

# **Herramientas para la Formulación de Política Energética: el Análisis Prospectivo en la Construcción de Escenarios Energéticos y el Uso de Modelos para su Formalización.**

*Autores: Ing. MCs. José Somoza Cabrera, Dpto. Industria y Energía  
Lic. Pedro Álvarez Medero, Dpto. Prospectiva y Métodos*

## **Introducción**

El trabajo da continuación a las tareas de investigación sobre el tema de energía enmarcadas en el PCTR “Recopilación Estadística y Análisis Prospectivo de la economía Energética y su Impacto Ambiental” y recoge, en particular, aspectos relevantes sobre la utilización de la prospectiva y los modelos energéticos como elementos fundamentales para la formulación de Políticas Energéticas.

El objetivo central está enfocado en el tema de los escenarios energéticos y la utilización del modelo LEAP para la materialización práctica de esta actividad (escenario de referencia) para el caso de Cuba, y presentar los pasos objetivos que se vienen dando, en el marco de este proyecto, para la elaboración de escenarios energéticos (de referencia y alternativos), por parte de los departamentos de Industria y Energía y de Prospectiva y Métodos, ambos del INIE.

En cuanto al uso del modelo LEAP, lo que se persigue es, en primer lugar, demostrar las posibilidades de esta herramienta en el proceso de planificación y evaluación de escenarios, trabajando a diferentes niveles de medición de la energía (neta o útil), o utilizando módulos (hogares, transporte, por ejemplo) particulares o a nivel de balance energético. La reproducción de la matriz energética nacional a partir del LEAP es presentada para validar la utilización y manejo del modelo y la información requerida.

Sin embargo, se hace un recorrido por un conjunto de temas vinculados al proceso de formulación de la política energética, abordándose, con una óptica crítica, algunos conceptos estrechamente relacionados con la naturaleza de de la formulación de la política energética, la planificación de sector, su aporte a la sustentabilidad de la política de desarrollo socioeconómico, el carácter de la política energética, el reajuste sobre las concepciones del papel del Estado, ante el virtual fracaso de la política neoliberal asumida a inicios de los años 80 del siglo pasado; el papel de los agentes fundamentales involucrados en el sistema energético y la importancia estratégica de conocer sus reacciones ante los objetivos e instrumentos de política y conflictividad entre ellos ante los diferentes instrumentos propuesto, con el fin de lograr la viabilidad de la política, entre otros temas.

## ***La conceptualización de sustentabilidad del desarrollo y la política energética.***

Existe consenso entre los especialistas en los temas de economía energética y entre los formuladores de política en este campo en concebir la política energética en sus diferentes niveles como una especificación particular de la política nacional de desarrollo y que por tanto tiene fuertes eslabonamientos con la promoción de una mayor sustentabilidad del desarrollo socio económico<sup>1</sup>.

En efecto, los impactos del sistema energético sobre la dinámica socioeconómica y sobre el entorno natural, ya sea, en el primer caso, como insumo fundamental de las actividades productivas, como recurso exportable o sector de importantes inversiones; y en el segundo, a través del abastecimiento y el consumo; son extremadamente importantes para la sustentabilidad del desarrollo de una nación.

Es así que valdría la pena hacer una revisión sobre los conceptos que se manejan internacionalmente en cuanto a lo que se le ha dado en calificar como desarrollo sustentable.

El rápido crecimiento registrado por la economía mundial a raíz de la terminación de la Segunda Guerra Mundial hasta mediados de la década de los años 60, hizo que se olvidara, o al menos no se le diera prioridad necesaria, la incidencia de los aspectos sociales y ambientales en el proceso de desarrollo económico<sup>2</sup>. Sin embargo, ya en esta década el llamado “período de Oro del crecimiento económico” comenzó a evidenciar síntomas de crisis.

Ya en los primeros años de la década de los 70 comienzan a manifestarse preocupaciones referidas a los impactos del crecimiento económico sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Antes de este momento las preocupaciones fundamentales en cuanto a los problemas del desarrollo hacían énfasis en la escasez del capital físico y financiero (ahorro insuficiente) y eventualmente sobre la dotación y calidad de los recursos humanos, admitiendo implícitamente la inexistencia de restricciones en lo que se refiere a recursos naturales y a la capacidad de asimilación de los impactos ambientales resultantes del modelo de desarrollo imperante.

Tal modelo de desarrollo implicó un manejo depredador del medio ambiente (extinción de especies, deforestación, contaminación de las aguas y el aire resultantes de acelerado

---

<sup>1</sup> Ver: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

<sup>2</sup> El crecimiento en el período referido se sostuvo esencialmente sobre la base del paradigma tecnológico gestado durante la Guerra, donde los sectores metalmecánica y petroquímico se constituyeron en los motores impulsores del mismo. En este período el crecimiento industrial alcanzó una tasa anual del 6%, mientras que el consumo de energía comercial más que se triplicó entre los años 1950 y 1973. Ver: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

proceso de urbanización e industrialización) con serios efectos sobre la salud y calidad de vida humana; y aunque las principales manifestaciones de esta “agresión” han sido de carácter local, agravando en muchos casos las condiciones de pobreza de las regiones de menor desarrollo económico, la preocupación predominante sobre el tema se centra en los efectos de carácter global, vinculados a los potenciales impactos sobre la atmósfera de las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero (GEI).

En 1987, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) definió el concepto de desarrollo sostenible como un ***“desarrollo que satisface las necesidades del presente sin menoscabar la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”***<sup>3</sup>. Esta definición, tan general, pudiera ser aceptable para la mayoría de los especialistas si no fuera porque, dada su generalidad, no queda claro con qué noción de equidad se plantea la satisfacción de las presentes generaciones, así como tampoco cuál sería el manejo de medio ambiente que permitiría garantizar que no se menoscabe la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

Por otra parte, la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, en su informe titulado “Nuestra Propia Agenda” establece, entre otros aspectos, las bases de una estrategia para un desarrollo sustentable, definido como ***“un desarrollo que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, proteja al medio ambiente nacional y mundial en beneficio de las futuras generaciones y mejore genuinamente la calidad de vida”***<sup>4</sup>.

El concepto más “moderno” de desarrollo coloca al ser humano en el centro de todas las consideraciones, enfocándose hacia todo aquello que les ocurre a las personas y por extensión a la sociedad.

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) conceptualiza el desarrollo como “el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo, y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas”<sup>5</sup>.

Este concepto abre el abanico de dimensiones relevantes a tener en cuenta:

- Dimensión económica y social: educación, salud y empleo.
- Dimensión política: libertades políticas como opción de las personas y la sociedad.
- Dimensión ambiental: entorno físico.

Sin embargo es la dimensión temporal la que completa el concepto de desarrollo humano sustentable, ya que es evidente la existencia de fuertes consecuencias del accionar presente

---

<sup>3</sup> CMMAD, “Nuestro futuro común”, Oxford University Press, Oxford, 1987.

<sup>4</sup> Esta Comisión es impulsada conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con el apoyo de la CEPAL y del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

<sup>5</sup> PNUD: Desarrollo Humano: Informe 1992, publicado para el PNUD, Bogotá, 1992.

sobre las posibilidades futuras de desarrollo. En este sentido, la conceptualización más aceptada sobre el desarrollo sostenible está referida a aquel tipo de desarrollo humano que a la vez que satisfaga las necesidades de las presentes generaciones, no comprometa la capacidad de las futuras para satisfacer las propias<sup>6</sup>.

En esta conceptualización está presente un elemento relevante y primogénito que es el referido a la precondition de la satisfacción de las necesidades presentes para alcanzar la sustentabilidad del desarrollo humano. Evidentemente, no es posible considerar desarrollo ni humano, ni sostenible una situación como la actual, donde una parte significativa de la población mundial tenga niveles de ingreso extremadamente bajos y que por lo tanto vean seriamente comprometido el acceso a los servicios básicos de alimentación, salud, educación, y energía<sup>7</sup>.

Existe una relación dialéctica entre las tres dimensiones anteriores ya que se refuerzan mutuamente en una especie de círculo vicioso (o virtuoso): ingresos bajos impacta negativamente sobre las posibilidades de acceso a servicios de salud y de educación adecuados, lo que a su vez incide desfavorablemente en las oportunidades de obtener empleos de mejor calidad (mejor remunerados); a su vez las carencias de adecuados niveles de educación afectan directamente sobre la dimensión política del concepto de desarrollo, en el sentido de que una forma práctica de entender y ejercer plenamente los derechos políticos es mediante el acceso generalizado de las masas a la educación y la cultura, lo cual constituye, además, uno de los principales derechos cívicos y humanos refrendado en la Declaración de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas. Por último, es evidente el impacto de estos elementos sobre la dimensión ambiental.

Existe consenso entre los economistas en que esta relación intergeneracional no significa que las futuras tengan que heredar un Mundo con la misma cantidad de recursos, sin embargo, el desarrollo sostenible exigirá una compensación adecuada por el uso de los recursos naturales agotables, como es el caso de los combustibles fósiles y la degradación del medio ambiente, por ejemplo aumentando los bienes producidos a un nivel tal que garantice un estándar de vida, al menos, igual al que disfrutaban las generaciones de hoy.

Aquí surge un elemento polémico relacionado con el grado en que los recursos de infraestructura y conocimientos, por una parte, y los recursos naturales (incluyendo el medio ambiente), por otra, pueden sustituirse.

Existe una línea de pensamiento donde se conceptualiza el desarrollo sostenible como sinónimo de ecoeficiencia, asumiendo el mercado como mecanismo racional de asignación de recursos (la “mano invisible” a la que se refirió Adam Smith en su trabajo “Investigación sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones”),

---

<sup>6</sup> World Commission on Environment and Development (WECD) “Our Common Future”, New York-Oxford. 1987.

<sup>7</sup> Estimaciones de Naciones Unidas arrojan cifras realmente dramáticas en este sentido: 1.5 billones de habitantes del planeta tienen ingresos promedios diarios inferiores a un dólar USA; 800 millones están mal nutridos, cerca de 2 billones de persona (1/3 de la población mundial) no tienen acceso a ninguna forma de energía comercial y por supuesto a los servicios de electricidad.

complementado con la idea que supone que los problemas ambientales y ecológicos surgen de la ausencia de “derechos de propiedad” bien definidos sobre los recursos naturales y los servicios ambientales.

Otro grupo de especialistas entienden que el desarrollo sostenible implica no solo la creación de riqueza, la transición a la eficiencia y la conservación de los recursos y el capital natural, sino también su distribución justa, tanto entre los miembros de la sociedad actual como entre estos y las futuras generaciones. Cuestionan la eficiencia de los mercados como mecanismo racional de asignación de los recursos y en particular como asignador de valores actualizados para las externalidades irreversibles (destrucción de especies o agotamiento de recursos naturales no renovables como el petróleo), o inciertas, causadas por la actividad económica, y para valorar adecuadamente las necesidades de las futuras generaciones y las preferencias de las personas más pobres y de otros actores distantes. En este sentido es importante señalar cómo se le comienza a dar relevancia al tema de justicia distributiva no solo intergeneracional sino también, y con énfasis, intrageneracional.

Desde el punto de vista estrictamente económico (neoclásico), los problemas ambientales tienden a centrarse en las fallas sistémicas que acusan los mercados en la asignación de recursos, dada por la ausencia de precios y regímenes efectivos de propiedad, sumadas a la inequidad distributiva de los costos y beneficios hacia la sociedad de las acciones que afectan el medio ambiente, y a la existencia de mercados incompletos para numerosos servicios y recursos naturales. De acuerdo a esta perspectiva, estas fallas pueden solucionarse si los agentes económicos y sociales reciben señales adecuadas en cuanto a la producción y consumo a través de políticas públicas y regulaciones bien diseñadas; sin embargo existe también consenso entre casi todas las corrientes de pensamiento de que el sistema económico actual no incorpora “correctamente” los costos de las externalidades ambientales.

Por otra parte, los puntos más importantes de discusión que surgen a partir de esta visión estrictamente económica de la sustentabilidad, se refieren a la compatibilidad entre los criterios de eficiencia económica y la sostenibilidad del desarrollo, y la manera de determinar el nivel óptimo de conservación de los recursos naturales no renovables y del acervo del capital natural.

En este sentido, cabe mencionar el enfoque de “sostenibilidad débil”, según el cual para garantizar un flujo de consumo no decreciente a las futuras generaciones lo que debe conservarse es el acervo total de capital, entendido en un sentido amplio como la capacidad total de la producción con que cuenta la sociedad y que incluye el capital físico (infraestructura), natural y humano. Dicha base de capital es lo que le otorgaría a las generaciones futuras la posibilidad de seguir produciendo bienestar económico y garantizar un flujo de consumo no decreciente. En síntesis, se supone la posibilidad de sustitución entre los distintos tipos de capital, en donde la tasa de inversión debe ser lo suficientemente alta para compensar las pérdidas de capital natural y la depreciación del capital físico y asegurar un nivel de consumo no decreciente en el futuro.

Así la tasa de inversión o de acumulación del capital, en este sentido amplio, es la variable fundamental para el logro del desarrollo económico sostenible. La inversión incluiría

también todos aquellos esfuerzos destinados a preservar la base de recursos naturales y la capacidad de los ecosistemas de seguir soportando la capacidad productiva y los flujos de servicios ambientales.

Sin embargo, no está clara la relación de sustitución entre los diferentes tipos de capital. Este fenómeno es ilustrado por Daly y Cobb<sup>8</sup> de la siguiente forma: **“si una comunidad puede perfeccionar sus embarcaciones o adquirir más barcos, aumentará la captura de pescado. Sin embargo, esto constituye una verdad a medias, puesto que una vez que se alcance el umbral biológico de reproducción sostenible de la zona pesquera, el incremento de la flota o la incorporación de nuevas tecnologías solo aceleraría el deterioro del ecosistema marino hasta llegar a su agotamiento. A partir de ahí no sirve de nada la supuesta sustitución que, en los hechos, habría llevado a la ruina económica de la comunidad”**.

Este fenómeno de sustitución entre distintas formas de capital se comienza a evidenciar también en el terreno energético. El tema trata sobre las señales de alerta lanzadas por un estudio de un grupo de geólogos independientes con relación a lo que ellos llaman “el fin del petróleo barato”. El argumento central es: las reservas de hidrocarburos es un hecho natural, físico y que depende de la economía en un sentido estrecho para la extracción de ciertas reservas de alto costo (por ejemplo los yacimientos en aguas profundas) o el desarrollo de combustibles no convencionales, pero las mismas son el resultado de complejísimo procesos físicos, químicos y geológicos ocurridos hace unos 90 millones de años y que no parece posible que dichos eventos se reproduzcan en el tiempo a escala humana y por incentivos económicos e innovación tecnológica.<sup>9</sup>

La problemática planteada por este grupo de geólogos (Laherrere et al, 1998) estriba en que a mediano plazo la producción global de petróleo “barato” empezará a declinar y que las expectativas de un gran consumo para el año 2020 se podrán cubrir si las reservas fueran 1000 millones de barriles superiores al nivel de las reservas muy probables hoy<sup>10</sup>.

Estos investigadores basan sus consideraciones en el análisis estadístico de los descubrimientos de hidrocarburos en los últimos 20 años, a partir de las cuales **“no es posible ser tan optimista como para esperar que, ahora si, se presentará un gran milagro tecnológico, y el crudo necesario para garantizar la demanda de 120 millones de barriles diarios en el 2020 empezará a aparecer”**<sup>11</sup>.

La confianza en el desarrollo tecnológico, que resolvería este problema, no parece ser la misma a la que acompañó los importantes éxitos de las décadas de los 70 y 80, por ejemplo, la perforación en aguas profundas. La brecha entre los resultados exploratorios y el

---

<sup>8</sup> Ver: CEPAL (2002): “Equidad, desarrollo y ciudadanía”, capítulo No. 13 “Consolidar los espacios del desarrollo sostenible”, y en particular Daly, H.D y Cobb, J.B. (1989): “Para el bien común”. Fondo para la Cultura Económica. México.

<sup>9</sup> Ver: Carlos Guillermo Alvarez (2002): “Colombia: una década de privatización de las rentas petroleras ante una crisis energética en ciernes”, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>10</sup> Ver: Colin J. Campbell and Jean H. Laherrere (1998): “The end of cheap oil”, Scientific American.

<sup>11</sup> Ver trabajos de Laherrere et al, en [www.oilcrisis.com/laherrere](http://www.oilcrisis.com/laherrere), en particular su participación en OPEP sobre evaluación de reservas.

incremento de la demanda es creciente. Los datos consolidados de nuevos descubrimientos en el año 2001 muestran incrementos de las reservas de crudo, incluyendo líquidos de gas natural, en unos 8000 millones de barriles, mientras que el consumo superaba los 27000 millones.

Tales estadísticas muestran que los esfuerzos exploratorios, cuya cumbre fue en 1982 (con 11000 pozos), no ha logrado reponer en ningún caso desde 1980 el gasto anual de la dotación mundial de hidrocarburos. El problema de la escasez de petróleo barato parece ser una realidad que amenaza el futuro inmediato y pone en evidencia, como en el ejemplo de la comunidad pesquera los límites del enfoque de la sustentabilidad débil.

La conceptualización anterior está recogida por la **Economía Ambiental y de los Recursos Naturales**, corriente de pensamiento surgida a finales de los años 60, de profundas raíces neoclásicas y propulsora de la posibilidad de cuantificar monetariamente y de manera convincente, los costos y beneficios de las decisiones de los agentes económicos y sociales sobre el medio natural y el resto de los actores no involucrados con las mismas (externalidades), y que con tales señales el mercado sería el mecanismo más eficiente para la asignación de los recursos y la determinación, por tanto, del nivel óptimo de degradación ambiental.

Sin embargo, esta escuela de **Economía Ambiental y de los Recursos Naturales**, no es más que el resultado de la evolución del pensamiento social y de la actitud de los sistemas socioeconómicos en su interacción con la naturaleza. Una visión a “vuelo de pájaro” del debate que ha existido en torno a este tema permite identificar, al menos cinco enfoques diferentes, incluyendo el de la Economía Ambiental antes visto, acerca de las relaciones entre medioambiente o sustentabilidad medioambiental y desarrollo económico<sup>12</sup>.

1. **La Economía de Frontera:** considera a la naturaleza como un conjunto ilimitado de recursos o bienes libres que pueden ser explotados indiscriminadamente. Este enfoque está asociado a la aplicación de políticas liberales con respecto a la calidad del medioambiente y se ha pretendido justificarlo con la necesidad de crecimiento económico acelerado. Desde el punto de vista tecnológico ha predominado el uso de tecnologías intensivas en energía (combustibles fósiles, en lo fundamental) y otros insumos (como fertilizantes en la agricultura y agua en la agricultura y la industria), así como la disposición de desechos de forma no regulada.
2. **La Ecología Profunda:** a diferencia de la Economía de Frontera, sugiere la búsqueda de la armonía entre el desarrollo y el medio ambiente sobre la base de una supeditación del hombre a la naturaleza, lo que implica un bajo perfil tecnológico y una reducción de la población. En esta conceptualización considera tanto el consumo humano como el crecimiento económico intrínsecamente perjudiciales desde el punto de vista ecológico y considera que todas las especies que habitan el planeta tienen igual valor. Es así que tanto esta corriente como la de Economía de Frontera pueden considerarse los extremos del abanico conceptual de la relación sistema socioeconómico naturaleza.

---

<sup>12</sup> Ver: Somoza Cabrera, José (2003): “Desarrollo Sostenible: un acercamiento desde la óptica del uso de la energía”, mimeo.

3. El paradigma de la **Protección Ambiental**, comienza a cobrar relevancia en la década de los años 60 en los países industrializados, como respuesta a los problemas ambientales derivados de los modelos de desarrollo que caracterizaron la primera mitad de la centuria pasada en correspondencia con el enfoque de Economía de Frontera. Este enfoque supone el uso de tecnologías y estrategias de manejo ambiental que **limiten los impactos al medioambiente una vez que estas se produzcan** y propugnan por la utilización de mecanismos administrativos y regulaciones (políticas de mando y control) para enfrentar el deterioro del entorno. Este enfoque da un tratamiento separado a las políticas de protección ambiental y a las de desarrollo económico.

En el decenio de los 80 surge el enfoque del manejo de los recursos naturales bajo el criterio de **“economizar” el medio ambiente**, a partir del informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente “Nuestro Futuro Común”, en 1987, donde se plantea por primera vez el concepto de desarrollo sostenible<sup>13</sup>.

El planteamiento se basa en que el entorno es un recurso frágil que debe ser administrado de manera sostenible, en correspondencia con los principios económicos para la asignación de recursos escasos. La sostenibilidad planteada se basa, a su vez, en la aplicación preferente de mecanismos de asignación de mercado y sobre el principio de que “el que contamina paga” en contraposición a los mecanismos administrativos de regulación. En este sentido, este enfoque de economizar el medio ambiente tiene gran afinidad con los basamentos teóricos de la Economía Ambiental.

En el plano tecnológico se plantea como líneas prioritizadas para reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente, el incremento de la eficiencia energética, el fomento de las fuentes renovables de energía y la estabilización de la población.

