con las variables de cada rama del árbol. A medida que se seleccionan las distintas ramas del árbol, la tabla de ingreso de datos muestra una serie de “solapas”. Cada solapa corresponde a una variable. Las variables que aparecen dependen de qué parte del árbol se ha seleccionado. La tabla presenta datos relacionados con la variable seleccionada en la solapa.
- **Gráficos/Tabla/Notas:** La parte inferior derecha de la pantalla resume los datos ingresados arriba en forma de gráfico o tabla.
- **Lista Desplegable de Selección de Escenario:** En la parte superior de la tabla de ingreso de datos se encuentra la lista desplegable de selección de escenarios, que se puede usar para seleccionar entre el escenario del **Año Base** y cualquiera de los escenarios de un área. Año Base presenta los datos para el año base del estudio. Los distintos escenarios de LEAP comienzan siempre a partir del año base. En ese ejercicio, se contará con un escenario **de referencia** completo, y luego el usuario ingresará los datos para un escenario de **mitigación**. Para seleccionar entre Año Base y los escenarios, se usa la barra desplegable de selección de escenarios.

## 5.2 Revisión del Escenario de Referencia

En este ejercicio se trabajará sobre un conjunto de datos o **Área** llamada “Ejercicio”. Un Área en LEAP es una descripción completa de un sistema energético particular, en general un país. Se comienza abriendo el Área llamada “Ejercicio”. Para ello se selecciona la opción del menú **Área: Abrir** y luego se selecciona el área llamada “Ejercicio”.

Se comenzará por revisar el Año Base y el escenario de referencia que ya ha sido completado (¡para acortar el ejercicio!).

En primer lugar, se selecciona **Año Base** en la **Lista Desplegable de Escenarios**. Luego se usa el árbol para recorrer la estructura de este conjunto de datos. Abrir primero las

ramas del árbol que se encuentran debajo de la rama de Demanda. Se comprobará que este conjunto de datos es muy simple y global. Las demandas se hallan desglosadas por sectores principales (Residencial, Servicios, Industria, Transporte y Agricultura). Debajo de cada sector se encuentra un conjunto simple de ramas que enumeran las fuentes finales consumidas en cada sector. Cada fuente se muestra en el árbol como una rama de tecnología (🔧). Finalmente, debajo de cada rama se encuentra un conjunto de ramas que especifican las emisiones para cada fuente (🏭). En este ejercicio se especifican emisiones para CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, COVs, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O y SO<sub>2</sub>.

Ahora se analizarán los datos asociados con estas ramas. Para ello se debe hacer *clic* en una de las ramas del sector y mirar las solapas y el panel de datos de la derecha. Se observará que los datos de consumo energético también se especifican de una forma muy simple. Normalmente, en LEAP se especifican por separado los datos que describen **niveles de actividad** (por ej., cantidad de hogares, o pasajeros por km. transportados) e **intensidades energéticas** (GJ/hogares por año o GJ/pasajeros por km.) Luego LEAP los multiplica para calcular la demanda energética total final. Es decir, usa la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo Energético Total Final} = \text{Nivel de Actividad} \times \text{Intensidad Energética Final}$$

Pero en este ejercicio, los datos se especifican de una forma aún más simple. La variable de Nivel de Actividad se ha especificado como “Sin datos”, y los datos de consumo energético total se hallan en la solapa denominada **Intensidad Energética Final**. Es decir, se ha usado la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo Energético Total Final} = \text{Intensidad Energética Final}$$

Ahora se debe seleccionar la solapa de **Intensidad Energética Final**. Se verán los valores del consumo energético total final para cada rama especificados como datos en Millones de Gigajoules. En la parte inferior de la pantalla se reproducen los mismos datos en forma de gráfico.

Luego se deben abrir las ramas que se encuentran debajo de una de las fuentes y mirar la solapa de **Cargas Ambientales**. Se verá una serie de fórmulas que especifican los factores de emisión para cada contaminante por unidad de consumo para esa fuente. En general los factores de emisión se especifican en Toneladas/Terajoules o Kg/Terajoule. Para calcular las emisiones totales de cada contaminante, LEAP simplemente multiplica el consumo energético total por cada factor de emisión usando la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión Total} = \text{Consumo Energético Total Final} \times \text{Factor de Emisión.}$$

Ahora, en la **Lista Desplegable de Escenarios** se debe seleccionar el escenario de **Referencia**. Luego se hace *clic* en una de las ramas del sector y se observa nuevamente la solapa de **Intensidad Energética Final**. En lugar de aparecer un conjunto de valores simples, se ven ahora un conjunto de *fórmulas de series de tiempo* que especifican cómo varía el consumo energético final desde el año base hasta el año final del análisis.