4. Más recientemente ha cobrado fuerza el **paradigma del ecodesarrollo**, presente en el debate internacional desde la década del 70. Tal enfoque pretende integrar coherentemente los factores y objetivos sociales, económicos y ambientales involucrados en el concepto de desarrollo sostenible, desde una perspectiva de largo plazo y haciendo énfasis tanto en la **equidad intergeneracional** (generaciones separadas temporalmente, sobre la que en un principio se define la sustentabilidad) como en la **equidad intrageneracional** (la misma generación separada por diferencias de tipo socioeconómico, de género, entre otras).

Desde el punto de vista tecnológico, este enfoque aboga por el uso de las llamadas “ecotecnologías”, esto es, tecnologías diseñadas para el aprovechamiento de las energías renovables, el reciclaje de recursos, la agricultura de bajos insumos, el uso de nuevos materiales y las producciones de baja densidad material. **Es considerado como el primer**

---

<sup>13</sup> En el informe se ofrece una definición de desarrollo sostenible que a criterio de muchos especialistas resulta engañosamente simple. “Ya que no sabemos cuáles serán las necesidades de las generaciones futuras, o cómo se verá afectada la utilización de los recursos por el cambio tecnológico, la noción de desarrollo sostenible no puede ser precisada y no sorprende que se hayan contabilizado hasta cuarenta definiciones diferentes de ella”. Anthony Giddens (1999): “La tercera vía. La renovación de la socialdemocracia”.

**enfoque que encierra una visión de futuro, donde se trata de forma balanceada las experiencias y prioridades tanto de los países desarrollados como de los “países en vías de desarrollo.”<sup>14</sup>**

El **ecodesarrollo o Economía Ecológica**, se presenta como una crítica del enfoque neoclásico de la Economía Ambiental, en el sentido de que adopta un modelo de balance material para mostrar la dependencia del proceso económico respecto a la naturaleza de donde provienen los insumos del proceso productivo y hacia donde van los desechos de los mismos. De este modelo se deriva la conclusión de que el medio ambiente tiene una gran capacidad para proporcionar recursos naturales destinados a satisfacer los requerimientos humanos; a la vez tiene una gran capacidad para absorber los desechos provenientes del sistema socioeconómico, **pero ambas capacidades son limitadas**<sup>15</sup>.

Según esta escuela existen tres elementos en conflicto que requieren de acciones de política que contribuyan a moderar o eliminar tal conflictividad. Estos son: **i)** eficiencia económica, que se debe garantizar con la asignación óptima de recursos; **ii)** justicia social, que se debe asegurar con políticas coherentes de redistribución del ingreso; y **iii)** sustentabilidad, que requiere de tener en cuenta consideraciones sobre la escala óptima de utilización del medio natural.

En cuanto a este último punto, los autores de esta línea de pensamiento, suponen cuatro principios operacionales relacionados con la escala óptima de utilización del medio ambiente:

- Principio fundamental. Limitar la escala humana de producción a un nivel que, si no es óptimo, esté al menos dentro de la capacidad de carga sostenible de medio natural.
- El progreso tecnológico para el desarrollo sostenible debe tener como propósito el incremento de la eficiencia más que el aumento de los niveles de producción.
- Los recursos renovables deberán ser explotados sobre bases sostenibles, de forma tal que se maximicen las ganancias sin provocar la desaparición del recurso, lo cual suponen tasas de explotación que no excedan las tasas de regeneración de los recursos y niveles de emisión de desechos que no excedan la capacidad de asimilación del medio.
- Los recursos no renovables deberán ser explotados a una tasa similar a la de creación de sus sustitutos renovables<sup>16</sup>.

Por último los autores de la Economía Ecológica señalan la imposibilidad de una “internalización” convincente de las externalidades negativas provocadas por las actividades productivas de los agentes económicos sobre el resto de la sociedad y en particular sobre la sociedad futura, dado el simple hecho de que ésta no participa (**no**

---

<sup>14</sup> Ver: Pichs Madruga, Ramón (1999): “La dimensión global del desarrollo sostenible”, AUNA CUBA, Análisis de Coyuntura, No.4

<sup>15</sup> Ver: Patin, D. (1994): “The Economics of Sustainable Development in Small Caribbean Islands”, Trinidad and Tobago.

<sup>16</sup> Ver Daly, H. en D. Patin (1994).

**existe)** en los mercados actuales. Sin embargo, no se excluye el uso de los instrumentos de política que propone la Economía Ambiental para mitigar los daños de la actividad humana sobre la naturaleza<sup>17</sup>

Con relación al tema de la sustentabilidad del desarrollo económico, en las décadas de los 60 y 70, el debate estuvo centrado en los problemas del crecimiento económico en contraposición con la calidad ambiental, y en el cual se planteaba el carácter irreconciliable y en conflicto de los objetivos de crecimiento y conservación del entorno, reflejando, básicamente los problemas más graves de contaminación existentes en los países desarrollados.

Sin embargo, ya en la década de los 80 se comenzaba a considerar a ambas variables como potencialmente compatibles. Lo que se discute hoy no es la necesidad o no de crecer sino de cómo tiene que ser este crecimiento, apoyado por desarrollos de importancia en las técnicas para medir y evaluar los daños y beneficios ambientales derivados de la actividad productiva, con énfasis particular sobre los efectos indirectos de la contaminación en la salud y la productividad; y se hace un enfoque más integral del manejo de los recursos naturales.

En el debate actual se incluyen también los problemas ambientales y de desarrollo de las naciones subdesarrolladas y no solo la problemática del agotamiento de los recursos no renovables, presente ya en los debates iniciales en los 60 y 70, sino a los temas del manejo de los recursos renovables, de particular importancia para los países subdesarrollados al incluirse recursos tan vitales para su desempeño y sometido a las fuertes presiones que sobre los mismos imponen los nuevos patrones de desarrollo económico neoliberal, como es el caso de los recursos hídricos, la biomasa y el suelo.

No obstante la tesis de desarrollo sostenible así definida adolece, en el mejor de los casos, de cierta ambigüedad en su propia definición, lo que ha condicionado la aparición de múltiples definiciones del término en función de disímiles circunstancias e intereses particulares de los autores. Dos elementos que apoyan lo anterior: **i)** se identifican las disparidades socioeconómicas prevalecientes en el mundo de hoy, pero no se reconocen los mecanismos socioeconómicos perversos que han generado y continúan generando tales desigualdades; **ii)** en buena medida como consecuencia de la limitación anterior, se hace énfasis en los temas de equidad referido a las generaciones futuras, esto es equidad intergeneracional, soslayando el tema de la equidad intrageneracional, lo que de hecho constituye un punto clave para la comprensión de problema del desarrollo sostenible y la búsqueda de soluciones comunes para alcanzarlo, dado el carácter globalizado de sus implicaciones<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Ver: Martínez Alier, J. (1994): "La Economía Ambiental y la Internalización de las Externalidades", PNUMA, Foro Ambiental vol5, No.9.

<sup>18</sup> En este sentido una vez más queda claro que para la mayoría de la población mundial, residente en el llamado "Tercer Mundo", tan definición de desarrollo sostenible resulta insuficiente, pues sería muy difícil pensar en no comprometer las habilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades cuando los requerimientos básicos del presente no están cubiertos.

## **Política Energética: objetivos e instrumentos**

### **Naturaleza de la política energética**

Existe cada vez un mayor consenso en el carácter derivado de la política energética y de que la misma es responsabilidad ineludible del Estado. Esta concepción, que pudiera parecer obvia y que guió todo el proceso de reforma económica e institucional durante la primera mitad del siglo pasado, tuvo fuertes cuestionamientos a partir de la entronización del paradigma neoclásico de desempeño económico a nivel global a partir de la década de los años 80 y adoptado en la mayoría de los países latinoamericanos a inicio de los años 80.

En este período, los procesos de reforma de los sistemas energéticos en la región, enmarcados dentro de la reestructuración general de las economías nacionales fue impulsado desde los órganos políticos del Estado, en un intento de adaptación a las nuevas condiciones imperantes en el plano internacional, partiendo de las difíciles condiciones macroeconómicas y las fuertes restricciones impuestas por el abultado nivel de deuda externa<sup>19</sup>.

Los cambios introducidos en las modalidades de coordinación en el sector energético y la modificación del papel del Estado hacia la ejecución de actividades subsidiarias han significado de manera más o menos acentuada el surgimiento de conflictos principalmente entre los intereses sociales y privados, al no tenerse en cuenta las características propias de cada sistema socioeconómico o los propósitos y aspiraciones de la sociedad. Dichos conflictos se ven reflejados en la incapacidad para adoptar políticas de expansión de los servicios energéticos, de uso racional de la energía, planificar las inversiones en el sector, dado el hecho que ahora son agentes privados los que controlan la mayor parte de la actividad del sector, con una racionalidad deferente, guiada a la obtención de beneficios en el corto plazo<sup>20</sup>.

La política de desarrollo dirige su atención a los aspectos estructurales del sistema socio económico, por lo que está implícito su carácter de largo plazo. Los elementos básico que la componen pueden agruparse en dos grandes conjuntos íntimamente vinculados, las políticas de corte general (de precios e ingresos, de empleo y formación de recursos humanos, comercial, financiera, institucional, tecnológica, medioambiental, entre otras) y las de corte sectorial (minera, agrícola, forestal, industrial, transporte, energética).

Concebida de este modo, la política energética se corresponde con el corte sectorial de la política socioeconómica de largo plazo (de ahí su carácter derivado), sin embargo, la misma

---

<sup>19</sup> Ver: Somoza Cabrera, José (1998): “Reformas en el Sector Energía en América Latina y el Caribe. Experiencias y lecciones para el caso de Cuba”. Revista “Cuba Investigaciones Económicas”, No. 3 y 4.

<sup>20</sup> El cambio de los derechos de propiedad y la preponderante participación de los agentes privados en la toma de las decisiones en la asignación de los recursos muchas veces entran en conflicto con los intereses de los diferentes grupos sociales, en especial de aquellos más afectados con las reformas ya que por lo general sus aspiraciones exceden las posibilidades de satisfacción en el corto o mediano plazo. Por otra parte, son crecientes las reservas, aun en un horizonte temporal más amplio, en cuanto a si la dinámica económica sea suficiente y los mecanismo de redistribución funcionen de modo que permitan dar respuestas a las aspiraciones sociales. Ver: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

puede trascender los marcos sectoriales sobre todo en los países donde las exportaciones o importaciones de energía son un determinante fundamental del desempeño macroeconómico y las decisiones u objetivos vinculados a las mismas desbordan, con mucho, la política del sector energético.

Por último, el Estado tiene la responsabilidad ineludible de diseñar y poner en marcha una política energética activa, en el sentido de que no puede dejar en manos de los agentes privados las decisiones sobre la asignación y uso de los recursos, ya que de hacerlo la coincidencia de los objetivos privados y los sociales solo podría darse en el hipotético caso de que no existieran efectos externos a los mercados, ni recursos de propiedad común y que las racionalidades de ambos fueran absolutamente iguales<sup>21</sup>.

Entre las razones por las cuales se justifica la intervención del Estado en el sector energético se pueden describir las siguientes:

- La racionalidad de las decisiones individuales de los actores no incorporan necesariamente los objetivos que tienen prominentemente un carácter global (de beneficio para la sociedad en su conjunto). En este caso la intervención del Estado no solo es deseable sino obligada.
- Las características particulares del propio sector energético, entre las cuales están: **i)** producción de bienes esenciales para el funcionamiento del sistema productivo y el bienestar de la población; **ii)** la explotación de recursos naturales de carácter estratégicos; **iii)** el uso de bienes públicos; **iv)** el carácter marcadamente oligopólico o monopolístico no disputable de su producción; **v)** la existencia de importantes rentas originadas por el uso de los recursos naturales escasos; y **vi)** existencia de importantes costos externos (externalidades) de carácter social y ambiental, sobre todo en el caso de que las decisiones sobre el sector sean de tipo descentralizadas e imperen los mecanismos del mercado.
- La introducción de modelos de coordinación de mercado puede mejorar la eficiencia productiva de las empresas, pero está lejos de asegurar el cumplimiento de otros importantes objetivos del desarrollo humano sustentable como, por ejemplo, los de cobertura de los requerimientos básicos de energía (en cantidad y calidad)<sup>22</sup>.
- Las fuerzas resultantes de los procesos de globalización y reformas internas en los países no deben ser consideradas como fuerzas superiores a las del propio Estado Nacional, donde los procesos formales de diseño de las políticas socioeconómicas se desarrollan en el marco jurídico institucional que le asignan tales atribuciones,

---

<sup>21</sup> Obviamente, la realidad está muy alejada de la situación hipotética planteada, lo cual hace necesaria la intervención activa del Estado en los sistemas energéticos. Ver: "Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas". Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

<sup>22</sup> Ver: "Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas". Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

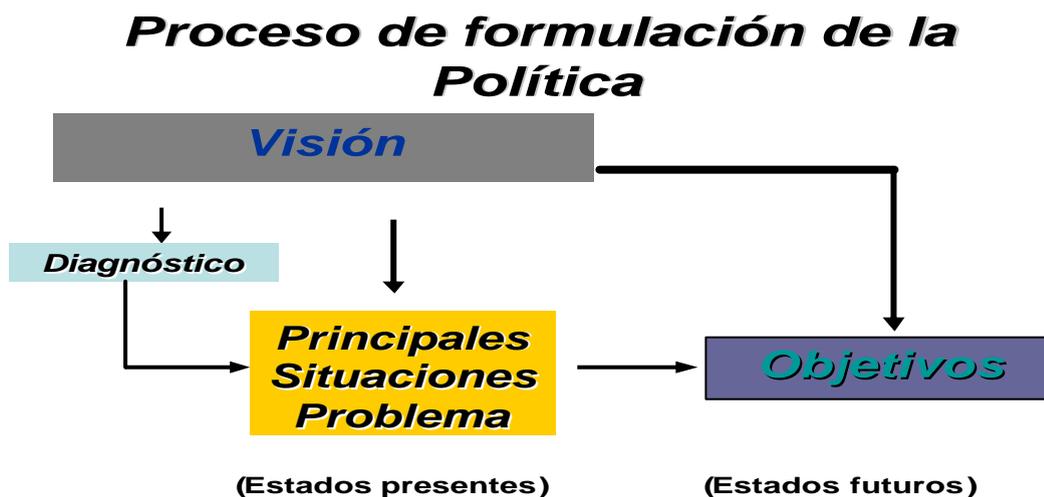
por tanto y en consecuencia la política energética tiene que desenvolverse en ese marco fundamental.

### Elementos claves en el proceso de formulación de política energética

El proceso de formulación de política energética se inicia a partir de la constatación de la existencia de divergencias entre lo que se tiene y lo que se desea tener, por lo que se plantea que el proceso de diseño de política energética gira en torno a la respuesta a tres preguntas claves estrechamente vinculadas: **de qué se parte; a qué se aspira y cómo actuar.**

De un estado inicial se busca llegar a una situación deseada (visión), pasando por una serie de estados intermedios cada vez más próximos a la situación final. El tránsito se realiza por medio de la ejecución de un conjunto de **acciones o actividades** que se corresponden con los **instrumentos** seleccionados en relación con cada una de las **líneas estratégicas** definidas para cada **objetivo** planteado. Las estrategias son revisadas y ajustadas en la medida que se van alcanzando las metas fijadas para cada etapa y de acuerdo con la disponibilidad de recursos, siempre teniendo en cuenta las condiciones del entorno, así como los cambios observados y previsibles.

#### Grafico No.1



Fuente: Fuente: Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

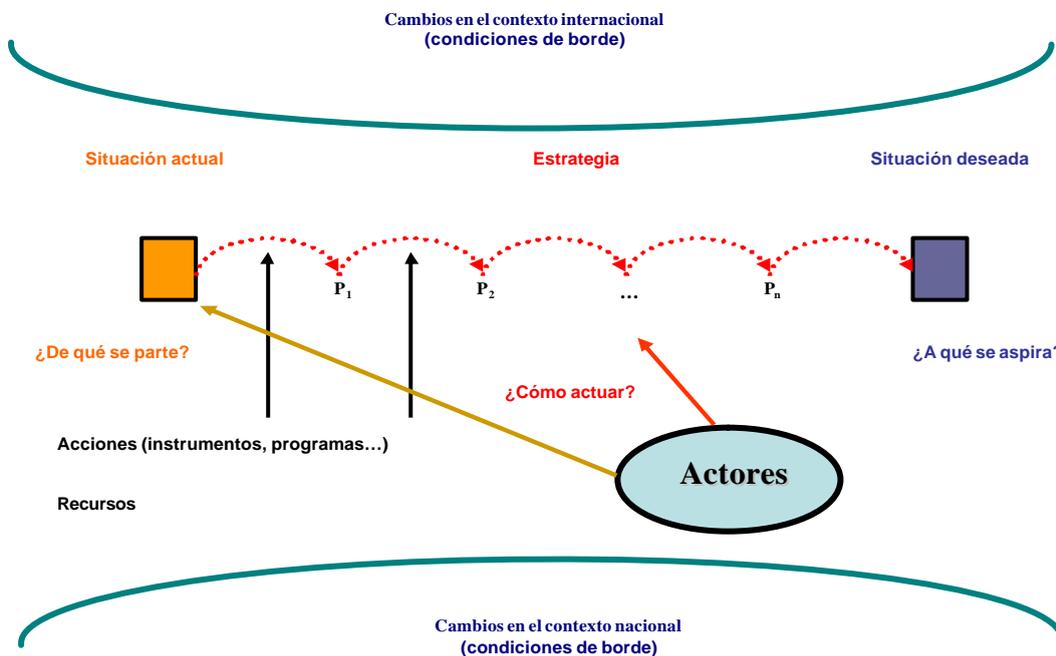
Dentro de este planteamiento, los objetivos identificados dentro de la formulación de política responden a la pregunta de **qué** se pretende alcanzar como situación deseable en el futuro. Por su parte, las líneas estratégicas habrán de establecer el cómo se piensa lograr ese tipo de situación futura. Los instrumentos habrán de constituir los con qué lograr plasmar esas estrategias y, por último, las actividades o acciones a través de las cuales se logra concretar el uso de los diferentes instrumentos, responden a la pregunta **de por medio de qué** se efectivizará la implementación de la política energética.

La determinación de los objetivos de la política energética estará estrechamente relacionada a la conceptualización antes presentada de esta como derivada de la política

socioeconómica y por tanto de los impactos que el sistema energético produce sobre el crecimiento económico, el nivel de vida de la población y la calidad del medio ambiente. Así la relevancia de los problemas vinculados con las dimensiones del desarrollo, que puedan escogerse como objetivos de la política energética, tienen una clara relación con la intensidad de los impactos antes señalados.

**Grafico No. 1**

## Formulación de la Política: Enfoque Metodológico



Fuente: Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas". Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Es claro, además que cuando se hace referencia a la promoción de la sustentabilidad del desarrollo a partir de las políticas energéticas se está pensando en el aporte que desde los aspectos vinculados al sistema energético, puede realizarse a una política general de desarrollo sustentable. En el cuadro No. 1 se presenta, sin la pretensión ofrecer un listado exhaustivo, un conjunto de objetivos de la política energética tendientes a promover el desarrollo sustentable.

<b>Cuadro No.1 Objetivos de Política Energética en apoyo al Desarrollo Sustentable</b>
<b>Dimensión política</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soberanía e independencia nacional</li> <li>• Espacio de maniobra amplio para la política</li> <li>• Influencia internacional del país</li> <li>• Seguridad de las instalaciones energéticas ante conflictos</li> <li>• Equilibrio del poder político económico (estatal y privado)</li> </ul>
<b>Dimensión económica</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia económica</li> </ul> <p>Eficiencia productiva (producción a costo mínimo)</p>
<b>Cuadro No.1 (continuación)</b>
Eficiencia estructural (estructura que garantiza producir a mínimo costo)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad del suministro energético</li> </ul> <p>Externa: continuidad en las importaciones</p> <p>Interna: continuidad en el abastecimiento</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de los productos energéticos</li> <li>• Impacto macroeconómico favorable:</li> </ul> <p>En el PIB, la inflación, la balanza comercial, el empleo, la formación bruta de capital fijo (inversión), en las finanzas públicas, en el flujo estable de ingresos fiscales (impuestos y rentas) y en la autosuficiencia energética razonable.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación de las rentas económicas por parte del Estado</li> </ul> <p>Recursos del subsuelo</p> <p>Recursos hídricos</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Racionalidad en el uso de las rentas asociadas a las fuentes de energía</li> <li>• Mayor valor agregado en las cadenas energéticas</li> <li>• Productos más elaborados</li> <li>• Oferta diversificada de servicios</li> <li>• Confianza de los actores en la regulación y en el ente regulador</li> </ul>
<b>Dimensión social</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura total de los requerimientos básicos de energía de la población</li> <li>• Costo mínimo para los hogares</li> <li>• Oferta energética diversificada</li> <li>• Continuidad del suministro</li> <li>• Acceso a fuentes de mayor calidad</li> <li>• Existencia de fuentes de financiamiento para la compra de equipos</li> </ul>
<b>Dimensión ambiental</b>
Aire, agua y suelos libre de contaminantes
Biodiversidad fuera de peligro en su ambiente natural
Ecosistemas escasamente perturbados
Uso sostenible de la leña
Racionalidad en la explotación de los recursos energéticos fósiles
Racionalidad en el manejo de las fuentes hídricas

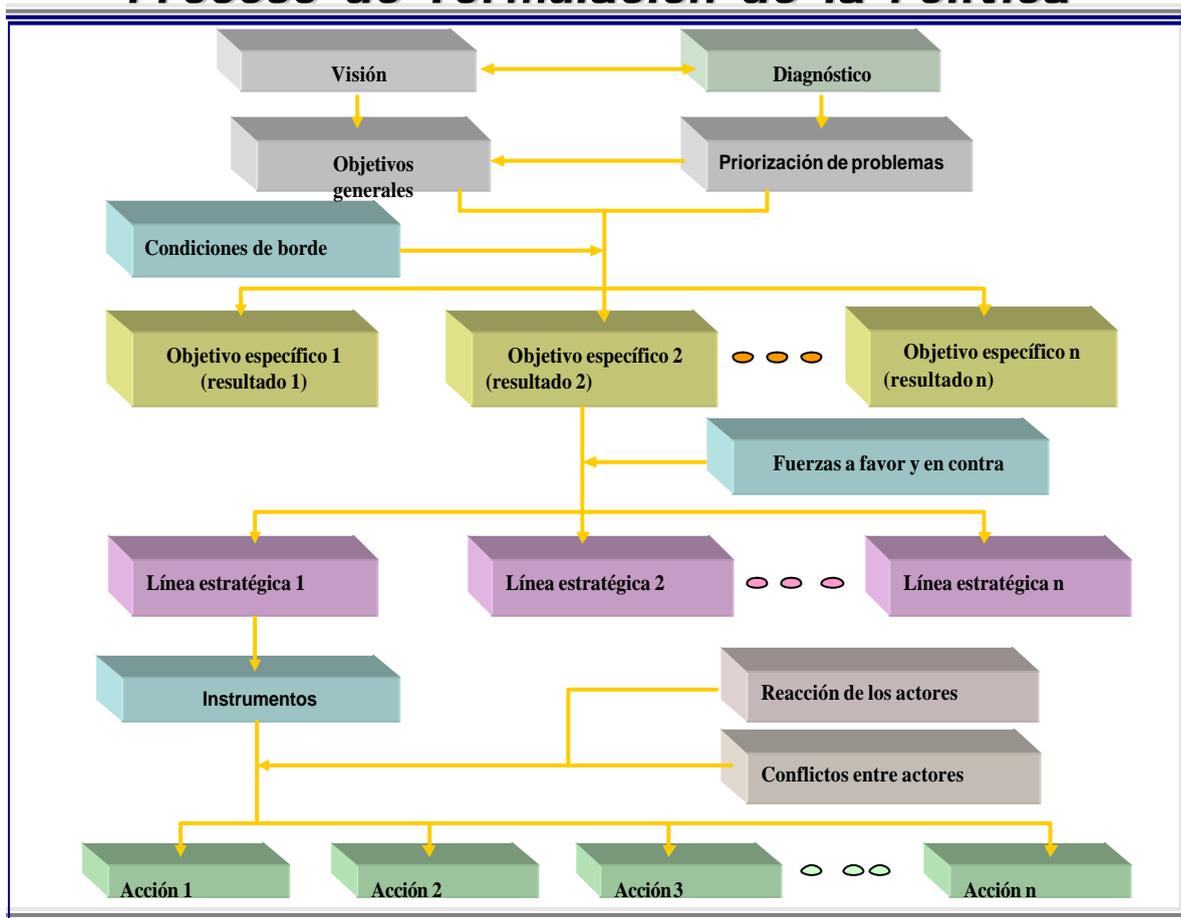
Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Según este enfoque de formulación de política, es recomendable limitar la elección de objetivos a aquellos que se consideren más relevantes desde la perspectiva de la visión o situación futura deseada, lo cual implica establecer un orden de prioridad dentro del conjunto de objetivos-problemas inicialmente identificados en el diagnóstico de la situación actual del sector energético. En la práctica un criterio final para establecer una selección limitada de los objetivos, está dado por el grado de contribución que la concreción de los mismos tiene para la sustentabilidad del desarrollo.

La idea central de la formulación de políticas utilizando este enfoque es la identificación, en primer lugar de los **objetivos específicos** que contribuyan a la realización del **objetivo general**, y en segundo término, de las **acciones** de política más adecuadas para el logro de estos.

Gráfico No.3

## Proceso de formulación de la Política



Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

La **visión** establece, de manera general, a qué se aspira mediante la implementación de la política energética, una vez que se ha completado el análisis diagnóstico de la situación de partida e identificado las principales limitaciones. Es decir, la **visión** es una imagen general del futuro que posteriormente será particularizada a través de objetivos generales y específicos. Un ejemplo de visión es expuesto en el siguiente cuadro.

### **Cuadro No.2 Visión**

**El Sistema Energético está estructurado de manera tal que cumple un papel importante en el proceso de desarrollo sustentable.**

En este enfoque de formulación de política es común el planteamiento de la visión como una situación alcanzada, sin embargo, en realidad se trata de un estado al que se desea llegar, mediante una serie de acciones ordenadas y coherentes, que van transformando la situación de partida de sistema energético.

Asociada a la visión se encuentra un conjunto de objetivos generales que guían el desarrollo de todos los sistemas energéticos nacionales. Estos para el caso de Cuba pudieran resumirse en el siguiente cuadro.

### **Cuadro No.3 Objetivos generales**

- Sostenibilidad: se benefician tanto las actuales como las futuras generaciones en relación al crecimiento y distribución del ingreso, la calidad de vida y la preservación de la habitabilidad del entorno.
- La energía eléctrica es el principal portador energético empleado por la economía y se genera utilizando como insumos tanto los combustibles fósiles, con mínimo impacto ambiental, como las fuentes renovables de energía.
- Los combustibles convencionales son en lo fundamental de producción nacional y se comercializan combustibles no convencionales provenientes del procesamiento de las biomásas en instalaciones con tecnologías de avanzada.
- Acceso garantizado a los servicios de electricidad para el 100% de la población, utilizándose en el caso de las poblaciones residentes en lugares aislados tanto sistemas puros de energías renovables como híbridos con plantas diesel.
- Se incrementa la eficiencia energética en todos los sectores de la economía como resultado de la implementación de un conjunto de medidas para el uso racional de la energía, modernización e inversión en equipos y tecnologías de alta eficiencia energética.
- Existe un alto nivel de actualización tecnológica en los campos de las energías renovables (hidrógeno, celdas combustibles, entre otras).
- Existe un marco legal y regulatorio que favorece el desarrollo energético sostenible.

Fuente: Curbelo, Alfredo: presentación en el II Taller de Energía en Apoyo a la Toma de Decisiones, CUBAENERGIA, junio del 2002.

La transformación de los problemas en objetivos específicos exige el análisis de las condiciones de borde y su posible evolución. Por ejemplo deben ser consideradas como condiciones de borde relevantes para la formulación de política energética la evolución del contexto internacional, entre los cuales pueden señalarse los siguientes<sup>23</sup>:

- Tendencias de los mercados de capitales: incremento de la competencia por atraer inversiones, tanto a nivel de países como entre regiones lo cual ha implicado la desregulación casi completa de los mercados de capitales.
- Evolución de los mercados regionales de capitales: grado de desarrollo muy incipiente y vulnerable a la inestabilidad de los flujos financieros.
- Posición de los organismos internacionales y multilaterales en relación al otorgamiento de financiamiento de proyectos energéticos: en los últimos tiempos con clara propensión a otorgarle menor prioridad a estos, en particular cuando se trata de proyectos energéticos del área pública.
- Fortalecimiento de bloques económicos en contraposición con la profundización de la globalización de los mercados: evolución de los procesos de integración regionales, en especial en el área energética.
- Priorización de los temas ambientales en las agendas de cooperación de los organismos internacionales y a nivel bilateral con sesgo creciente con relación a los temas de equidad.

El próximo paso, una vez analizados los problemas del entorno, es asignarle a cada objetivo un conjunto de resultados tangibles a perseguir y acotados en el tiempo. Dichos resultados se deberán expresar mediante indicadores típicos, siempre que sea posible.

<b>Cuadro No.4 Objetivos específicos e indicadores asociados</b>	
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>
• Aumentar el nivel de eficiencia productiva	• Relación producción/empleados
• Alcanzar la sustentabilidad financiera	• Nivel mínimo de autofinanciamiento
• Lograr un margen de reserva eléctrica suficiente	• Capacidad disponible (%sobre la demanda máxima)
• Incrementar la productividad energética	• Por ciento de la reducción de la intensidad energética
• Reducir la incidencia sobre la balanza de pagos	• Rango de participación de las importaciones-exportaciones de energía en el comercio exterior

<sup>23</sup> Ver: OLADE/CEPAL/GTZ: "Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Enfoques de Política Energética". Quito, mayo de 1997.

• Mejorar la calidad del suministro	• Tiempo de interrupción por usuario
• Ampliar la cobertura de los requerimientos básicos de energía	• Relación consumo de energía útil promedio/mínimo necesario
• Expandir el nivel de abastecimiento con energías modernas	• Participación de la electricidad, GLP y gas natural en el consumo total de energía en los hogares
• Reducir el impacto de la producción, transportación y transformación de la energía	• Emisiones específicas de las actividades de abastecimiento energético
• Incrementar la pureza relativa del uso final de la energía	• Emisiones específicas en el consumo
• Promover el uso de energías renovables	• Participación de las energías renovables en la generación eléctrica
• Conseguir el equilibrio entre producción y evolución de las reservas de energías no renovables	• Relación producción/variación de las reservas
• Disminuir la concentración económico-política	• Índice de concentración económica
• Lograr una mayor descentralización	• Número de las entidades territoriales que participan en las decisiones
• Promover la responsabilidad compartida con el sector privado	• Número de programas desarrollados conjuntamente
• Facilitar la participación	• Por ciento de representación de los actores involucrados

Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Una vez establecidos los resultados concretos que se pretenden alcanzar con cada objetivo específico, es preciso determinar cómo actuar para lograr los mismos. Se trata de discernir las direcciones hacia dónde hay que dirigir los esfuerzos de forma priorizada, la magnitud de los mismos y los márgenes de maniobras existentes, lo cual plantea la necesidad de valorar el balance de fuerzas favorables o no a conseguir los resultados deseados. Así es menester la definición de las líneas estratégicas (o líneas de acción) para cada objetivo particular definido, atendiendo a las amenazas y oportunidades provenientes del análisis de las condiciones de borde y las debilidades y fortalezas resultantes de la valoración de los factores internos.

#### **Cuadro No.5 Ejemplos de líneas estratégicas o líneas de acción**

##### Dimensión política

- Coordinación de políticas con países vecinos
- Participación activa en organizaciones y foros internacionales
- Conformación de coaliciones internacionales
- Separación de las funciones de defensa de la soberanía de las funciones empresariales
- Consolidación e independencia de los entes de fiscalización y control

- Deliberación con autoridades de la defensa y seguridad interna

#### Dimensión económica

- Diversificación de las importaciones energéticas y las fuentes de suministro
- Conclusión de contratos a largo plazo con países exportadores
- Construcción de almacenamiento estratégico contra interrupciones de suministro a corto plazo
- Promoción del desarrollo de las fuentes autóctonas de energía
- Diversificación de las exportaciones energéticas
- Fomento de la integración energética con países vecinos
- Creación de fondos de estabilización de ingresos (petrodívisas, gasodívisas)
- Reducción de riesgos participando en los mercados de futuro
- Aplicación de instrumentos para la captación de rentas
- Reestructuración de presupuesto público con orientación a inversión en capital humano
- Fomento del uso racional de la energía (URE)
- Promoción de una mayor integración (hacia delante) nacional de aquellas industrias intensivas en energía
- Prevención de prácticas monopólicas u oligopólicas en aquellos ámbitos de acción de mercado
- Fomento de la competitividad de las actividades productivas con alto uso de insumos energéticos
- Patrocinio de márgenes de autofinanciamiento adecuados para empresas reguladas
- Activación en la integración con actores de los mercados financieros internos
- Fortalecimiento en el acceso a los mercados internacionales de capital
- Aprovechamiento de las ventajas de los métodos de administración de empresas privadas o /y mixtas
- Apoyo al control de pérdidas técnicas y no técnicas
- Regulación de la calidad de servicios y productos energéticos y de las condiciones de acceso
- Fomento al desarrollo tecnológico interno y a la transferencia de tecnología externa
- Fomento al entorno empresarial, en especial en lo relacionado con los servicios para el sector energético (fomento de las ESCO's)
- Impulso a la transformación de productos energéticos en el país

#### Dimensión social

- Fomento a la diversificación energética en el uso residencial
- Fomento en el acceso al consumo de energéticos de mayor calidad tanto en el ámbito urbano como rural
- Reforestación y fomento a plantaciones energéticas
- Regulación en el uso de los recursos forestales con fines energéticos
- Utilización de sistemas transparentes de impuestos y subsidios para facilitar el acceso de la población pobre a los servicios de energía

#### Dimensión ambiental

- Internalización de las externalidades provenientes del uso de la energía
- Fomento a la penetración de energías limpias

- Fortalecimiento de las evaluaciones de los impactos ambientales de los proyectos energéticos
- Definición de perfiles de explotación de los recursos fósiles de energía y control de su cumplimiento
- Desaceleración del crecimiento de las emisiones
- Creación y operación de mecanismos efectivos y prácticos de control de cumplimiento de las normas de emisiones
- Fomento al desarrollo de tecnologías apropiadas de mitigación de emisiones y vertimientos
- Creación de sistemas de contingencia para todas las instalaciones

Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Una vez definidas las líneas estratégicas se procede a precisar las diversas posibilidades para llevarlas a la práctica, es decir, instrumentarlas. Este proceso implica pasar del “debe ser” al del “puede ser”. Aquí resulta imprescindible la consideración de todos los actores que están vinculados o que deberían participar de la acción que se propone.

Tal análisis deberá estar enmarcado en los elementos contenidos en el análisis prospectivo, de modo de poder aproximar a una situación dinámica de la visión definida y donde juegan un papel clave tanto las condiciones del entorno como el comportamiento previsible de los actores involucrados. En este último punto resulta de gran importancia el logro del consenso o el apoyo de un alto número de actores significativos.

El análisis de las posibles reacciones de los actores relevantes consiste en la identificación de los mismos y sus posición ante la puesta en práctica de los instrumentos definidos para cada línea estratégica, esto es, precisar **de qué manera** se ven afectados sus intereses y **cuál es el referente de poder** en que se ve impactado (ver gráficos 4 y 5).

Gráfico No. 4

## **Matriz de reacción**

	Objetivo específico de política energética								
	Instrumento 1		Instrumento 2		Instrumento 3		...	Instrumento n	
Actor 1							....		
Actor 2							....		
Actor 3							....		
....	....		....		....		....	....	
Actor s							....		

Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003

Esta matriz de reacción es de tipo cualitativo y ayuda a poner en evidencia la naturaleza de la reacción de cada actor relevante ante los objetivos especificados, sus líneas estratégicas y los instrumentos propuestos. Tal reacción puede plantearse en términos de su naturaleza (apoyo, aceptación o indiferencia) o de su intensidad (oposición débil o fuerte).

En los casos en que se detecten oposición frontal con los objetivos, estrategias o instrumentos propuestos, se deberá examinar las debilidades y fortalezas con que se cuenta para imponer o inducir tales acciones.

Gráfico No.5

## **Matriz de conflictividad**

	Instrumento i				
	Actor 1	Actor 2	Actor 3	.....	Actor n
Actor 1				.....	
Actor 2				.....	
Actor 3				.....	
...	...	...	...	.....	..
Actor s				.....	

Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Por último, resulta relevante en este proceso de formulación de política analizar la actitud entre los actores frente a los instrumentos propuestos, esto es, determinar las relaciones de alianza, indiferencia o conflicto de intereses vinculado a la aplicación del instrumento. De este análisis se obtiene información muy útil a la hora de presentar la propuesta de política energética a los actores de mayor relevancia.

### **Diagnóstico y prospectiva**

Como se ha expresado hasta el momento, dos elementos claves en el proceso de formulación de política energética lo constituyen el diagnóstico, el cual caracteriza la situación de partida y permite identificar los problemas y restricciones a enfrentar en la política que se diseñe, la prospectiva, con la cual se trata de explorar el futuro, reduciendo, en lo posible, las incertidumbres implícitas en todo proceso de planificación de largo plazo.

### ***Caracterización del Diagnóstico Energético***

La realización del diagnóstico tiene un carácter sistémico ya que en el se debe prestar especial atención a las interacciones existentes entre el sistema energético, la economía, la sociedad y el medio ambiente.

El diagnóstico debe apuntar esencialmente a la identificación de los problemas que afectan la estructura y el funcionamiento del sector y que limitan el aporte del mismo al cumplimiento de la política socioeconómica. De forma general, estos problemas pueden vincularse con:

- **El sistema de abastecimiento energético:** uso inadecuado de los recursos naturales; deficiente organización productiva y e institucional de las cadenas energéticas; dificultades de financiamiento de las inversiones; impactos negativos sobre el medio ambiente, entre otros.
- **La estructura y funcionamiento de los mercados:** prácticas anticompetitivas, inadecuada regulación, precios que no tienen una clara relación con los costos, esquema de subsidios inadecuados, entre otros.
- **El ámbito del consumo:** insuficiente cobertura de los requerimientos básicos, baja eficiencia energética, lenta penetración de fuentes de mayor calidad o de fuentes renovables, fuertes impactos del consumo sobre la calidad del medio ambiente, entre otros.

Otra elemento importante del diagnóstico es su carácter sincrónico y diacrónico, es decir, que aborda el estudio del estado actual de la estructura y funcionamiento del sistema, además del de la evolución temporal del mismo, para poner en evidencia las características de su dinámica, las tendencias pasadas y los indicios de cambio, estos dos últimos aspectos de especial importancia para el análisis prospectivo.

A continuación se presenta un cuadro donde se resumen los principales elementos que se deben abordar en el diagnóstico energético.

#### **Cuadro No.6 Estructura y elementos del diagnóstico del sistema energético nacional**

##### **Contexto internacional y nacional**

- Internacional: panorama económico, político, social y ambiental
- Nacional: Panorama económico, político, social y ambiental; política global de desarrollo

##### **Características físicas del sector energético nacional**

- Los recursos energéticos: recursos, reservas, potencialidades de ahorro y cogeneración
- Mapa energético: localización de producción, consumo, infraestructura de transformación, transporte e interconexiones
- Balance de energía: oferta; consumo; pérdidas y comercio

**Organización y regulación de las industrias energéticas :** para cada industria, esto es, carbón, petróleo, gas, electricidad y fuentes renovables, analizar:

- Condiciones de base: oferta (reservas, producción, tecnologías, infraestructura, capacidades) y demanda (elasticidades, sustitutos, tasas de crecimiento)
- Estructura: para evaluar el nivel de competencia de la industria (número de productores, régimen de propiedad, barreras a la entrada, estructura de costos, nivel de integración)
- Comportamientos: estrategias de las firmas (precios, producción, inversión, financiamiento, investigación y desarrollo tecnológico)
- Desempeño: ver los resultados (eficiencia productiva a corto y largo plazo; eficiencia asignativa, pleno empleo)
- Políticas públicas: regulación: económica (precios, subsidios, comercio exterior); ambiental (normas en materia de emisiones); técnica (medidas de seguridad); régimen fiscal y requerimientos informativos

#### **Organización institucional**

- Entidades y organismos (instituciones de fiscalización y control, regulación; empresas públicas, privadas, instituciones de investigación y desarrollo)
- Marco jurídico (constitución, leyes, reglamentos, directivas, normas)

#### **Reformas estructurales recientes**

##### **Energía y desarrollo sustentable**

- Energía y economía (aporte del sector al crecimiento económico; sendero energético)
- Energía y equidad (dinámica de la población consumidora, energía y distribución del ingreso, equipamiento de los hogares y consumos específicos)
- Energía y ambiente (impactos ambientales por subsector y por recurso afectado, tasas de emisiones, indicadores de desarrollo sustentable)

##### **Política energética**

- Política de desarrollo y política energética (plan de desarrollo nacional, programa nacional de energía)
- Aspectos fundamentales de política energética (objetivos y líneas de acción)
- Políticas subsectoriales (Petróleo, gas, electricidad, fuentes renovables)
- Política energética de acuerdo al uso de las herramientas e instrumentos (precios, impuestos, subsidios, empresas públicas, información, educación)
- Política ambiental y el sector energético (leyes, reglamentos y normas, disposición de desechos, reforestación)
- Política energética externa (integración regional, acuerdos internacionales, participación en organismos)

##### **Síntesis de los resultados del diagnóstico**

- Principales problemas detectados (operacionales y de desarrollo)
- Establecimiento de las prioridades en la solución de los problemas

Fuente: “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”. Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

### *Prospectiva y la técnica de escenarios*

De acuerdo al criterio más difundido entre los especialistas en economía energética se tiene que independientemente de la naturaleza del proceso de planificación, resulta indispensable contar con algún tipo de análisis prospectivos, ya que se considera que el mismo es un instrumento necesario para el proceso de toma de decisión. No resulta ocioso señalar que, tanto gobiernos y organizaciones internacionales como las grandes empresas transnacionales privadas utilizan de manera generalizada la prospectiva en apoyo a sus procesos de decisión sobre el mediano-largo plazo.