En este ejercicio, todos los valores de las series de tiempo se especifican usando la función **Interp** de LEAP. La función Inter. permite al usuario especificar valores para cualquier año futuro. Luego asume un cambio en línea recta entre los años calculados por medio de una interpolación lineal simple. Por ejemplo, la siguiente función...

**Interp(2000,18, 2010,28, 2020,60, 2030,80)**

...especifica un valor de 18 en el año 2000 y un valor de 28 en el 2010. El valor interpolado que LEAP calcula para el 2005 es entonces de 23.

Se analizará ahora cómo se especifican los datos para el sistema de Oferta Eléctrica. Estos datos se encuentran debajo de las ramas de **Transformación** en el árbol de LEAP. En este programa, los datos de oferta energética se especifican haciendo primero una lista de **módulos** inmediatamente debajo de la rama de Transformación. Estos módulos corresponden a los principales sectores de oferta energética, tales como la generación, transmisión y distribución de electricidad, refinamiento de petróleo, fabricación de carbón vegetal, producción de etanol, extracción de carbón y petróleo, etc. Cada módulo se puede a la vez subdividir en diferentes **procesos**, cada uno de los cuales puede tener una o más **fuentes ingresadas**. Un proceso podría ser un tipo particular de central de potencia o un tipo de instalación de refinamiento de petróleo, por ejemplo. Cada módulo se despacha para producir una o más **fuentes de salida**.

En nuestro ejemplo simple, hay sólo dos módulos: uno de **Transmisión y Distribución** (T&D) de electricidad, y otro debajo de éste de **Generación de Electricidad**. El modulo T&D es muy sencillo: simplemente especifica las pérdidas estimadas durante la transmisión y distribución. El módulo de Generación de Electricidad tiene cuatro procesos que describen la capacidad, disponibilidad, eficiencia y características del despacho por orden de mérito de cuatro tipos de centrales de potencia: carbón, hidroeléctrica, petróleo y solar. Las tres primeras existen en el año base, mientras que la central de energía solar se incluye en tanto es posible que exista en el futuro. Al igual que en el lado de la demanda, todos los datos requeridos para el escenario de referencia ya han sido ingresados para no complicar el ejercicio.

Ahora se cambiará a la **Vista de Resultados** para visualizar algunos resultados asociados con el escenario de Referencia ya completado. Para ello se debe hacer *click* en la vista de resultados, y si LEAP lo sugiriera, se le debe permitir calcular los resultados. Esto debería tomar unos pocos segundos.

Se observarán ahora algunos resultados en forma de Gráficos. La Vista de Resultados presenta numerosas opciones para seleccionar resultados.

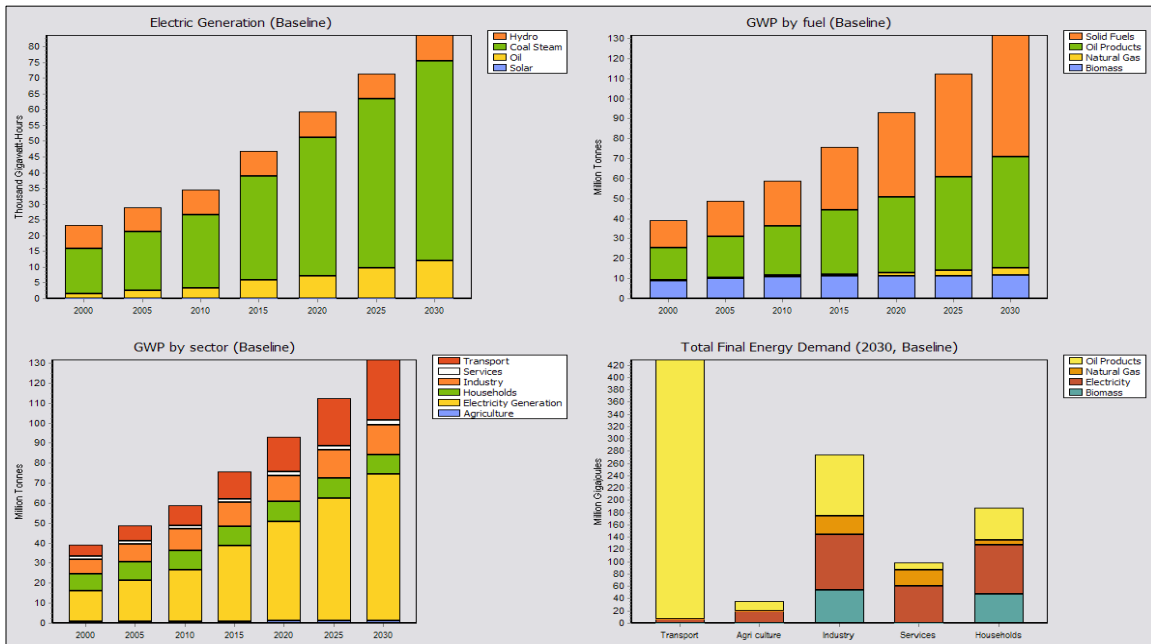
- Usar primero el **árbol** para elegir las ramas para las cuales se desea ver resultados. Por ejemplo, se podría elegir ver demandas en el sector residencial, o emisiones de GEIs para toda el área.
- La lista desplegable de **Resultados** en la parte superior de la pantalla se usa para elegir la categoría de resultados que se desea ver. Hay diferentes tipos de