El uso de esta técnica está motivado por el hecho de que las decisiones deben ser tomadas en condiciones de incertidumbre referidas a las condiciones que van a prevalecer en el futuro y de que estas incertidumbres no pueden reducirse totalmente a la categoría de riesgo<sup>24</sup>.

Sobre este tema, diferentes escuelas de pensamiento económico sostienen que la incertidumbre sobre el futuro es esencial y que por tanto no puede confundirse con la noción de riesgo. Se afirma que no solo resulta imposible contar con una distribución objetiva de probabilidad sobre los posibles estados que un sistema puede asumir en el futuro, sino que es imposible conocer todos estos estados, es decir que pueden presentarse situaciones de “sorpresa” y en consecuencia, las pretensiones de “acertar el futuro” son absolutamente vanas.

Entonces el sentido de la prospectiva es el de tratar de explorar el futuro bajo la modalidad de “qué pasaría si”, mediante las técnicas de construcción de escenarios, la cual permite reducir el grado de incertidumbre en la toma de decisiones.

Los escenarios constituyen una imagen **coherente** del estado de un determinado sistema en ciertos puntos del futuro. Esta coherencia está referida, por una parte, a la compatibilidad interna que deben guardar las hipótesis que conforman el escenario, y por otra, a que se puedan especificar las trayectorias que unen los diferentes estados del sistema que se incluyen dentro del escenario.

Es así que resulta necesario utilizar varios escenarios (bien contrastados) con el fin de cubrir adecuadamente una amplia gama de trayectorias futuras posibles para el sistema considerado, entre las cuales se espera sea contenida (con alta verosimilitud) la trayectoria real del sistema en cuestión (ver gráfico 6).

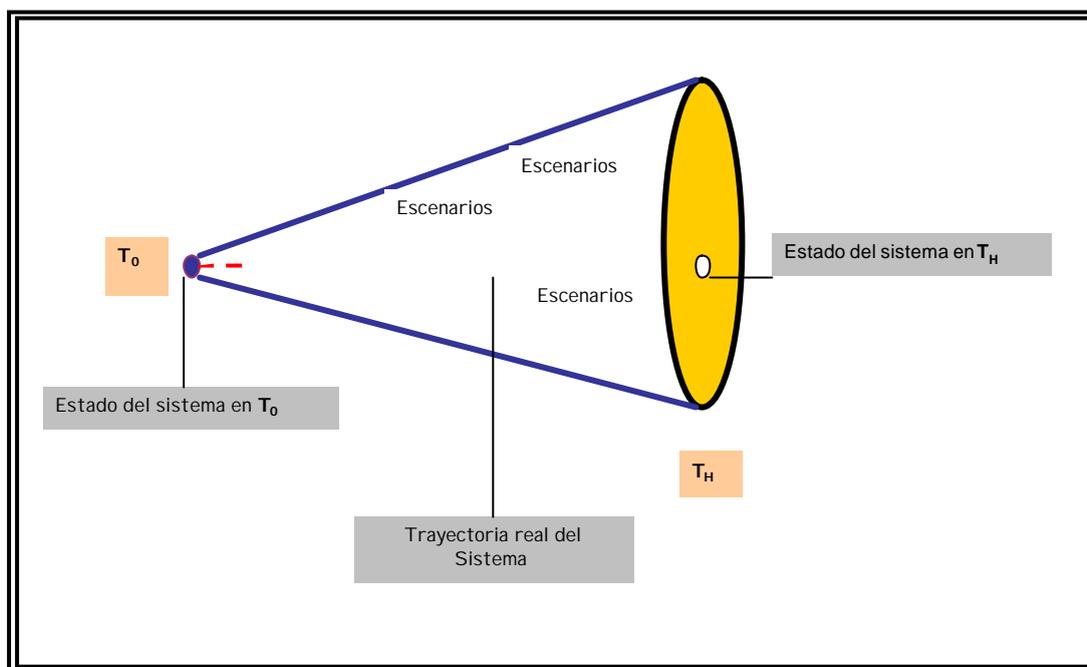
Sin embargo, en la práctica, lo usual es utilizar una variedad limitada de escenarios, tratando de mantener la cualidad de que se traten de conjuntos de imágenes de futuro bien contrastadas. Una posibilidad para la determinación del número y tipo de escenarios consiste en identificar los ejes claves en función de los problemas calificados como principales.

---

<sup>24</sup> Es evidente que no puede existir certeza alguna sobre el futuro, pero además, es importante aclarar que la incertidumbre no puede reducirse o confundirse con el concepto de riesgo que maneja la Teoría Económica Neoclásica, la cual supone que se conocen todos los estados futuros posibles de un sistema y que también se dispone de una función de distribución de probabilidades que permite asignarle un valor de probabilidad a cada uno de ellos, de modo tal que el riesgo de cometer errores puede medirse en estos términos

Gráfico No.6

## Escenarios y Prospectiva



Fuente: "Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas". Seminario taller sobre Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003.

Por otra parte, existen diferentes procedimientos para la construcción de los escenarios. Algunos enfoques enfatizan la necesidad de utilizar modelos matemáticos como medio de garantizar la coherencia interna de los mismos, sin embargo, la presentación formalizada de sistemas complejos, en particular si se pretende utilizar una formulación dinámica, resulta prácticamente inviable. Aunque se trate de representaciones extremadamente estilizadas, las herramientas matemáticas no están en condiciones de incorporar los cambios endógenos a la dinámica de sistemas, siendo precisamente la incorporación de los cambios estructurales en la evolución de los mismos un elemento central para la construcción de escenarios.

Sin embargo, de cualquier modo, la construcción de escenarios deberá basarse necesariamente en un esquema teórico-explicativo referido al funcionamiento de sistema a escenificar, lo cual permitirá juzgar acerca de la coherencia interna de los mismos.

El contenido de los escenarios estará en función de los objetivos y las características de la prospectiva a realizar, es decir, los escenarios socioeconómicos destinados a la formulación de políticas en el ámbito del sector agropecuario o forestal, tendrán un contenido muy

diferente de aquellos utilizados para definir un plan estratégico para el sector del transporte o del propio sector energético, ya que en cada caso y en función de la finalidad que se persiga, el escenario socioeconómico debe permitir una caracterización suficientemente especificada del contexto en el marco de las cuales deben examinarse las alternativas para la toma de decisiones. En resumen, la construcción de escenarios debe estar direccionada por el objetivo que se persigue con el análisis prospectivo que se pretende realizar.

En la práctica se acostumbra a desarrollar dos tipos diferentes de escenarios, los llamados de referencia y los de políticas o alternativos.

- **Escenarios de referencia:** constituye un escenario de continuidad respecto a la evolución histórica reciente del sistema, dejando de lado los movimientos coyunturales. Por tanto se trata, por lo general, de un escenario de tipo tendencial o business as usual, en el sentido de que se mantienen las tendencias pasadas de los aspectos estructurales del sistema. Debe aclararse que cuando se habla de tendencias no se está haciendo referencia a la prolongación tendencial de la evolución de las variables, sino que se trata de una continuidad de la estructura y tipo de funcionamiento que el sistema en su conjunto ha venido presentando en el pasado reciente o, eventualmente, un mantenimiento de los cambios paulatinos que se han observado.

Claro que un escenario de referencia así definido plantea algunos problemas cuando el sistema que se pretende escenificar ha mostrado cambios muy abruptos en el pasado reciente, tal como ha ocurrido en la mayoría de los países de la región en la primera mitad de los años 90, incluyendo a Cuba. En tales casos se debería diferenciar dentro del escenario de referencia un primer período dentro del cual habrían de completarse los cambios estructurales y de funcionamiento más relevantes que ya se han manifestado con claridad y, una segunda etapa, donde el sistema evolucionaría establemente (en régimen) dentro de la nueva situación.

- **Escenarios alternativos o de política:** por contraste al de referencia deberán incorporar hipótesis marcadamente diferentes, para lo que deberán “maximizarse” todos los indicios de cambios relevantes que han comenzado a manifestarse en los diferentes planos y niveles del sistema socioeconómico y energético considerado.

Cuando en el escenario de referencia se incorporan ya cambios estructurales y de funcionamiento de magnitud significativa, el escenario alternativo tendrá que indicar hipótesis diferentes acerca de las modificaciones que podrán tener lugar en el futuro. Así es posible que, dentro de un horizonte temporal limitado (4 ó 5 años), no haya, en tales casos, diferencias importantes entre ambos tipos de escenarios, salvo, tal vez, en lo que se refiere a las tasas de crecimientos o niveles de las variables relevantes<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> En este sentido, valdría la pena revisar los trabajos que al respecto se han realizado, recientemente, en el país: “Escenarios de Mitigación. Bases para su Formulación”, concluido en el verano del 2002 por el Grupo Nacional de Mitigación (Instituto de Meteorología, Universidad de La Habana, CUBAENERGIA-CITMA y el Instituto Nacional de Investigaciones Económicas –INIE–), “Escenarios a largo plazo del desarrollo energético y su impacto ambiental”, de Somoza Cabrera y García Hernández, del INIE (noviembre del 2003), y primer reporte sobre el IAEA TC Project CUB/0/008 “Development of the long term energy strategy for

En la actualidad, los Departamentos de Industria y Energía y de Prospectiva y Métodos del INIE está enfrascados, como parte del Proyecto Científico Técnico Ramal “Análisis Prospectivo de la Actividad Energética Nacional y su Impacto Ambiental”, en la elaboración de Escenarios Energéticos, para lo cual se está utilizando una variante metodológica de los métodos clásicos normativos de elaboración de escenario, en cuanto a la consulta y trabajo con los expertos de forma descentralizada, lo que se le ha dado por llamar “la Prospectiva en condiciones irregulares y emergentes”<sup>26</sup>.

Para esta tarea se cuenta con los software especializados necesarios, se elaboró una lista de expertos de alto nivel pertenecientes a las diferentes instituciones involucradas en la problemática energética, a los cuales se les envió un primer cuestionario para la selección de las variables claves, tanto internas como externas y en la actualidad se les acaba de enviar otro cuestionario con las variables enviadas por ellos y adecuadamente conceptualizadas para la selección del 20% más importante, información que será insumo del modelo MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados-Multiplicación Aplicada a una Clasificación), para la determinación de las **Variables Claves** del sistema energético nacional (ver anexo).

### **Modelos energéticos**

El desarrollo de modelos energéticos constituye una aplicación del análisis de sistemas al estudio parcial o total de los sistemas energéticos, entendido estos como el conjunto de actividades mediante las cuales las distintas fuentes de energía se producen o generan, transportan, transforman y distribuyen y se consumen para satisfacer determinadas necesidades de los sectores socioeconómicos a saber: iluminación, calor, fuerza motriz, refrigeración, cocción, climatización, entre otros.

La utilidad de estos modelos reside tanto en la exactitud con que reproduzca la conducta real del sistema bajo ciertas condiciones externas, como en la operatividad de los mismos, esto es, facilidad de manejo, bajo costo de procesamiento, requerimientos informativos, entre otros.

Estos dos elementos, exactitud y operatividad están generalmente contrapuestos, así el desarrollo de los modelos será siempre una solución de compromiso entre ambos, que depende del alcance de los mismos. Así la modelización integral del sistema energético tendrá, necesariamente, una representación más simplificada de cada una de sus partes que la que podría plantearse con modelos específicos para el análisis de cada componente del

---

Cuba. Data and assumptions for base year and for reference scenario”. Steering Committee Meeting, 28 de febrero del 2003, elaborado por el Grupo de Trabajo para la asimilación del modelo ENPEP, liderado por CUBAENERGIA.

<sup>26</sup> Ver: Álvarez Medero, Pedro (2003): “La Prospectiva en condiciones irregulares y emergentes, un ejemplo territorial”, mimeo, INIE.

mismo (oferta, requerimientos sectoriales, demanda eléctrica del sector residencial, reservas, sector transformativo, comercio exterior, entre otras)<sup>27</sup>.

En este sentido, se han desarrollado modelos, llamados integrales, en los que se representa al sistema energético completo y donde se describen las interrelaciones entre el sistema energético y el socioeconómico, razón por la cual algunos autores prefieren llamarlos modelos energéticos-económicos<sup>28</sup>

La denominación “modelo energético” ha sido utilizada en un sentido muy amplio para designar “cualquier herramienta, metodológica o de otro tipo, necesaria para resolver problemas energéticos<sup>29</sup>”.

En este acápite solo se pretende hacer una muy breve referencia en relación al estado actual de los modelos energéticos que permita tener un marco de referencia sobre la disponibilidad y limitaciones en el uso de esta importante herramienta en la planificación energética, enfatizando, por otra parte, que su uso solo puede ser fructífera en la medida de que sea precedida por un **exhaustivo análisis tanto del sistema energético que se pretende representar como del enfoque y concepción del modelo que se quiere utilizar**. El énfasis mayor será puesto en la presentación del Modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) versión 2003, mostrando algunos resultados preliminares para Cuba.

### **Modelos de demanda o requerimientos**

Este tipo de modelos hacen el énfasis en presentar la fuerte vinculación existente entre el sistema socioeconómico y el energético, al intentar analizar las consecuencias que tiene la actividad socioeconómica sobre el sistema energético y constituyen el punto de partida del proceso de planificación energética.

En este sentido, hay dos aspectos relevantes que deben ser destacados. El primero, especialmente importante para los países subdesarrollados, está dado por la diferenciación entre demanda y requerimientos de energía.

El término de demanda lleva implícito la existencia de mercados para las fuentes consideradas, y por tanto quedan excluidas de esta consideración las fuentes energéticas de las cuales los consumidores se apropian directamente sin que se canalicen a través de un mercado, esto es sin que medie una transacción financiera. Tal es el caso de la leña y las biomásas en general (incluyendo los desechos agrícolas, animales y humanos), combustibles ampliamente difundidos en los países mencionados.

---

<sup>27</sup> Ver: “Modelos Energéticos”, Seminario-Taller Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del Modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003, o Nicole van Beek (1999): “Classification of Energy Models”. Tilburg University and Eindhoven University of Technology

<sup>28</sup> Ver: A. Voss: “Modelos energéticos y problemas de política energética”. NAS Institutes. Series, pag.107-130, 1981

<sup>29</sup> Presentación de J.P. Charpentier al Seminario de Trabajo sobre Modelización Energética, 22-29 de mayo de 1974, IIASA

Buena parte de los modelos econométricos especifican como variables explicativas del consumo los precios de la energía (tanto los propios como los de las fuentes sustitutas), y por tanto miden exclusivamente las demandas de energía tal como se expresan en sus respectivos mercados. Sin embargo, los reales requerimientos de energía pueden ser muy superiores, por lo tanto este tipo de modelo de demanda no puede considerar las posibles sustituciones de fuentes de apropiación directa por formas de energía superiores.

El segundo aspecto, se refiere precisamente al proceso de sustitución. Es necesario aclarar que existen dos niveles a los cuales se puede medir los consumos energéticos: energía final o energía neta que llega a los consumidores finales, y energía útil, esto es, la energía realmente requerida por los usuarios finales para satisfacer las necesidades de servicios o de la producción, o sea, es la energía resultante después de los procesos de transformación en los equipos finales de los usuarios. Es aquí donde el proceso de transformación es el de un tipo de energía a otra (por ejemplo, energía eléctrica en calórica, energía calórica en fuerza motriz) y es realizada con los equipos de los usuarios finales.

Esta distinción es fundamental para analizar el proceso de sustitución entre fuentes, debido a las diferencias en los rendimientos de utilización de las fuentes en cada uso.

Los modelos econométricos al analizar los procesos de sustitución entre fuentes, solo se basan, por lo general, en las variaciones de los precios relativos entre la fuente consumida y las posibles sustitutas, todo a nivel de energía final (neta). Esto produce una distorsión en las estimaciones en la medida que existan políticas de conservación, o desarrollos tecnológicos que induzcan modificaciones en los rendimientos de utilización, que a este nivel no son tenidos en cuenta.

Además de los modelos econométricos ya mencionados, conforman este grupo de los llamados modelos de demanda o requerimientos, lo analíticos o técnicos-económicos, entre los cuales está el ENPEP, desarrollado por Argon Nacional Laboratory del Internacional Atomic Energy Agency y el LEAP, desarrollado por el Stockholm Environmental Institute of Boston. A continuación se presentan las características fundamentales de ambos tipos de modelos, así como las ventajas y limitaciones en su aplicación.

### **Modelos econométricos**

Este tipo de modelos han sido los más ampliamente utilizados, no obstante las limitaciones antes planteadas sobre el abordaje de los problemas de sustitución entre fuentes y el tema del tratamiento de los portadores energéticos de apropiación directa. Dentro de estos modelos se pueden distinguir los siguientes:

- ✚ Modelos de consumo agregado de energía. Estos modelos son construidos siguiente el planteamiento de la economía neoclásica de la teoría del consumidor, donde la demanda refleja la disposición del consumidor a pagar por diferentes cantidades de un bien o servicio. Así, de forma general, la demanda es expresada como función de los precios del bien demandado y los precios de los bienes sustitutos, y del ingreso per cápita, estando las preferencias de los consumidores reflejadas por la forma que se la asigna a la función de demanda.

En las formas funcionales que generalmente son definidas para expresar la demanda, los parámetros son interpretados directamente como tasas de crecimiento o elasticidades tanto precio de la demanda, o cruzadas de precios de las fuentes sustitutas o elasticidades ingreso de la demanda, lo que facilita en extremo la interpretación de los resultados del modelo de demanda. Sin embargo, el hecho de que estos parámetros sean constantes, limita de manera importante la utilización de estos modelos en el pronóstico sobre todo para el mediano-largo plazo<sup>30</sup>.

#### ✚ Modelos desagregados de la demanda

El comportamiento del consumo agregado de energía será siempre solo una primera aproximación, de utilidad limitada para el análisis y la predicción de la demanda ya que existen diferencias sustanciales, tanto en la naturaleza de los agentes consumidores como en la composición por fuentes sus respectivos consumos y de las posibilidades de sustitución entre ellas<sup>31</sup>.

Un análisis desagregado de la demanda reduce buena parte de las restricciones planteadas para los modelos agregados, pero conducen a la creación de matrices que relacionan los consumos por diferentes tipos de fuentes utilizados por cada sector de la economía.

Esta desagregación implica contar con series históricas de cada uno de los consumos sectoriales por tipo de fuente, una especificación más detallada sobre el funcionamiento del sistema socioeconómico y sobre el escenario en qué fundar la predicción de la demanda de las diferentes fuentes de energía final. Supone, además, la necesidad de especificar un modelo macroeconómico que permita simular el comportamiento del sistema socioeconómico sobre la base del escenario planteado, del cual se deducirán los consumos energéticos tanto de los diferentes sectores productivos como del sector residencial.

La construcción de este tipo de modelos involucra la utilización tanto de modelos econométricos como de tipo ingenieril, para que dado la estructura del sistema socioeconómico y las metas planteadas por el escenario especificado, sea posible realizar una simulación de la evolución de los consumos energéticos.

Estos tipos de modelos presentan, también, algunas limitaciones en su uso para los fines de proyección a mediano-largo plazo:

---

<sup>30</sup> El uso de la forma funcional lineal logarítmica es muy atractivo debido a que los coeficientes estimados se pueden interpretar directamente como elasticidades. Sin embargo, esta especificación plantea un importante problema, dado porque se asumen que las elasticidades estimadas son constantes, lo que puede crear complicaciones, en particular si en el período a pronosticar los precios y el ingreso son completamente diferentes a los observados históricamente. En tal sentido y para ver una aplicación de este tipo de modelo en la determinación de la demanda de electricidad en el sector residencial cubano, se puede consultar a Somoza Cabrera (2001): "Modelos para la Estimación y Proyección de la Demanda de Electricidad en el Sector Residencial Cubano", mimeo, INIE.

<sup>31</sup> Ver: "Modelos Energéticos", Seminario -Taller Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del Modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003

- Las previsiones basadas en este tipo de modelo implican la extrapolación del pasado, es decir, supone que los cambios estructurales registrados en el pasado se repetirán durante el período de planificación. Esto es particularmente limitante cuando se trata de previsiones de largo plazo para países en desarrollo cuyo desempeño macroeconómico supone fuertes modificaciones estructurales (tecnológica, patrones de consumo, entre otras).
- La dificultad anterior pudiera evitarse, al menos en parte, si se contara con la información necesaria que permitiera cambiar el valor de los parámetros a lo largo del período de predicción, tratando de reflejar las modificaciones estructurales esperadas, lo cual supone que el grado de desagregación utilizado en la especificación del modelo sea extraordinariamente grande para poder reflejar dichos cambios. Esta dificultad es aún mayor si se pretende modificar en el futuro el sentido de los cambios estructurales acaecidos en el período histórico usado para la estimación de los parámetros del modelo.

#### ✚ Modelos sectoriales de demanda de energía

El grado de desagregación sectorial muy detallado choca generalmente con el hecho de que no existe o no está disponible la información necesaria, por lo que generalmente se busca una solución de compromiso entre información disponible y grado de detalle de la modelación. Lo más usual es encontrar una desagregación sectorial que toma en cuenta 5 sectores: el manufacturero (eventualmente desagregado por ramas), el agropecuario, el transporte el sector comercial y de servicios y el sector residencial<sup>32</sup>.

#### **Ventajas y restricciones de los modelos econométricos**

**Ventaja principal:** alto grado de coherencia con la teoría económica que le sirve de base para su formulación, la cual le asigna un significado económico a cada parámetro estimado en el modelo. Sin embargo, esta coherencia se ve afectada cuando por necesidades del análisis se requiere una desagregación importante de los consumos, o se trata de evitar la restricción de parámetros constantes, modificando la estructura funcional de la ecuación de demanda.

#### **Desventajas :**

- Las previsiones basadas en funciones de demanda ajustadas econométricamente a partir de series históricas implica proyectar o extrapolar el pasado, ya que los parámetros estimados reflejan los cambios ocurridos en este período. Mantener estos parámetros durante el período de proyección equivale a suponer que durante este se mantendrán los cambios acaecidos en el período histórico analizado.

---

<sup>32</sup> Un resumen de los modelos econométricos sectoriales puede consultarse en: “Modelos Energéticos”, Seminario-Taller Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del Modelo LEAP. San Carlos de Bariloche, Argentina, junio del 2003; y para el caso particular de modelos energéticos para el sector residencial ver: Fischer, F.M y C. Kaysen (1962): “A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States”, North-Holland P C, Ámsterdam.

El levantamiento parcial de esta limitación a partir de contar con criterios para simular valores diferentes de las estimaciones efectuadas, implicaría responder satisfactoriamente ciertas preguntas como: qué significación estadística tienen los nuevos valores asumidos para los parámetros; qué significado conceptual tienen dichos cambios; responden los nuevos valores de los parámetros a los cambios estructurales previstos o deseados, entre otras.

- Tratamiento de las sustitución entre fuentes energéticas a partir de los precios relativos: por una parte, los precios de los energéticos no constituyen la única variable, y en ocasiones ni siquiera la variable fundamental, que explica los cambios entre fuentes energéticas. En efecto, en la práctica existen otras variables como la el desarrollo tecnológico (o simplemente el acceso a una tecnología determinada), la distribución del ingreso, la capacidad de producción de las fuentes, la disponibilidad de recursos financieros y restricciones de tipo culturales que son más relevantes que los precios de los energéticos en estos procesos de sustitución. Por otra parte, este tipo de modelo es incapaz de representar la penetración de una fuente nueva, no contemplada en el período histórico considerado.
- Los modelos de este tipo son incapaces de tener en cuenta los requerimientos de aquellas fuentes que no pasan por el mercado o por algún tipo de circuito comercial, tales como la leña y los residuos de biomasa, ampliamente utilizados en los países subdesarrollados para cubrir importantes requerimientos energéticos.

### **Modelos analíticos**

Estos modelos se caracterizan por la presentación muy desagregada de las vinculaciones entre el sistema energético y el socioeconómico en el cual están imbricados, lo cual permite analizar las consecuencias de los cambios estructurales, tanto en el cuerpo social como en el aparato productivo, sobre el sector energético.

El grado de apertura, de nuevo, está limitado por dos factores: la disponibilidad de información y la necesidad de garantizar la coherencia de los supuestos sobre la evolución del sistema.

El problema de coherencia de los supuestos ha obligado a usar este tipo de modelo vinculados a modelos macroeconómicos, y estos son generalmente del tipo insumo-producto.

Como el objetivo fundamental de este tipo de modelos analíticos es el análisis de las consecuencias sobre el sistema energético de los cambios estructurales del sistema socioeconómico, obviamente son aplicables a la evaluación del largo plazo. Sin embargo, se han tratado de combinar estos con técnicas econométricas para la estimación de algunos parámetros necesarios, no encontrándose contradicciones siempre que no se viole la posibilidad de representar cambios estructurales en el sistema socioeconómico y en las modalidades del uso de la energía.

Una característica de estos modelos es la concepción integral del consumo energético por parte del sistema socioeconómico, partiendo no tanto del análisis de las fuentes energéticas, sino del uso de la energía como medio para satisfacer necesidades sociales y de la producción, lo cual no significa de ninguna manera que se ignore la importancia de la determinación de los requerimientos de cada tipo de portador energético dentro del proceso de planificación, sino que por el contrario ayuda a representar adecuadamente los diferentes procesos de sustitución entre fuentes en el largo plazo.

Por este motivo los modelos analíticos en general trabajan a nivel de energía útil, al menos en aquellos usos en los cuales tales sustituciones son factibles.

Dentro de estos modelos se encuentra el ENPEP del cual se hará una breve referencia y el LEAP, en cual será presentado más formalmente.

### **Modelo ENPEP del Internacional Atomic Energy Agency (IAEA) Argon National Laboratory.**

Es un conjunto de herramientas para el planeamiento desarrolladas para promover el análisis integrado del sector energético, basado en la integración de un grupo de modelos desarrollados anteriormente.

Comienza con un análisis macroeconómico, desarrolla proyecciones de la demanda de energía consecuentes con dicho análisis, realiza un desarrollo integrado de demanda/oferta para todo el sistema energético, evalúa en detalles los componentes del sistema eléctrico y determina los impactos de configuraciones alternativas. También considera explícitamente el impacto producido por el desarrollo de la generación del sistema eléctrico en el resto del sector energía y en la economía en su conjunto.

El paquete está conformado por 9 módulos; dispone de un sistema automático para la entrada de datos y tablas y la modelación está basada en un proceso de simulación y optimización de alto nivel.

**Cuadro 7. Caracterización del Energy and Power Evaluation Program (ENPEP), continuación.**

<b>Módulos</b>	
<b>1. MACRO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Calcula proyecciones macroeconómicas para ser usadas por el módulo DEMAND.</b></li> </ul>
<b>2. DEMAND</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Calcula pronósticos de demanda de energía a partir de las proyecciones macroeconómicas.</b></li> </ul>
<b>3. PLANTDATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Suministra los datos de las plantas del sistema eléctrico a los módulos BALANCE, ELECTRIC e ICARUS.</b></li> </ul>

4. BALANCE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula el balance de suministro/demanda de energía durante el período de estudio, a partir de los pronósticos de demanda y los consumos de energía de un año base.</li> </ul>
5. LDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecta la información de la demanda de electricidad.</li> </ul>
6. MAED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determina la demanda de energía basada en escenarios de uso final de ésta.</li> </ul>
7. ELECTRIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determina el desarrollo de menor costo del sistema de suministro eléctrico.</li> </ul>
8. ICARUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula los costos de producción y la fiabilidad del sistema eléctrico.</li> </ul>
9. IMPACT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula el impacto ambiental del sistema energético y analiza las regulaciones medio ambientales.</li> </ul>

Fuente: Nicole van Beek (1999): "Classification of Energy Models". Tilburg University and Eindhoven University of Tehnology.

**Información requerida:** balance de energía del año base; precios de la energía para el año base; parámetros tecnológicos; costos por tecnología; proyecciones de precios internacionales de la energía; características para representar las curvas de carga del sistema eléctrico; y opcionalmente, coeficientes ambientales a nivel local.

**Horizonte de modelación:** desde desarrollos de corto plazo (de 1 a 3 años) hasta largo plazo (máximo de 50 años). Paso de tiempo anual para la energía total. Análisis del sistema eléctrico en períodos anuales, estacionales o mensuales.

**Objetivos:** análisis de políticas energéticas; desarrollos de tarifas energética; análisis de proyectos de inversión; planeamiento de la expansión del sistema eléctrico; y análisis de políticas ambientales (opcional).

**Sistema energético integral:** análisis de la demanda; análisis de los recursos (disponibilidad y costo de desarrollo de recursos renovables y no renovables); análisis de la oferta; y balance oferta/demanda (calcula la solución de equilibrio proyectada para el período estudiado y para el sistema energético integrado, permite imponer restricciones de política energética).

**Análisis de detalle del sistema eléctrico:** curvas de carga; caracterización de la carga; y expansión de la generación (optimización de mínimo costo mediante el módulo WASP III para la obtención del plan de expansión).

**Estudios de impacto ambiental:** polución aérea, acuática, desechos sólidos y uso del suelo.

## **Modelo LEAP 2000, del Stockholm Environmental Institute (SEI) of Boston**

Versión mejorada del LEAP montada en sistema DOS 3.1, resultado de los esfuerzos conjuntos del SEI-Boston con otras cinco instituciones internacionales de desarrollo y divulgación de los temas energéticos y ambientales, EDRC (Sudáfrica), ENDA (África Occidental), ETC (Europa) FAO-RWEDP (Asia) e IDEE/FB (América Latina) para implementar una nueva serie de herramientas para el análisis integrado de energía e impactos ambientales.

Este sistema es una herramienta de modelación basada en escenarios de desarrollo energético y sus efectos ambientales. Los escenarios están soportados en la representación detallada de la forma en que la energía es consumida, convertida y producida en una región, bajo el control de un rango de supuestos alternativos sobre población, desarrollo económico, tecnologías disponibles y precios.

Por la flexible estructura de manejo de datos y definición de procesos el modelo permite un análisis tan rico en especificaciones tecnológicas y detalles de demandas de uso final como el que el usuario elija, pudiéndose representar desde el simple recuento sobre una estructura de balance energético hasta el desarrollo de sofisticados sistemas de simulación del sector.

A diferencia de los modelos macroeconómicos, el LEAP no intenta estimar el impacto de políticas energéticas sobre el PIB o el empleo, de igual modo este modelo no genera automáticamente escenarios de equilibrio de mercado, aunque puede ser usado para identificar escenarios de mínimo costo.

La ventaja más importante del LEAP son su flexibilidad y facilidad de uso, lo que le permite al usuario pasar rápidamente del planteo de políticas al análisis del efecto de las mismas, sin tener que utilizar modelaciones complejas.

El escenario es una representación autoconsistente de cómo el sistema energético puede evolucionar en el tiempo en un sistema socioeconómico particular bajo un conjunto de restricciones de política energética. Para cada definición de escenario el modelo al ser ejecutado determina los requerimientos energéticos asociados, sus costos, beneficios e impacto ambiental asociado.

Es utilizado para determinar la evolución del sistema energético tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, para regiones incluyendo varios países o para propósitos de planificación local.

**Información requerida:** flexible, escaso requerimiento de información inicialmente. Incluye *TED* database, con características técnicas, de costos y factores de emisión para aproximadamente unas mil tecnologías energéticas.

**Horizonte temporal:** mediano-largo plazo, con paso temporal a seleccionar por el usuario, partiendo de un año. Ilimitado número de años.

- **Objetivos:** demanda energética, oferta energética, recursos, cargas al medio-ambiente, análisis costo-beneficio, emisiones del sector no energético. La mayoría de estos aspectos son optativos. Análisis de políticas energéticas, ambientales, análisis de biomasa y usos de la tierra, de proyectos de inversión, planeamiento integrado energético y análisis del ciclo completo de los combustibles.

### **Sistema Energético Total**

- **Demanda:** evaluación detallada de la composición de la demanda por sectores, subsectores, usos finales y equipamientos. Crecimiento de la demanda determinado por las relaciones de competencia entre combustibles, intensidades energéticas, equipamiento de transformación y cambios estructurales definidos por el usuario.
- **Recursos:** representación simple de recursos renovables y no renovables. Representación en detalle de recursos de la biomasa.
- **Oferta:** evaluación detallada de la configuración del sistema de oferta actual y futura. Definición en detalle de las estructuras de transformación definidas por el usuario. Disponibilidad de algoritmos flexibles que permiten definir múltiples entradas y salidas tales como en el caso de la **cogeneración de calor y electricidad**.
- **Balance oferta/demanda:** presentación completa del balance energético base y proyectado
- **Análisis de detalle del sistema eléctrico:** simulación de la curva de carga anual y despacho de las centrales eléctricas por orden de mérito.

A continuación se presenta una selección de las aplicaciones más recientes del modelo LEAP 2000.

*Cuadro No.8*

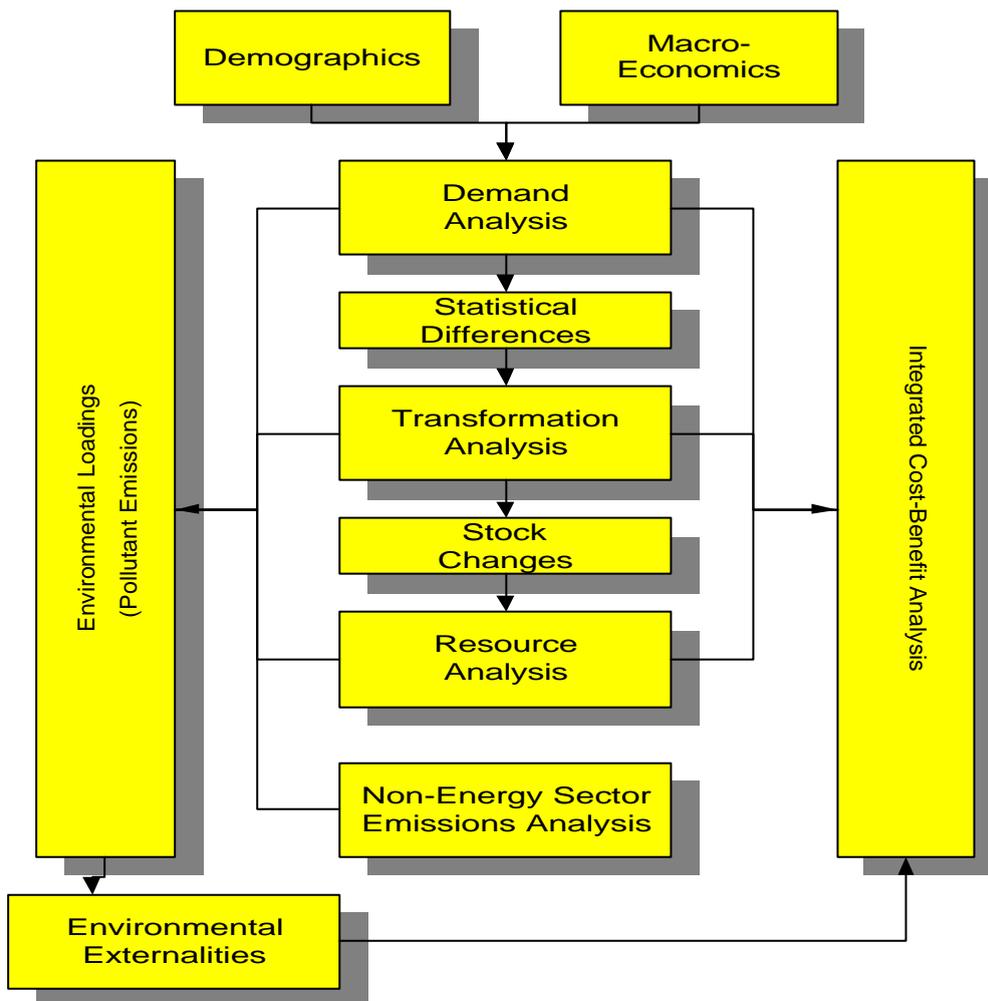
## Aplicaciones Seleccionadas

- **Escenarios de Energía y Carbono:** U.S. National Labs, Chinese Energy Research Institute (ERI).
- **Modelo en U.S.A. sobre Vehículos livianos, Uso de energía y Emisiones:** para ACEEE, UCS y Energy Foundation.
- **Previsión acerca del Hidrógeno en 7 ciudades de U.S.A.:** para NREL.
- **Multi-stakeholder Plan de Acción Greenhouse Gas:** Rhode Island, DEM.
- **Estudios de Mitigación de Greenhouse Gas:** Argentina, Bolivia, Cambodia, Ecuador, El Salvador, Lebanon, Mali, Mongolia, Korea, Senegal, Tanzania, etc.
- **APEREC Perspectiva Energética:** previsión de la demanda energética para cada economía de APEREC.
- **Perú Estudio Integral Energético:** previsión de la demanda energética y la oferta.
- **Proyección Energética del Este Asiático:** Nautilus Institute, varios Institutos del Este Asiático incluyendo países como Corea, China, Mongolia, Rusia, Japón.
- **Planeamiento Energético de la Biomasa en sectores Rurales en Sud Asia:** FAO-RWEDP.
- **Transporte en Ciudades Asiáticas:** AIT, Thailand.
- **Estudio Integral del Sector Transporte:** Texas
- **Mitigación de las emisiones de Azufre en China:** Chinese EPA/UNEP.
- **Estudios Energéticos Globales:** Tellus Institute & Greenpeace.
- **“Alternativas Energéticas en U.S.A.”:** Tellus and UCS.

Ahora se presenta de forma muy resumida la estructura básica del modelo, y sus principales formatos de presentación y pantallas básicas pueden verse en el anexo 2.

*Gráfico No.7*

## LEAP Calculation Flows



Fuente: LEAP, User Guide for versión 2003. SEI-Boston, Tellus Institute, Boston MA, USA.

### **Análisis comparativo de los modelos descritos**

Como rasgo común de los dos modelos analíticos presentados, se observa que la representación de los sistemas energéticos viene dada por una red compuesta de nodos donde se modelan los procesos de extracción de recursos, transformación, transporte y consumo y vínculos que llevan los flujos de energía entre dichos nodos.

La primera diferencia conceptual de tratamiento de los mismos consiste en la utilización de técnicas de optimización o simulación para la obtención de los resultados. Los modelos de optimización fueron desarrollados para definir de forma automática la selección de las

tecnologías más apropiadas del conjunto de las disponibles, para determinar endógenamente el equilibrio entre precios y cantidades consumidas, mientras que los modelos de simulación se proponen analizar las consecuencias de la selección de un conjunto de valores para las variables del escenario planteado (modelos “what if” o “qué sucede si”).

Así que estos modelos se diferencian metodológicamente en función de qué tipo de nodos admiten y de la capacidad para representar las relaciones entre entradas y salidas de cada proceso.

Por razones operativas los modelos de optimización tienen serias dificultades para admitir relaciones no lineales entre sus variables y todos los modelos de equilibrio analizados son lineales, lo que no permite representar adecuadamente economías o deseconomías de escala, procesos de agotamiento de recursos, entre otras variantes. Mientras que los modelos de simulación permiten representar relaciones de entrada salida no lineales, lo que constituye su gran ventaja.

Otra diferencia importante radica en la presentación modular de las herramientas de proyección y la facilidad asociada de utilizar opcionalmente solo alguno de estos módulos, posibilitando, entonces, el uso combinado de técnicas de optimización y de simulación para diferentes procesos de transformación y tratamiento de las relaciones oferta-demanda.

Para el tratamiento de los requerimientos energéticos todos los modelos permiten llegar al nivel de energía útil, aunque, en general, es más adecuada y detallada en el caso de los modelos de simulación que en los de optimización.

Dada las características antes señaladas, es preferible la utilización de los modelos de simulación abiertos, con estructuras de interpretación más transparentes por no incluir procesos iterativos de realimentación entre oferta y demanda. Para cada escenario socioeconómico seleccionado se definirá un escenario energético asociado a un nivel de detalle que incluya proyecciones esperadas de requerimientos de energía (neta o útil), políticas de penetración y uso de fuentes (procesos todos no lineales en su generalidad).

Así el modelo permitirá determinar las demandas de energéticos de uso final y los correspondientes desarrollos de nuevos equipamientos y usos, niveles de extracción de energías primarias, impactos ambientales, resultados de la balanza comercial, usos del suelo, precios de los energéticos y cantidades a producir. Se generarán nuevos escenarios para simular las consecuencias de políticas alternativas, las que al ser procesadas permitirán elegir la estructura más adecuada para el desarrollo deseado del sistema.

### **Aplicación del LEAP para el Caso Cubano.**

El objetivo que se perseguía con la aplicación del modelo LEAP para Cuba, en esta primera fase era el de reproducir, con el mayor grado de aproximación posible, la matriz energética del país, a partir de las diferentes hipótesis formuladas para el escenario de referencia. De esta forma se pretendía “domesticar” esta herramienta nueva en el ámbito nacional y preparar condiciones para su posterior utilización en el proceso de planificación energética o en la evaluación de diferentes opciones de desarrollo energético en los sectores fundamentales de la economía y el sector residencial.

La metodología utilizada se presenta en los cuadros siguientes:

**Cuadro No.9**

## **Diseño del Current Accounts (Año Base)**

- Seleccionar el año base y el año horizonte
- Establecer los requerimientos de información (ej.: nombre de las fuentes energéticas, contenido energético de las fuentes)
- Modelización: estructura de los datos y relaciones con un suficiente nivel de desagregación como para evaluar las opciones
- Armar el Balance Energético del Año base
- Seleccionar y calibrar la información de emisiones

Fuente: LEAP, User Guide for versión 2003. SEI-Boston, Tellus Institute, Boston MA, USA.

**Cuadro No.9**

## **Formulación del Modelo para el Current Accounts (Año Base)**

### **Demanda**

- Diseñar la estructura de las ramas
- Seleccionar las variables explicativas para cada rama (población vs. Hogares; indicadores físicos vs económicos, etc.)
- Recolectar e ingresar los niveles de actividad, las variables explicativas y las intensidades energéticas.
- Especificar las relaciones entre los modelos (en general en el Current Accounts la mayoría de las expresiones se ingresan como datos simples o calculados como porcentajes de participación, saturación o "share").