resultados disponibles en las diferentes ramas del árbol. Por ejemplo, los resultados de demanda energética final sólo están disponibles en las ramas de demanda, mientras que las emisiones y los resultados de GEIs están disponibles tanto en las ramas de demanda como de oferta.

- Dos solapas en la parte superior de la vista permiten cambiar entre **Gráficos** y **Tablas**: ambos formatos contienen la misma información básica.

Se pueden visualizar informes para uno más escenarios, los cuales también se pueden personalizar en una amplia variedad de formas. Además se puede usar la opción “**Favoritos**” para dejar señalados los gráficos más útiles para el análisis.

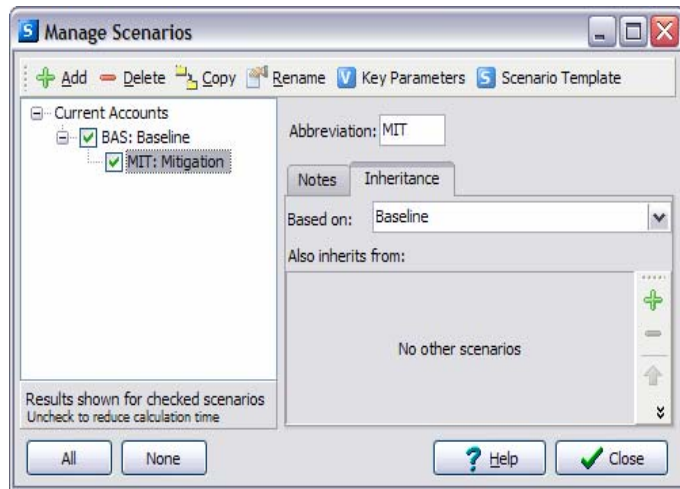
Para facilitar el proceso, se ha pre-configurado una serie de gráficos **Favoritos** que se pueden usar para examinar los resultados. Obsérvense ahora los resultados Favoritos para la **Demanda Energética Total Final en 2030, Generación Eléctrica** y **Potencial de Calentamiento Global** (por sector y por gas de efecto invernadero), que se muestran a continuación.



*Sugerencia: Estos cuatro gráficos se pueden ver en la pantalla de Vistas Generales.*

### 5.3 Cómo Ingresar Datos de Mitigación en LEAP

Ahora ya se está en condiciones de comenzar a especificar el escenario de Mitigación. Se comenzará por crear un escenario de mitigación. Para ello, se debe volver a la **Vista de Análisis** y hacer *clic* en el botón de **Gestionar Escenarios** (S). En la pantalla de Gestionar Escenarios (que se muestra a la derecha), se usa el botón (+) para agregar un escenario nuevo llamado Mitigación. Hay que asegurarse de que este escenario *herede* del escenario de Referencia.



De esta forma, todos los datos y la fórmulas para el escenario de Mitigación serán inicialmente iguales que los del escenario de Referencia.

Por lo tanto, para especificar los datos para el Nuevo escenario, sólo será necesario especificar los lugares en que el escenario de mitigación difiere con el de Referencia. Muchos de los datos del escenario de Referencia (tales como los factores de emisión) permanecerán inalterados.

Ahora se cierra esta pantalla y se vuelve a la Vista de Análisis. Si fuera necesario, se selecciona Mitigación como el escenario activo en la **Lista Desplegable de Escenarios**.

Luego se ingresan datos que representen algunas de las opciones que se estudiaron en el Ejercicio Uno en el escenario de mitigación.