### **Transformación**

- Crear una lista de los módulos de oferta de energía y analizar sus propiedades (ej.: ingresar o no datos de capacidad de las plantas, cómo modelizar el despacho de los módulos, etc.).
- Crear una lista de los procesos (ej.: elegir si uno quiere definir la totalidad de las plantas eléctricas que existe o solo armar una categoría mas agregada [hidroeléctricas]) y revisar las propiedades de los procesos (ej.: los combustibles usados como materia prima, despachado según un orden de mérito).
- Crear una lista de los combustibles producidos a partir de cada módulo y revisar sus propiedades.
- Ingresar los datos del Current Accounts (eficiencias, procesos y participación de los combustibles producidos, capacidad planificada o no planificada, etc.)

Fuente: LEAP, User Guide for versión 2003. SEI-Boston, Tellus Institute, Boston MA, USA.

Como ya se expresó al inicio de este epígrafe, el objetivo principal de este “ejercicio” es reproducir lo más fielmente la matriz energética del país para el año base, lo que garantiza que el LEAP ha sido utilizado correctamente.

La estructura del “árbol” utilizada para Cuba fue la siguiente:

- **VARIABLES CLAVES**

- ✚ Macroeconómicas (PIB, PIB per cápita, Valores Agregados de acuerdo a la desagregación sectorial escogida)
- ✚ Demográficas (población total, urbana y rural, número de viviendas a estos niveles y habitantes por vivienda también desagregado)

- **DEMANDA**

- ✚ Hogares (urbanos y rurales electrificados y no electrificados)
- ✚ Industrial (agrupándose aquí los sectores Manufactura, Agropecuario, Construcción y Minería)
- ✚ Transporte (de pasajero y de carga)
- ✚ Comercio y servicios

- **TRANSFORMACIONES**

- ✚ Transmisión y distribución
- ✚ Generación de electricidad
- ✚ Autoproductores
- ✚ Refinación de Petróleo
- ✚ Carboneras
- ✚ Fábricas de gas
- ✚ Extracción de petróleo (Mining crude oil)
- ✚ Extracción de gas natural (Mining natural gas)

- **RECURSOS**

- ✚ Primarios
- ✚ Secundarios

La lógica que sigue el modelo es presentar los flujos energéticos desde los recursos hasta la demanda final (de abajo hacia arriba). Es importante respetar este ordenamiento con el fin de que el modelo pueda ejecutarse y sobre todo es muy importante respetar el orden dentro del “sector” transformación referido a la ubicación de la carpeta de Transmisión y Distribución antecediendo a la de Generación de Electricidad (se supone que primero se genere y posteriormente se transmita y distribuya).

Con el fin de mostrar las bondades del modelo se procedió a desagregar algunos de los sectores que componen la demanda, de acuerdo a los datos disponibles o estimables con un grado de certidumbre razonable.

La apertura del sector residencial (hogares) se realizó por los principales usos de la energía a saber: refrigeración, iluminación, cocción y resto de los usos domésticos. En relación con el sector de manufacturas se utilizó una desagregación por ramas y por actividades altamente consumidoras de energía, separándose este consumo en usos calóricos y eléctricos.

<b>Manufacturas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales Básicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Níquel      Calor Electricidad</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero      Calor Electricidad</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cemento      Calor Electricidad</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel      Calor Electricidad</li> </ul>
	Resto de actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinarias y equipos</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales no Duraderos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azúcar crudo      Calor Electricidad</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azúcar refino      Calor Electricidad</li> </ul>
	Resto de actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miscelánea</li> </ul>	

De forma similar se procedió con la agrupación Materiales no Duraderos para el caso de la producción de azúcar crudo y refino. De esta forma se muestra como el modelo LEAP acepta diferentes tipos de combinaciones (indicadores físicos y en valor) para definir el nivel de actividad relacionado con la demanda de energía.

La forma en que el modelo calcula la demanda de energía se presenta a continuación. En todos los casos es el producto del nivel de actividad, definido en términos físicos o en valor, por la intensidad energética, tanto a nivel de energía final (neta) o útil.

Cuadro No. 10

### Metodología para Modelar la Demanda (1)

#### 1. Análisis en Energía Final: $e = a \cdot i$

- Donde e=demanda energética, a=nivel de actividad, i=intensidad energética final (energía consumida por unidad de actividad)
- **Ejemplo:** la demanda energética en la industria del cemento puede ser proyectada basándose en las toneladas de cemento producidas y la energía usada por tonelada producida. *Ambas variables pueden cambiar en el tiempo.*

#### 2. Análisis en Energía Util: $e = a \cdot (u / n)$

- Donde u=intensidad energética en energía útil, n = eficiencia
- **Ejemplo:** la demanda energética en los edificios cambiará en el futuro según: (1) cuanto más edificios se construyan [+a] (2) cuando la población adquiera mayor poder adquisitivo y como consecuencia acondicione más los ambientes [+u], o cuando mejore el aislamiento de los edificios [-u], o cuando la población cambie calderas menos eficientes (a diesel-oil por ej.) por otras más eficientes a gas natural o electricidad [+n].

Fuente: LEAP, User Guide for versión 2003. SEI-Boston, Tellus Institute, Boston MA, USA.

Por su parte, la desagregación del sector transporte en pasajeros y carga fue completada en cada caso por una apertura más amplia, esto es, transporte de carretera, ferroviario, marítimo y aéreo. El transporte por carretera, en el caso de los pasajeros, se desagregó en autos y ómnibus (urbanos e interurbanos), mientras que el de carga se abrió en camiones ligeros y pesados. El modelo calcula el consumo de energía en transporte usando un procedimiento, en principio, igual al antes señalado.

### Metodología para Modelar la Demanda (2)

#### 3. Análisis del Stock: $e = s \cdot d$

- Donde s=stock, d=intensidad del artefacto (energía utilizada por el artefacto). El Stock es modelado endógenamente en base a las existentes ventajas comparativas de los artefactos, las ventas de nuevos artefactos y la tasa de obsolescencia de los mismos.
- **Ejemplo:** cuán rápido se producirá un ahorro energético debido a la penetración de heladeras más eficientes, considerando una tasa de penetración de éstas y una rotación del stock existente?

#### 4. Análisis del Sector Transporte: $e = s \cdot m / fe$

- Donde s = parque, m = kilómetros recorridos, fe = consumo específico (Km/litro)
- Permite calcular la rotación del parque vehicular.
- Permite también calcular las emisiones por vehículo-km
- **Ejemplo:** modelar el impacto en el consumo energético de la penetración de vehículos de bajo consumo específico, así como sobre las emisiones.

En el sector Transformación, para la Generación Eléctrica se utilizó una apertura general, sin embargo el modelo permite incorporar un grado de detalle mucho mayor (a nivel de central eléctrica o de unidad de generación). Teniendo en cuenta las características del sistema eléctrico nacional fue necesario separar de los Autoproductores, del total de electricidad generada, la parte de esta que es entregada al sistema electroenergético nacional. Un tratamiento más detallado de la generación tendría que tomar en cuenta la existencia de sistemas aislado de generación, sobre todo si se utiliza la posibilidad de simular el despacho de cargas según el orden de mérito que se introduzca (solo se despachan las capacidades del sistema interconectado).

En la refinación de petróleo se supuso la existencia de una sola refinería, al no disponerse de la información correspondiente a cada una de las existentes en el país. Por último, no se incorporó como proceso de transformación la destilación de alcohol ya que a este portador se le incluyó en los volúmenes de kerosina consumido en la actividad de cocción, en la demanda de energía de los hogares.

En la última “rama del árbol” del modelo, se introdujeron datos estimados para las reservas de combustibles no renovables, en este caso petróleo y gas, y del potencial para los recursos renovables, utilizando para ello diferentes fuentes de información, sin la pretensión de establecer pautas en este sentido.

Para el cálculo de las emisiones de gases contaminantes, en casi todos los casos, se utilizó la información contenida en la base de datos ambiental del modelo, en particular los coeficientes definidos por el IPCC, TIER 1 (Default Emisión Factors). Estos factores coinciden con los utilizados por el país en el cálculo de emisiones utilizado en la confección del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero.

### ***La información***

En lo referente a la información, se constata no obstante contar el país con un Sistema de Información Estadístico amplio en cobertura y periodicidad, la mayoría de los datos captados en este no satisfacen los requerimientos informativos necesarios para aprovechar las posibilidades de análisis que brinda el modelo LEAP, sobre todo cuando se trata de información a diferentes grados de desagregación<sup>33</sup>. Empezando por las diferencias entre la presentación de los indicadores del PIB y los del consumo de energía, que responden a concepciones distintas de conformación lo que impide una clara correlación entre consumos y los sectores de las Cuentas Nacionales<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> Tal situación fue señalada en la puesta en explotación del MAED (módulo del ENPEP). Taller MAED, del 14 al 28 de febrero del 2003, CUBAENERGIA.

<sup>34</sup> En el caso de la energía los consumos se reportan a salida de empresa, sin ningún tipo de desagregación que permita identificar las cantidades destinadas a determinados usos, siendo el caso más problemático el del diesel. Por otra parte, no es posible distinguir claramente los consumos de sectores como el agropecuario, en especial la agricultura cañera, existe diferencia conceptual entre lo que se considera agricultura en cuanto a la asignación de los consumos energéticos y el valor agregado de producción, lo mismo pasa con los sectores minería y transporte, en este último la energía que se reporta es la perteneciente solo a las empresas especializadas, quedando el resto, la mayor parte de este, energéticamente indefinida en otros sectores.

Con respecto a información de tipo demográfica y de nivel de vida (en especial referido a la tenencia de equipamiento energético en el hogar), la situación se complica al no tener información de censos o encuestas actualizadas, los datos del último censo no están disponibles aún después de casi un año de realizado este y, por otra parte, hasta ahora no se han aprovechado, para obtener información de este tipo, los sistemas de encuestas montados por la Oficina Nacional de Estadísticas.

Las estadísticas de normas de consumos, resultan insuficientes en muchos casos para satisfacer los requerimientos de información del modelo, debido a que en casi todos los casos son índices muy agregados y además no caracterizan los usos específicos de la energía. Esto independientemente de que en muchos de ellos no se abarque el universo completo, por ejemplo, el transporte escolar o el transporte en general de otras empresas no especializadas, pertenecientes a los órganos provinciales del Poder Popular, no es informado por todas las provincias.

Una situación aún más crítica desde el punto de vista de la existencia de información se da en el caso de los datos de los rendimientos del equipamiento energético, lo que obliga en muchos casos a utilizar información que aparece en la literatura técnica. En este punto, el caso de Cuba no constituye una singularidad en este sentido, sin embargo, se cuenta con un cuerpo de inspectores energéticos que actúan a los diferentes niveles institucionales y territoriales, a partir de los cuales se podría obtener y organizar un importante banco de información de este tipo.

### **Escenario de referencia**

Es importante señalar que la ejecución del modelo solo se puede llevar a cabo cuando se especifica algún tipo de escenario, esto es el modelo no “corre” solo con los datos del año base. Por ejemplo, para reproducir el balance energético del año base hay que además de introducir los datos para este, especificar algún tipo de trayectoria en el tiempo.

En este caso se utilizó el mismo escenario de referencia socioeconómico y energético definido en los trabajos sobre Escenarios de Mitigación y Escenarios Energéticos y su Impacto Ambiental, también usado por CUBAENERGIA en los trabajos con el modelo MAED, del ENPEP.

A continuación un resumen de los principales comportamientos:

<b>ESCENARIO MACROECONOMICO Y DEMOGRAFICO</b>							
<b>CUBA <u>ESCENARIO BASE</u></b>							
		<b>2001</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>
<b>MACROECONOMIA</b>							
PIB	10 <sup>6</sup> MU97	27573.6	31667.04	39462.9	49177.95	59832.5	72795.38
PIB tasa de crecimiento (anual)	% pa		3.52	4.5	4.5	4.0	4.0
<b>DEMOGRAFIA</b>							
Población	10 <sup>6</sup> pers	11.24	11.42092	11.65118	11.88607	12.1257	12.37016
Población tasa de crecimiento	% pa		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

PIB per cápita	MU97/cap	2453.17	2772.72	3387.03	4137.44	4934.35	5884.76
Hogares	10^6	3.2114	3.2631	3.3289	3.3960	3.4645	3.5343

**Escenario base para la estructura económica**

**Tasa de crecimiento sectorial**

Sector	Unit	2001	2005	2010	2015	2020	2025
Agricultura	% pa	1728.6	3.65	4.83	4.17	4.00	4.33
Construcción	% pa	1667.4	3.32	5.19	4.83	4.00	3.33
Minería (exc. Energía)	% pa	284.4	2.72	4.50	6.51	4.00	2.04
Manufacturas	% pa	4461.4	3.55	4.50	4.50	4.00	4.13
Energía	% pa	818.5	5.48	6.39	4.50	3.40	4.00
Servicios	% pa	18613.3	3.44	4.31	4.47	4.03	4.03
Total PIB	% pa	27573.6	3.52	4.5	4.5	4.0	4.0

**Tasa de crecimiento del sector Manufacturas**

		2001	2005	2010	2015	2020	2025
Materiales Básicos	% pa	798.7	1.00	4.50	4.50	4.00	4.26
Maquinarias y equipos	% pa	468.5	4.28	4.88	4.50	4.93	3.76
Materiales no Durables	% pa	2880.7	3.53	4.50	4.50	3.84	4.19
Misceláneas	% pa	313.5	2.33	3.87	4.50	2.35	3.07
Total Manufacturas	% pa	4461.4	3.55	4.50	4.50	4.00	4.13

**ESTRUCTURA**

	2001	2005	2010	2015	2020	2025
Agricultura	0.0627	0.0630	0.0640	0.0630	0.0630	0.0640
Construcción	0.0605	0.0600	0.0620	0.0630	0.0630	0.0610
Minería	0.0103	0.0100	0.0100	0.0110	0.0110	0.0100
<b>Manufacturas</b>	<b>0.1618</b>	<b>0.1620</b>	<b>0.1620</b>	<b>0.1620</b>	<b>0.1620</b>	<b>0.1630</b>
<b>Materiales Básicos</b>	<b>0.1790</b>	<b>0.1800</b>	<b>0.1800</b>	<b>0.1800</b>	<b>0.1850</b>	<b>0.1880</b>
<b>Maquinarias y Equipos</b>	<b>0.1050</b>	<b>0.1080</b>	<b>0.1100</b>	<b>0.1100</b>	<b>0.1150</b>	<b>0.1130</b>
<b>No duraderos</b>	<b>0.6457</b>	<b>0.6450</b>	<b>0.6450</b>	<b>0.6450</b>	<b>0.6400</b>	<b>0.6420</b>
<b>Misceláneas</b>	<b>0.0703</b>	<b>0.0670</b>	<b>0.0650</b>	<b>0.0650</b>	<b>0.0600</b>	<b>0.0570</b>
Energía	0.0297	0.0320	0.0350	0.0350	0.0340	0.0340
Servicios	0.6750	0.6730	0.6670	0.6660	0.6670	0.6680
PIB (97)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Manufacturas	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Fuente: elaboración propia

En el ejercicio con el modelo LEAP, el horizonte temporal solo abarcó desde el 2001 (año base) hasta el año 2020.

Los supuestos implícitos en este escenario se presentan, de forma muy resumida, a continuación<sup>35</sup>:

<sup>35</sup> Ver: Somoza Cabrera, J. y Adriano García Hernández (2002): "Escenarios Energéticos de Largo Plazo y su Impacto Ambiental", mimeo, INIE

## **Ámbito Internacional**

- Continuación de la política de bloqueo por parte de los Estados Unidos de Norteamérica hacia el país.
- Situación política en la región no es favorable
- No hay, en consecuencia, una atmósfera favorable para la inversión extranjera, excepto en los rublos tradicionales (minería y turismo)
- Las principales opciones de integración se ubican en la región del Caribe y en menor medida con países latinoamericanos

## **Situación económica interna**

- Desarrollo sostenido de la economía (ritmo de crecimiento del 4% , aproximadamente, entre el 2001 y el 2020)
- El ingreso per cápita se incrementa a una tasa ligeramente inferior al del PIB, aproximándose al nivel que actualmente presentan los países más desarrollados del área (Costa Rica)
- No se dan cambios estructurales significativos, manteniéndose, en general la estructura del año base.
- Control sobre los indicadores macro fundamentales (déficit presupuestario e inflación)
- La economía continua manteniendo el modelo de planificación central, pero con mayor nivel de descentralización de las decisiones económicas, mayor participación del sistema bancario y un incremento estable de empresas mixtas con capital extranjero en el turismo y la minería

## **Demografía**

- La tasa de crecimiento de la población seguirá los patrones de la última década, de bajo crecimiento (0.4% anual)
- El nivel de urbanización continua creciendo pero de forma más lenta

## **Política energética**

- Potenciación del desarrollo de áreas rurales sin acceso a los servicios energéticos modernos (electrificación de áreas remotas)
- El desarrollo del uso de las fuentes renovables será reforzado
- Continuación de los trabajos de prospección y exploración de petróleo y gas natural
- Continúa la penetración del crudo nacional en actividades económicas donde esto sea factible. También el proceso de sustitución de los consumos de diesel, en usos térmicos, por fuel oil o mezclas
- Continua el proceso de gasificación de los usos térmicos residenciales
- Acceso limitado a nuevas tecnologías energéticas

- Se mantienen los programas sectoriales de uso racional de la energía
- Continuación del Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC) y consolidación del Programa de Ahorro de Combustible (PAC)
- Reducción paulatina de los subsidios a los energéticos, sin afectación significativa sobre los niveles de vida

### **Estilo de vida**

- Crecimiento de forma moderada del número de viviendas a partir de los programas del gobierno y de los esfuerzos propios de la población
- Acceso creciente a los servicios básicos de salud, agua potable y salubridad
- Incremento moderado de la tenencia de equipos electrodomésticos modernos
- La participación del transporte público aumenta moderadamente
- Incremento muy moderado de la tenencia de autos por parte de la población
- La participación de vehículos modernos crece

### **Transporte**

- Mejoramiento del estado actual de la infraestructura de transporte (equipos y carreteras)
- Incremento de la participación del ferrocarril en el transporte de carga y pasajeros
- Construcción de poliductos para la transportación de combustibles líquidos y gas
- Penetración muy incipiente del transporte eléctrico (ferrocarril)

### **Mejoramiento tecnológico**

- Incremento en la eficiencia del uso de la energía tanto en las actividades de transformación (generación de electricidad), como en el equipamiento final del sector productivo y de la población
- Mayor eficiencia en el uso de las fuentes energéticas no comerciales, en especial de la biomasa
- Penetración moderada de tecnologías energéticas para el uso de fuentes renovables de energía, en especial eólica y fotovoltaica

### **Política ambiental**

- Fortalecimiento de los estándares y controles, marco regulatorio referentes a los niveles de emisiones de sustancias dañinas al medio ambiente
- Mayores exigencias en la concesión de las licencias ambientales para los nuevos proyectos de inversión
- Continuación de la activa participación del país en los organismos internacionales vinculados con el medio ambiente
- Preparación para la participación ventajosa en los posibles mecanismos de financiamiento internacionales vinculados al tema del medio ambiente como por ejemplo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

A continuación se presenta el Balance Energético para el año 2001 (base) obtenido por el modelo LEAP.

### Energy Balance. Referencia Scenario, 2001 (Thousand Tonne of Oil Equivalent)

	Solid Fuels	Natural Gas	Crude Oil	Hydro power	Biomass	Electricity	Oil Products	Other fuels	Total
Production	0	509	2,624	6	2,565	0	0	0	5,704
Imports	13	0	1,792	0	0	0	2,996	0	4,801
Exports	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Primary Supply	13	509	4,416	6	2,565	0	2,996	0	10,504
Fábricas de gas	0	-58	0	0	0	0	-26	74	-10
Autoproductores	0	0	0	0	-204	101	-79	0	-182
Carboneras	0	0	0	0	-82	0	0	0	-82
Oil Refinering	0	0	-2,607	0	0	0	2,390	0	-218
Electricity generation	0	-450	-1,339	-6	-94	1,140	-2,124	0	-2,873
Transmisión y Distribución	0	0	0	0	0	-187	0	0	-187
<b>Total Transformation</b>	<b>0</b>	<b>-507</b>	<b>-3,946</b>	<b>-6</b>	<b>-380</b>	<b>1,054</b>	<b>160</b>	<b>74</b>	<b>-3,552</b>
Households	0	0	0	0	15	386	261	57	718
Industria	13	0	460	0	2,048	412	1,375	0	4,307
Transporte	0	0	0	0	0	0	1,231	0	1,231
Comercio	0	1	10	0	121	238	290	17	677
Total Demand	13	2	470	0	2,185	1,035	3,156	74	6,934
Unmet Demand	0	0	0	0	0	-19	0	0	-19

Valdría hacer algunos comentarios al respecto de este balance. En primer lugar la conversión a unidades equivalentes de energía (toneladas equivalentes de petróleo, base 10000 kcal/kg) para el petróleo crudo nacional se realizó utilizando un valor calórico de 9300 kcal/kg, a semejanza del utilizado por la Unión Eléctrica para el cálculo de los consumos específicos en la generación de electricidad. Los balances energéticos nacionales no hacen esta distinción (tratan por igual el crudo nacional y el importado) y utilizan un valor calórico notablemente superior para la conversión del petróleo a unidades de energía (10700 kcal/kg). Este hecho incide también en la diferencia existente entre el balance y la modelación con respecto a los insumos del sector transformación, en particular en la generación.

Por otra parte, en el balance realizado utilizando el modelo LEAP, no se tuvo en cuenta, por razones obvias, las variaciones de inventarios, ni las transferencias entre productos (lo cual pudiera incidir a nivel del balance individual de cada portador energético). Tampoco se incluyeron las ventas a naves y aeronaves extranjeras y no se abordó el tema de los usos no energéticos. Sin embargo, el modelo permite escoger variantes de procesamiento donde se pueden incluir los inventarios y los consumos no energéticos.

También por razones obvias no se incluyeron otras fuentes primarias y el alcohol, utilizado en casi su totalidad por el sector residencial en la cocción de alimentos, se incluyó dentro de los consumos de kerosina, lo cual incide en la diferencia entre lo modelado y el balance real. Tampoco se modeló la producción de alcohol, lo cual introduce diferencias con relación al balance en la partida "productos de la caña".

A nivel de consumos finales por sectores es donde se da la diferencia metodológica antes señalada relacionada con los consumos de combustibles para el sector transporte en el caso del diesel y la gasolina. En el balance estos consumos están distribuidos por cada sector de acuerdo a la modalidad de captación de la información estadística y solo en el sector transporte se ubican los consumos de estos portadores realizados por las empresas especializadas. En el LEAP tratando de respetar la metodología internacionalmente aceptada, se trato de separar estos consumos del resto de los sectores (especialmente del manufacturero, construcción, agropecuario y servicios), por lo cual las diferencias entre el balance y el LEAP son notables. No obstante, a nivel de consumo energético final las diferencias entre ambos balances son a penas de un 5%.

En resumen, las diferencias entre ambos balances no son notables, si se tienen en cuenta los puntos antes aclarados. Por ejemplo, en la producción de energía primaria, la diferencia es de alrededor de un 15%, igual ocurre con la oferta total de energía. La diferencia con relación al consumo final es apenas un 5%.

### **Algunos resultados del Escenario de Referencia para el sector de la Demanda**

Bajo las premisas en que se formuló el Escenario de Referencia, el crecimiento de la demanda de energía sería a una tasa anual de un 2.4% anual, para alcanzar en el 2020 un consumo de 10.8 millones de toneladas equivalentes de petróleo

Por combustibles se destacan, por su crecimiento, el GLP, el crudo nacional, gas natural y el diesel, seguido por la electricidad. Reducción solo de los consumos de kerosina (efecto de la sustitución por GLP y gas manufacturado) y estancamiento en la demanda de bagazo. La tasa de crecimiento para el carbón se refiere al 2010, denotando la supuesta penetración de este portador en el proceso de producción del cemento.

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: demand  
 Scenario: Referencia  
 Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasas (%)
Wood	148.9	160.8	184.2	210.8	237.2	2.5
Natural Gas	1.6	1.8	2.1	2.5	2.9	3.2
Metalurgical Coke	12.9	14.4	17	20.3	25.4	3.6
Manufactured gas	74.1	78.6	87.9	98.8	110.6	2.1
LPG	172.2	194.8	231.7	272.2	314.6	3.2
Kerosene	136.3	134	134.9	135.3	135.2	-0.04
Jet Kerosene	202.9	217.8	237.4	259.3	284	1.8
Gasoline	420.2	439.7	462.6	485.5	508.1	1.0
Fuel Oil	771	810	886.3	1,002.80	1,128.60	2.0
Electricity	1,034.90	1,115.10	1,279.80	1,479.60	1,712.50	2.7
Diesel	1,452.90	1,621.70	1,925.90	2,314.60	2,701.00	3.3
Charcoal	44.6	47.5	53.9	61.2	68.5	2.3
Crude Oil	469.7	487	632.7	746.2	1,011.50	4.1
Coal (bituminous)	0	0	172.2	296	573.9	12.8
Biomass (unspecified)	13.3	15.9	20.8	26.9	34.1	5.1
Bagasse	1,978.00	1,986.00	1,992.70	1,995.70	1,995.00	0.05
Total	6,933.60	7,325.20	8,322.20	9,407.90	10,843.20	2.4

Por sectores de la demanda, el consumo de energía tendría las siguientes características:

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: demand

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Households	718.5	743.5	799.3	860	917.6	1.3
Industria	4,307.40	4,480.00	5,112.00	5,776.50	6,764.50	2.4
Transporte	1,230.80	1,339.80	1,484.00	1,644.30	1,822.00	2.1
Comercio	676.9	761.9	927	1,127.00	1,339.00	3.7
Total	6,933.60	7,325.20	8,322.20	9,407.90	10,843.20	2.4

Dinámicas llamativamente pequeñas en los casos del sector residencial y el transporte debido a las consideraciones del escenario: crecimiento moderado del número de viviendas, penetración moderada de nuevas luminarias y refrigeradores eficientes, y de equipamiento en general moderno, cambio de combustible para la cocción (GLP y gas manufacturado por kerosina), incremento de la participación de los trenes en el transporte de carga y un moderado crecimiento en el transporte por carretera de pasajeros, según la dinámica de la población.

El escenario de referencia arroja el siguiente comportamiento para el sector industrial y el manufacturero en particular.

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: industrial

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Manufactura	3,759.80	3,869.50	4,359.20	4,819.30	5,616.20	2.1
Agricultura	183.5	206.5	251.3	304.2	366.6	3.7
Construcción	104.8	118	150.5	183.1	220.7	4.0
Minería	259.3	286	351	470	561	4.1
Total	4,307.40	4,480.00	5,112.00	5,776.50	6,764.50	2.4

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: manufactura

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Materiales Básicos	1,012.80	1,051.00	1,399.60	1,687.40	2,289.60	4.4
Materiales no durables	2,721.20	2,788.40	2,922.20	3,086.30	3,272.80	1.0
Maq y Equipos	24.7	28.9	36	43.8	52	4.0
Micelaneas	1.1	1.2	1.4	1.7	1.9	2.9
Total	3,759.80	3,869.50	4,359.20	4,819.30	5,616.20	2.1

Dentro de la dinámica del consumo del sector industrial destaca el del sector construcción, agropecuario y la minería (no energética) como resultado de la concentración de los esfuerzos en la sustitución de importaciones de alimentos, cierta expansión en la construcción de viviendas y otras obras de infraestructura social y un mayor dinamismo de la actividad minera, en particular la de minerales no ferrosos (en este escenario se supone que la producción de níquel alcance al cierre de este período las 100 mil toneladas de Ni+Co), lo cual tiene su correlato con la dinámica que presenta la agrupación Materiales Básicos dentro de las manufacturas<sup>36</sup>.

La baja dinámica de los materiales no duraderos se corresponde con los supuestos asumidos en el escenario de referencia en relación a la producción de azúcar crudo y refino (muy discreto crecimiento hasta alcanzar niveles de 4 y 0.5 millones de toneladas en cada caso), siendo estas las actividades que presentan las mayores intensidades en el uso de la energía.

Los consumos de energía del sector transporte se presentan en las siguientes tablas.

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: transporte

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Pasajeros	630.2	661.8	700.6	741.7	785.3	1.2
Carga	600.6	678	783.4	902.6	1,036.70	2.9
Total	1,230.80	1,339.80	1,484.00	1,644.30	1,822.00	2.1

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: transporte

Scenario: Referencia

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Jet Kerosene	202.9	217.8	237.4	259.3	284	1.8
Gasoline	420.2	439.7	462.6	485.5	508.1	1.0
Fuel Oil	8.6	9.9	11.6	13.6	15.7	3.2
Electricity	0	0	0	0.1	0.1	0.0
Diesel	599	672.4	772.4	885.8	1,014.10	2.8
Total	1,230.80	1,339.80	1,484.00	1,644.30	1,822.00	2.1

Cuba1: Net final energy demand in final energy units:

pasajero

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Carretera	451.6	472.6	498.1	525	553.4	1.1
Tren	5.1	5.9	7	8.2	9.6	3.4

<sup>36</sup> En el Escenario de Referencia se supuso un incremento neto del "stock" de viviendas de unas 30 mil por año, a partir del 2010, notablemente inferior al objetivo de construir 50-60 mil, propuesto a finales de la década de los 90. Por otra parte, se considera que el número de habitaciones turísticas alcanzará la cifra de 64 mil aproximadamente, en 2030, lo que implicaría la construcción de unas 20 mil habitaciones en este período.

Avión	173.5	183.3	195.5	208.5	222.4	1.3
Barco	0	0	0	0	0	
Total	630.2	661.8	700.6	741.7	785.3	1.2

Cuba1: Net final energy demand in final energy units: carga

Scenario: Referencia, Fuel: All Fuels

Units: thousand tonne of oil equivalent

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Carretera	442.1	490.5	553.4	620.7	691.8	2.4
Tren	95.8	113.2	138.7	169.6	207	4.1
Avión	29.4	34.5	41.9	50.8	61.6	4.0
Barco	33.3	39.8	49.5	61.4	76.2	4.5
Total	600.6	678	783.4	902.6	1,036.70	2.9

La dinámica del consumo de energía en el caso del transporte de pasajeros es en realidad baja. Esto responde al supuesto de que en este escenario los pasajeros transportados seguirían una dinámica del 1% de crecimiento promedio anual, casi el doble que el que registraría la población, pero en este caso partiendo de un sector cuyo desempeño fue de los más afectados por la crisis y por tanto de niveles de actividad extraordinariamente reducidos. Por su parte, en el caso de la carga, el supuesto fue que la carga transportada crecería de acuerdo a la dinámica del sector industrial, por ser, precisamente, el transporte uno de los “cuellos de botella” para la expansión de este sector (recordar que el sector industrial aquí incluye las manufacturas, la minería, la construcción y la agricultura).

Por último se presentan las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) resultantes del escenario propuesto.

Cuba1: Global Warming Potential (Carbon equivalent)

Scenario: Referencia, GWP: All GWPs

Units: million kilogramme

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Demand	3,058.50	3,293.90	3,985.40	4,707.90	5,727.00	3.4
Transformation	3,662.40	3,895.50	4,187.30	4,444.30	4,695.50	1.3
Total	6,720.90	7,189.40	8,172.70	9,152.10	10,422.50	2.3

Los resultados de las emisiones reflejan la creciente penetración del crudo nacional y el carbón mineral en las actividades de uso final, en especial en actividades calóricas de la agrupación de materiales básicos, en la producción de níquel y de cemento.

Cuba1: Global Warming Potential (Carbon equivalent)

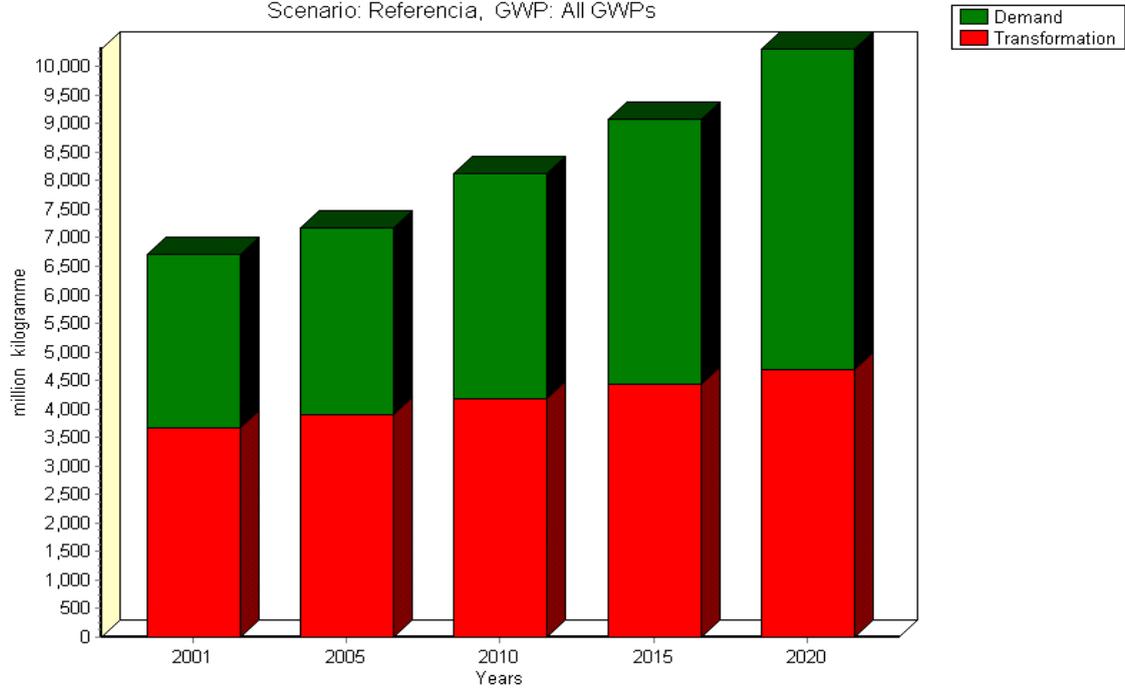
Scenario: Referencia

Units: million kilogramme

	2001	2005	2010	2015	2020	Tasa (%)
Nitrous Oxide	51.3	52.1	55.8	59.1	62.3	1.03
Methane	52.3	54.7	60.9	67.5	74.2	1.86
Carbon Dioxide Non Biogenic	6,617.20	7,082.50	8,056.00	9,025.60	10,286.00	2.35
Total	6,720.90	7,189.40	8,172.70	9,152.10	10,422.50	2.34

### Cuba1: Global Warming Potential (Carbon equivalent)

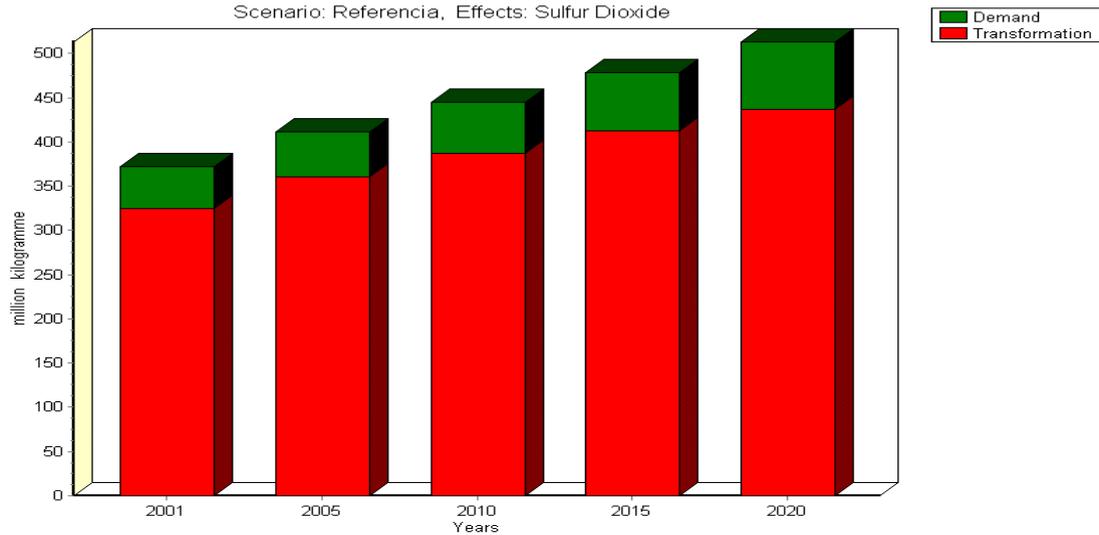
Scenario: Referencia, GWP: All GWPs



En el caso de la generación eléctrica, se nota una reducción relativa del potencial de calentamiento respecto a los sectores de uso final de cierta forma explicada por la penetración del gas natural como insumo en la generación y en cierta medida la generación a partir de biomasa.

### Cuba1: Environment

Scenario: Referencia, Effects: Sulfur Dioxide



Esta situación se refleja también en el crecimiento de las emisiones de dióxido de azufre, sin embargo en este caso la participación del sector trasformativo es extraordinariamente superior, debido específicamente al uso masivo de crudo cubano en la generación de electricidad.

## CONCLUSIONES

- ✚ La naturaleza de la política energética consiste, por una parte, en su carácter “derivado” de la política de desarrollo socioeconómica y por tanto es conceptualizada como una política de largo plazo. Por la otra, resulta cada vez más claro (las evidencias empíricas, al menos en la región latinoamericana así lo van demostrando, luego de casi 15 años de la adopción, de forma acrítica, del modelo neoliberal), la responsabilidad de los gobiernos de realizar una política energética activa<sup>37</sup>.
- ✚ La revisión del enfoque metodológico para la formulación de la política energética, permite focalizar los elementos claves y establecer el nexo con el análisis prospectivo y el uso de los escenarios y la utilización de los modelos energéticos, ambos como herramientas fundamentales del proceso de formulación de política.
- ✚ Resultan relevantes en la formulación de política las etapas del Diagnostico y la determinación de la “reacción” de los principales actores involucrados ante los objetivos e instrumentos de política planteados y el grado de conflictividad entre estos actores de cara a cada instrumento de política energética. Del conocimiento de estos factores depende, en buena medida, la viabilidad de la política energética.
- ✚ Se destaca como uno de los rasgos principales el **carácter coherente** de los escenarios (los escenarios constituyen una imagen **coherente** del estado de un determinado sistema en ciertos puntos del futuro), coherencia está referida, por una parte, a la compatibilidad interna que deben guardar las hipótesis que conforman el escenario, y por otra, a que se puedan especificar las trayectorias que unen los diferentes estados del sistema que se incluyen dentro del escenario.
- ✚ El sentido de la prospectiva es el de tratar de explorar el futuro bajo la modalidad de “qué pasaría si”, mediante las técnicas de construcción de escenarios, la cual **permite reducir el grado de incertidumbre en la toma de decisiones.**
- ✚ La utilidad de los modelos reside tanto en la exactitud con que reproduzca la conducta real del sistema bajo ciertas condiciones externas, como en la operatividad

---

<sup>37</sup> La política macroeconómica de corto plazo debería estar subordinada a la política de desarrollo socioeconómica de largo plazo, sin embargo, las situaciones coyunturales alteran frecuentemente y con diferente grado de intensidad esta concepción. Tales alteraciones son generalmente el resultado de cambios bruscos y/o no previstos en las condiciones del entorno internacional o debido a presiones internas (en el caso Cuba, el boqueo y la caída del socialismo europeo constituye un ejemplo clásico y singular). En estas circunstancias, es claro que son estas políticas “coyunturales” las que marcan el rumbo de la política de desarrollo socioeconómica.

de los mismos, esto es, facilidad de manejo, bajo costo de procesamiento, requerimientos informativos, entre otros. Sin embargo, el aspecto más relevante sigue siendo el conocimiento detallado de la estructura y funcionamiento del sistema energético y de las posibilidades del mismo en el futuro.

- ✚ La principal ventaja de la utilización de los modelos econométricos consiste en su alto grado de coherencia con la teoría económica que le sirve de base para su formulación, la cual le asigna un significado económico claro a cada parámetro estimado en el modelo. Sin embargo, esta coherencia se ve afectada cuando por necesidades del análisis se requiere una desagregación importante de los consumos, o se trata de evitar la restricción de parámetros constantes, modificando la estructura funcional de la ecuación de demanda. Por otra parte, estos modelos, por lo general, plantean menores exigencias desde el punto de vista de la información necesaria para su ejecución.
- ✚ Las desventajas de estos modelos se pueden agrupar en tres categorías. La primera de ellas está referida al carácter de las previsiones. En efecto, las previsiones basadas en funciones de demanda ajustadas econométricamente a partir de series históricas implica proyectar o extrapolar el pasado, ya que los parámetros estimados reflejan los cambios ocurridos en este período. El levantamiento parcial de esta limitación a partir de contar con criterios para simular valores diferentes de las estimaciones efectuadas, implicaría responder satisfactoriamente ciertas preguntas como: qué significación estadística tienen los nuevos valores asumidos para los parámetros; qué significado conceptual tienen dichos cambios; responden los nuevos valores de los parámetros a los cambios estructurales previstos o deseados, entre otras.
- ✚ Un segundo tipo de desventaja se observa en el tratamiento de los procesos de sustitución entre fuentes el cual se trata de modelar a partir de los precios relativos: por una parte, los precios de los energéticos no constituyen la única variable, y en ocasiones ni siquiera la variable fundamental, que explica los cambios entre fuentes energéticas. En la práctica existen otras variables como la el desarrollo tecnológico (o simplemente el acceso a una tecnología determinada), la distribución del ingreso, la capacidad de producción de las fuentes, la disponibilidad de recursos financieros y restricciones de tipo culturales que son más relevantes que los precios de los energéticos en estos procesos de sustitución. Por otra parte, este tipo de modelo es incapaz de representar la penetración de una fuente nueva, no contemplada en el período histórico considerado.
- ✚ La última categoría de problemas está relacionada con la incapacidad de este tipo de modelo de tener en cuenta los requerimientos de aquellas fuentes que no pasan por el mercado o por algún tipo de circuito comercial, tales como la leña y los residuos de biomasa, ampliamente utilizados en los países subdesarrollados para cubrir importantes requerimientos energéticos.
- ✚ En relación a los modelos de tipo analíticos (optimización y simulación), se tiene que por razones operativas los de optimización tienen serias dificultades para

admitir relaciones no lineales entre sus variables (todos los modelos de equilibrio analizados son lineales), lo que no permite representar adecuadamente economías o deseconomías de escala, procesos de agotamiento de recursos, entre otras variantes. Mientras que los modelos de simulación permiten representar relaciones de entrada salida no lineales, lo que constituye su gran ventaja. Por otra parte, otra diferencia importante entre los modelos de optimización y los de simulación radica en que en estos últimos, la presentación modular de las herramientas de proyección y la facilidad asociada de utilizar opcionalmente solo alguno de estos módulos, posibilita el uso combinado de técnicas de optimización y de simulación para diferentes procesos de transformación y tratamiento de las relaciones oferta-demanda.