En un estudio real de mitigación sería recomendable realizar un análisis completo orientado a los usos finales, en el que tanto el escenario de mitigación como el de referencia se describan en términos de la posible penetración de diferentes tecnologías. Este tipo de ejercicio es intensivo en datos y requiere mucho tiempo, por lo que excede las posibilidades del presente ejercicio. En este caso, entonces, la mayoría de las opciones se especificarán simplemente ingresando la cantidad de consumo de fuente que se evita (o que aumenta) con relación al escenario de Referencia como resultado de la aplicación de la opción de mitigación.

Se ingresarán ahora datos para la opción cocinas de GLP en los hogares. Si se observa la planilla “screening.xls”, se verá que se espera que esta opción reduzca el consumo de querosén en 24 millones de GJ en el 2030, a la vez que aumente el consumo de GLP en 12 millones de GJ en el mismo año. Se puede suponer que estos cambios comenzarán a

partir de cero en el año base (2000) y aumentarán en forma lineal hasta alcanzar estos valores en el 2030.

Esta información se puede especificar en LEAP de la siguiente forma. Primero, se selecciona la rama de Residencial en el árbol, luego se selecciona la solapa de **Intensidad Energética Final** y se ingresan las dos fórmulas siguientes para las ramas de Leña y GLP. Estas fórmulas deberían invalidar las que fueron heredadas del escenario de Referencia.

Para el Querosén:

### Escenario de Referencia-Interp(2000,0, 2030, 24)

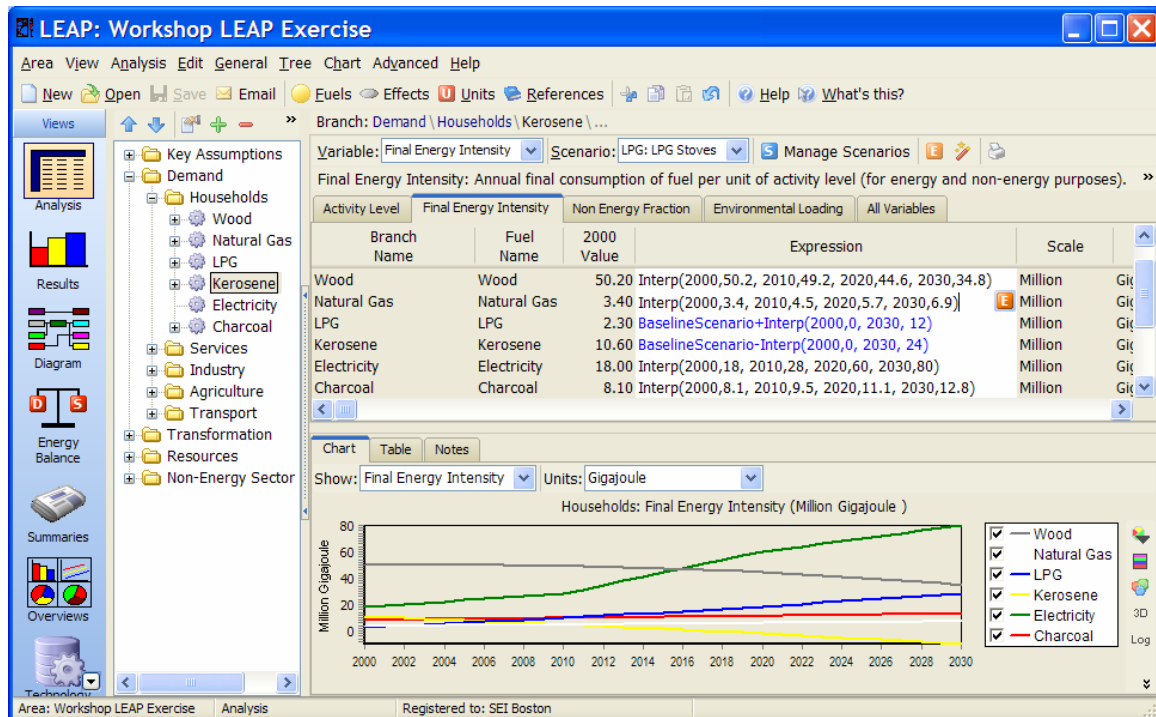
Esta fórmula especifica que el consumo energético de querosén en el escenario de mitigación decrece en forma gradual con relación al escenario de referencia, de manera que hacia el 2030 es menor en 24 millones de GJ.

Para el GLP:

### Escenario de Referencia+Interp(2000,0, 2030, 12)

Esta fórmula especifica que el consumo de GLP en el escenario de mitigación aumenta en forma gradual con relación al escenario de referencia, de manera que hacia el 2030 es mayor en 12 millones de GJ.

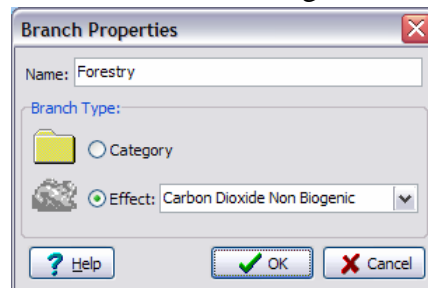
Cuando se ingresan datos en la Vista de Análisis de LEAP, la pantalla debería verse más o menos de la siguiente forma:



Se debe usar este mismo método para continuar especificando los datos para las otras opciones de mitigación que se desea incluir en el escenario de mitigación. No es necesario incluir todas las opciones: se pueden elegir las 4 ó 5 primeras opciones incluidas en el ejercicio de Evaluación de la Mitigación.

La mayoría de las demás opciones se pueden ingresar a LEAP de la misma forma en que se especificaron las opciones para las cocinas de GLP. La especificación de las opciones del lado de la oferta (solar e hidroeléctrica), sin embargo, requieren un poco más de explicación:

- **Cómo ingresar datos para las Opciones de Energía Solar e Hidroeléctrica:** Para estas dos opciones, será necesario ingresar datos en el módulo de Transformación\Generación de Electricidad. Se debe hacer *click* en la rama de Procesos y luego seleccionar la solapa de **Capacidad Endógena**. Esta pantalla permite especificar una serie de centrales que serán agregadas automáticamente y según sea necesario a medida que crecen las demandas de manera de cubrir el margen de reserva planificado que se ha especificado. En este ejercicio, el margen de reserva planificado se ha establecido en 40%. Se observará que en el escenario de referencia, LEAP agregará centrales de Carbón y Petróleo en cantidades de 500 MW y 300 MW respectivamente según sea necesario, de manera de mantener el margen de reserva en o por encima de 40%. Tanto para la opción de Energía Solar como para la de Hidroeléctrica, será necesario cambiar esto agregando primero los procesos de Energía Solar e Hidroeléctrica a esta lista. Para agregar un proceso nuevo a los enumerados en la pantalla de **Capacidades Endógenas**, se hace *click* en el botón Agregar (+) que se encuentra a la derecha de la tabla. Luego se cambian los valores de **Tamaño de la Incorporación** de manera que sean (Carbón: 300, Petróleo: 300, Hidroeléctrica o Solar: 200).
- **Cómo ingresar datos para la Opción de Forestación:** A diferencia de las demás opciones, la opción de mitigación de Forestación es una opción del sector no-energético. Su aplicación no tiene ningún efecto directo en el sector energético del que fundamentalmente se ocupa LEAP. Sin embargo, esta opción también se puede caracterizar de manera muy simple en LEAP. Se selecciona la rama de **Efectos del Sector No-Energético** en el árbol y luego se hace *click* en el botón Agregar (+) que se encuentra arriba del árbol para agregar una rama. Se la puede llamar “Forestación” y se puede seleccionar un contaminante asociado: Dióxido de Carbono (Biogénico). La pantalla se debería ver como la que se muestra a la derecha.
- Se hace *click* en **OK** para volver a la Vista de Análisis, y en la tabla de ingreso de datos se usa una fórmula para especificar las emisiones almacenadas en el escenario de Mitigación en el 2030 (22 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>). Se debe



recordar configurar el factor de escala y las unidades en Millones y Toneladas respectivamente. Se deben ingresar las emisiones almacenadas como un valor negativo porque constituyen un sumidero neto en comparación con el escenario de Referencia. Una forma de ingresar esto sería utilizando la siguiente fórmula:

**EscenariodeReferencia-Interp(2000,0,2030, 22)**

## 5.4 Visualización de Resultados en LEAP

Luego de completar los datos para el escenario de mitigación, se debe cambiar a la Vista de Resultados y usar nuevamente la opción del menú Favoritos para ver los resultados del escenario, y para compararlo con el escenario de Referencia.

Comparar los resultados obtenidos con los que se muestran a continuación. Estos resultados se basan en un escenario que incluye todas las opciones de mitigación excepto la Solar. Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos serán diferentes si e incluyó un conjunto distinto de opciones en el escenario de mitigación.