- ✚ En lo referido a la información, se constató que no obstante contar el país con un Sistema de Información Estadístico amplio en cobertura y periodicidad, la mayoría de los datos captados en éste no satisfacen los requerimientos informativos necesarios para aprovechar las posibilidades de análisis que brinda el modelo LEAP (ni del MAED, que es el caso del modelo que los especialistas de CUBAENERGIA ponen a punto), sobre todo cuando se trata de información a diferentes grados de desagregación, independientemente de las diferencias de tipo metodológicas referida a la conformación y agregación de los consumos de energía que existen. Urge la necesidad de revisar a fondo la información energética que actualmente es recogida por las estadísticas y realizar un trabajo de compatibilización y organización de los datos, teniendo en cuenta los indicadores necesarios para la planificación y el control de los recursos energéticos.
- ✚ Por otra parte, valdría la pena analizar la posibilidad de incorporar, a los sistemas de encuestas motados en la actualidad, indicadores que permitan tener un conocimiento actualizado sobre equipamiento energético (cantidad, tipo y combustible) en los hogares. En el caso del sector productivo, la utilización de los especialistas de la Inspección energética podría jugar un papel muy relevante en la recolección y organización de información referida a los rendimientos del equipamiento energético.
- ✚ Se presentó, de forma general, el modelo LEAP. El objetivo en este caso de la aplicación para los datos de Cuba fue, en primer lugar, replicar la matriz energética del país para el año base (2001), con lo cual se pretende demostrar el funcionamiento del modelo para un caso particular. Se corrió el modelo para un Escenario de Referencia, más que nada para mostrar las posibilidades de salidas que ofrece esta herramienta.
- ✚ No obstante los supuestos realizados y las singularidades metodológicas antes comentadas, las diferencias entre el balance (resumido) que ofrece el modelo y el real, no son significativas, en particular, en lo referente al consumo de los sectores de uso final, donde esta es apenas de un 5%

- En cuanto a los resultados arrojados por el escenario de referencia aquí modelado, tampoco son significativamente diferentes de los obtenidos por los trabajos realizados por CUBAENERGIA y el propio INIE.

<b>Resultados comparativos de MAED y LEAP para Escenario de Referencia</b>					
	UM	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
MAED	MMtep	7.91	8.96	10.14	11.66
LEAP	MMtep	7.3	8.3	9.4	10.8
Diferencia	(%)	7.7	7.4	6.9	7.4

En los resultados tiene incidencia lo comentado anteriormente en cuanto al tratamiento del crudo nacional en su conversión a unidades de energía (en el LEAP se utilizó un valor calórico de 9700 kcal/kg, mientras que en el MAED, al igual que en el Balance Energético, se utilizó el mismo que para el crudo de importación, 10700 kcal/kg).

## ANEXO 1

### ¿QUÉ ES LA PROSPECTIVA?<sup>38</sup>

En pocas palabras, es la reflexión antes de la acción. Nos permite anticiparnos y preparar las acciones con menores dosis de riesgo e incertidumbre. Según Michel Godet, permite hacer del futuro la herramienta del presente.

La prospectiva, según Miklos y Tello, citados por Misael Medina en Futurica, es primero un acto imaginativo y de creación, luego una toma de conciencia y una reflexión sobre el contexto actual; y por último un proceso de articulación y convergencia de las expectativas, deseos, intereses y capacidad de la sociedad para alcanzar ese porvenir que se perfila como deseable. Igualmente, alegan los autores, que la prospectiva, además de permitir e impulsar el diseño del futuro, aporta elementos muy importantes al proceso de planeación y a la toma de decisiones, ya que identifica peligros y oportunidades de determinadas situaciones futuras, además de que permite ofrecer políticas y acciones alternativas, aumentando así el grado de elección.

Este enfoque percibe a la realidad como un sistema de manera dinámica que permite el estudio de los factores propios que lo configuran y definen, precisando las posibles alternativas de evolución del sistema, así como sus grados de libertad.

Juanjo Gabiña, fundador y director del Centro Europeo de Prospectiva Prospektiker en España, establece que esta es una herramienta fundamental previa la toma de decisiones estratégicas, “es movilizadora y permite a cada actor resituar su posición y darle un mayor sentido a la acción, al tiempo que moviliza a todos los trabajadores de las empresas a todos los niveles y les prepara mejor para afrontar ,con flexibilidad y anticipación, los retos que nos depara el futuro” (El futuro revisitado, 1995).

Es también una estrategia en sí misma, con visión global y compartida entre todos los miembros de una organización que estimula la imaginación y el soñar despiertos, que reduce las incoherencias y las incertidumbres, crea un lenguaje común y estructura la reflexión colectiva permitiendo la apropiación de los procesos experimentados.

Gabiña sostiene que el futuro no está escrito en ninguna parte; no es un escenario fatal, predeterminado e ineluctable, y lo explica así “la prospectiva estratégica tiene su origen en la toma de conciencia de que el porvenir es a la vez, producto del azar y la casualidad, de las propias limitaciones del sistema, pero sobre todo, de la voluntad, fruto del deseo y de la

---

<sup>38</sup> Ver: **Álvarez Medero, Pedro (2003):** ““La Prospectiva en condiciones irregulares y emergentes, un ejemplo territorial”, mimeo, INIE.; **Reina López, María S. (2000):** “La Prospectiva como Herramienta de Modelización: Empezando con el Final en la Mente” FUNDEI, Zulia, Venezuela; y **Medina Vázquez, Javier (2000):** “Conversando acerca del Método de los Escenarios” LIDER del ILPES, Santiago de Chile

ambición... la voluntad de cambio y el control de las nuevas reglas de juego que nos permitan adueñarnos de nuestro futuro también lo condicionan...”

Como se ve, es imprescindible mantener una actitud esencialmente proactiva, más que reactiva y fatalista ante el futuro; confiar en esta estrategia es hacer que las cosas pasen como queremos que pasen, sabiendo que no hay un solo futuro posible sino muchos y que podemos seleccionar o apostar a uno de ellos para que la realidad que queremos transformar, ocurra de acuerdo a lo que más conviene a la colectividad que la vive.

Medina señala que la pregunta clave de la prospectiva no es ¿cómo será el futuro?, Sino ¿cómo quisiéramos que fuera el futuro? La prospectiva es útil para detectar los cambios que se avecinan al identificar las tendencias y prepararnos para recibirlas, para diseñar el futuro que anhelamos y facilitar así la realización de procesos de ordenamiento, toma de decisiones y allanar el camino de la acción.

La Prospectiva Estratégica supone, una unión lógica de la prospectiva con la estrategia en el momento en que la herramienta exige anticiparnos a los acontecimientos y gozar del necesario margen de libertad e impedir que nos arrastren. “Las imágenes del futuro que queremos alcanzar diseñarán el escenario apuesta y las acciones y objetivos consecuentes determinarán nuestra estrategia” (Gabiña, 1995).

De este modo el futuro se convierte en la razón de las acciones del presente. No es posible ser estrategia sin mirar a lo lejos.

El modelo prospectivo comprende una serie de pasos que podemos resumir así:

1. Análisis situacional (donde estamos)
2. Identificación de variables claves o análisis estructural (para dónde vamos)
3. Análisis de la estrategia de actores (con quien podemos ir)
4. Elaboración de escenarios de futuro (hacia donde queremos ir)
5. Diagnóstico estratégico o selección de escenario apuesta (hacia donde podemos ir)
6. Establecimiento de un plan de acción (cómo podemos ir)

Las herramientas metodológicas básicas de la prospectiva abarcan variedad de técnicas de investigación desde secundarias hasta primarias; pero la fundamental son los talleres de reflexión que identifican y jerarquizan en común los principales retos y apuestas de futuro que tiene la organización de cara a las evoluciones de su entorno y que propician la reflexión colectiva. Asimismo, se trabaja en base a la formulación de matrices de análisis, tales como:

- Análisis de actores MIC MAC
- Actores y objetivos MACTOR
- De Impacto Cruzado (SMIC)
- Multipol
- Delphi

En resumen, la reflexión prospectiva y todo su arsenal metodológico, son necesarios para establecer las grandes orientaciones y esclarecer al conjunto de decisiones que afectan al propio futuro. La aplicación de los métodos permite corregir desviaciones debido a las modificaciones que se producirán en el entorno exterior y en consecuencia ejercer la función directiva con un rumbo que la misma organización se ha establecido.

## **CAPACIDAD DE GOBIERNO Y PROSPECTIVA**

La mayoría de los gobernantes y dirigentes latinoamericanos adolecen de la cultura del inmediatismo y la improvisación. Muchos de ellos consultan acerca del camino y sin embargo no hacen ningún esfuerzo por reflexionar acerca de hacia dónde desean dirigirse. Sin capacidad prospectiva los gobiernos están destinados al fracaso.

Yehezkel Dror, en su obra “Enfrentando el Futuro”, plantea en el marco de algunos elementos de la estrategia de reforma, que el punto básico del cambio es cómo debe asumirse la administración de dicho cambio ya que las instituciones públicas en sí mismas constituyen sistemas masivos con mucha inercia dinámica; propone la constitución de “Think tanks” o tanques de pensamiento que provean al gobernante de panoramas de largo alcance que den cuenta de los ciclos vitales de los cursos de acción política.

Pero vivimos en una realidad que se resiste a los cambios racionales y lógicos y sobre todo en la administración pública hay un espacio para lo absurdo y lo inercial donde algunos actores desean que las reglas de juego actuales no varíen para así poder seguir controlando el sistema; de allí lo necesario del uso de un enfoque estratégico, que venza resistencias y cambie cultura política en el mediano y largo plazo.

La resistencia al cambio es un fenómeno muy conocido, y puede dar buena cuenta de las razones por las cuales es difícil implantar una práctica de trabajo que permita planificar prospectivamente el futuro. Medina (2000), recoge una serie de factores que explican esta resistencia a la construcción de futuro; entre otros:

- Lo urgente priva sobre lo importante y así se impide la decisión transformadora
- Ausencia de liderazgo y de proyecto trascendente ¿Hacia dónde cambiar?
- Dilema entre cambiar infraestructuras para cambiar procesos o viceversa ¿por dónde se comienza?
- El costo de no cambiar no es incorporado en la decisión estratégica del dirigente.
- Disyuntiva entre sobrevivir al siglo XX o por el contrario, construir la entrada al siglo XXI

Y concluye: “el cambio está en función a la propensión al liderazgo y de la calidad del dirigente”.

Sabemos por Matus, que la ignorancia del líder en funciones de gobierno, unido a la falta de estado mayor que contribuya a elevar su capacidad para gobernar, son elementos que condicionan en gran medida que, dispositivos que promuevan la reflexión y la

construcción de futuro, no sean comunes en nuestros gobiernos latinoamericanos. Sin embargo es vital, para la sociedad civil en su conjunto, que ocurra una ruptura con esa tendencia a decidir sobre la marcha y generemos capacidades para adoptar una actitud mucho más responsable para con nuestro futuro.

## **Qué son los Escenarios**

Los escenarios son instrumentos para la toma de decisiones en situaciones de rápido cambio social y compleja interacción social. Buscan bajar y manejar el nivel de incertidumbre y de error. Describen varias alternativas futuras, permiten analizar problemas conjuntos e interrelacionados. Facilitan un mejor conocimiento del grupo decisor acerca de sus asuntos estratégicos, tienen una importante función educativa y de toma de conciencia sobre la realidad por venir. - Los escenarios son un proceso crítico, de aprendizaje y anticipación.

En general los escenarios son flexibles, se pueden cambiar mientras se elaboran, se pueden buscar constantemente nuevas combinaciones. Son participativos -una cura de humildad-, usan muchos métodos. Se deben adaptar y revisar periódica y permanentemente, son un proceso acumulativo que permite retornar al punto de partida para volver a analizar y enriquecer la percepción de la realidad. A los decisores se les debe decir que este hacer escenarios es realizar un proceso continuo.

Los escenarios son un proceso bastante interdisciplinario y exigente, combina la historia, la sociología, la psicología de grupo, la estadística, etc. Exigen un proceso iterativo y secuencial de percepción de los cambios sociales en el tiempo. Su científicidad se da a través de una evaluación ex-post y la sustentación de sus datos de partida.

Los escenarios abren la mentalidad hacia otras opciones diferentes a la extrapolación del pasado y del presente. No dicen lo que será sino muestran qué cosa puede ser para disminuir el nivel de incerteza, al hacer evidentes las interrelaciones y los impactos que puede tener una situación. Es importante ver muchas alternativas, mirarlas es cuestión del tiempo que se emplee. Implican concentración y una perspectiva clínica para enfocarse hacia lo importante.

Los escenarios deben tomarse de una forma "humilde". Debe entenderse que los escenarios no son panaceas, sino instrumentos para actuar con menos errores, que pueden decir mucho pero no decirlo todo. Los escenarios tratan de evaluar "como va la sociedad", cual es el estado presente y futuro de un sistema social, y buscan sobretodo construir alternativas porque la escogencia del futuro es ante todo una responsabilidad moral de la sociedad.

## ANEXO 1

*Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE)*  
*Departamento de Industria y Energía*  
e-mail: [pepe@inie.get.tur.cu](mailto:pepe@inie.get.tur.cu); [adriano@inie.get.tur.cu](mailto:adriano@inie.get.tur.cu); [pam@inie.get.tur.cu](mailto:pam@inie.get.tur.cu)

*“...el futuro no se prevé sino que se prepara...el futuro debería convertirse en la razón de ser del presente ya que depende de lo que empezamos a hacer hoy y de la estrategia que adoptemos para alcanzar un futuro u otro”.*

*Gastón Berge, Futurible Internacional*

### INTRODUCCION

*La presente encuesta forma parte de los estudios que se están llevando a cabo en el INIE para la elaboración de los Escenarios Alternativos de Desarrollo Energético de Largo Plazo. Dichos estudios tributarán directamente (y de hecho ya han sido utilizado en salidas parciales) a los siguientes trabajos: “Escenarios de Mitigación. Bases para su Formulación”, elaborado por el Grupo Nacional de Mitigación; “Desarrollo de Estrategias Energéticas de Largo Plazo para Cuba”, proyecto de la IAEA desarrollado por CUBAENERGIA; y “Escenarios a Largo Plazo del Desarrollo Energético y su Impacto Ambiental”, proyecto científico técnico ramal ejecutado por el Instituto Nacional de Investigaciones Económicas” (INIE). El “horizonte temporal” referido en estos trabajos es de 30 años (para el primero y el tercero de los trabajos referidos anteriormente) y de 20 para el proyecto de la IAEA.*

*En dichos estudios se ha hecho especial hincapié en la formulación del Escenario Base, cuya definición es estratégica ya que, por una parte, resulta necesario un referente lo suficientemente coherente y bien estructurado que permita el análisis comparativo de diferentes opciones de desarrollo y la instrumentación y evaluación de las políticas macroeconómica, energética, tecnológica y ambiental necesarias para alcanzarlas; y, por otra, la creación de un marco de certidumbre y credibilidad en cuanto a la definición de estrategias nacionales en el tema de la energía y en particular sobre el tema ambiental, que permita elevar el atractivo del país como receptor de posibles fondos internacionales de inversión relacionados con los diferentes mecanismos para incentivar la transferencia de recursos y tecnologías, incluyendo los llamados Mecanismos de Desarrollo Limpio enunciados en el Protocolo de Kyoto.*

*En la elaboración de Escenarios Normativos juega un papel fundamental el proceso de consulta a los expertos y concertación entre los principales actores involucrados en la actividad para definir conceptual y metodológicamente las variables claves, la posición de los principales “actores” vinculados al tema y las diferentes hipótesis sobre la evolución de las mismas. Este proceso deberá entenderse como “un proceso abierto y*

*retroalimentado” que recaba la amplia participación de los expertos y la formulación de observaciones.*

*La metodología que se usará en la elaboración de los escenarios es la conocida como Análisis Prospectivo la cual comprende un conjunto de etapas muy precisas que se encadenan en una secuencia lógica: análisis estructural del sistema, estrategia de actores, elaboración de los posibles escenarios y el sistema de acciones y apropiación para la materialización de los mismos.*

*En esta primera parte, el objetivo estará enfocado al análisis estructural del estudio prospectivo, el cual comprende las siguientes etapas: i) identificación de las variables; ii) determinación de las relaciones en la matriz del análisis estructural; y iii) búsqueda de las variables claves a través del método MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados-Multiplicación Aplicada a una Clasificación).*

*En este sentido le agradeceríamos que tuviera a bien participar en esta encuesta respondiendo el cuestionario adjunto.*

*El método que aquí se utiliza ha sido ya experimentado por el INIE en diferentes temas de política internacional (Escenarios sobre la evolución de las relaciones Cuba-USA) y social en diferentes territorios del país, temas en que la imprevisibilidad de ciertas evoluciones durante la última década ha puesto de manifiesto la necesidad de recurrir al método prospectivo de análisis. Si usted pudiera dedicar unos veinte minutos a responder este cuestionario, podríamos determinar las variables claves y evaluar la importancia de sus interrelaciones en el desarrollo futuro de la actividad energética nacional.*

*A los participantes se les comunicará los resultados detallados de la encuesta. Sería deseable que tuviera a bien completar los datos personales que se piden a continuación, con vista a contactarlo en caso de cualquier aclaración o dudas que puedan surgir en el procesamiento de su lista de variables; sin embargo, si no desea ser identificado puede abstenerse de presentar esta información. Agradecemos anticipadamente su colaboración y le saludamos con la mayor consideración.*

*Nombre y apellidos:* \_\_\_\_\_

*Especialidad:* \_\_\_\_\_

*e-mail:* \_\_\_\_\_ *teléfono:* \_\_\_\_\_

***IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES  
ESCENARIOS ENERGETICOS A LARGO PLAZO.  
HORIZONTE TEMPORAL 20-30 AÑOS***

*De lo que se trata es de obtener una lista lo más exhaustiva posible de las variables que caracterizan el sistema energético y su contexto. En el cuestionario se propone una apertura inicial de las variables en interna y externas, en las cuales se pudieran incluir los temas políticos, económicos, sociales, tecnológicos, energéticos, entre otros.*

VARIABLES EXTERNAS	VARIABLES INTERNAS
--------------------	--------------------

**Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE)**  
**Departamento de Industria y Energía, Departamento de Prospectiva y**  
**Método**

**e-mail: [pepe@inie.get.tur.cu](mailto:pepe@inie.get.tur.cu); [adriano@inie.get.tur.cu](mailto:adriano@inie.get.tur.cu); [pam@inie.get.tur.cu](mailto:pam@inie.get.tur.cu)**

*Estimados compañeros, a continuación les presentamos las variables que han resultado relevantes de acuerdo con la respuesta de ustedes a la primera encuesta referida al tema (selección de las variables claves para la elaboración de Escenarios Energéticos a Largo Plazo).*

*Dichas variables se han categorizado, dentro de las dos grandes agrupaciones propuestas (externas e internas), en 6 subgrupos a saber, Políticas, Económicas, Tecnológicas, Energéticas, Ambientales y Demográficas, de forma tal de tratar de integrar lo más adecuadamente posible la totalidad de las variables propuesta por los expertos.*

*El paso que corresponde ahora es **Seleccionar las 8 Variables Externas que a su entender sean las MAS RELEVANTES, así como las 14 Variables Internas que tengan esa categoría.** En ambos casos este número de variables a seleccionar se corresponde con el 20%, aproximadamente, de las variables propuestas y conceptualizadas en cada agrupación y que, de acuerdo a la metodología aplicada, se espera que el 20% de las variables seleccionadas como principales pueda explicar el 80% restante.*

*Esta tarea no implica que usted pueda entender que falten variables en este listado y las pueda incorporar y seleccionarlas como principales, así como la posibilidad de hacer cualquier tipo de observación que considere pertinente.*

*La selección se hará marcando una cruz (X) en la columna derecha. Esperamos, como en el caso anterior, su valiosa colaboración. Le pedimos, además, que tengan a bien **enviarnos su selección a más tardar el 20 de septiembre**, para poder procesar estos resultados y en el más breve tiempo posible presentarles los resultados de las VARIABLES FUNDAMENTALES en la elaboración de los Escenarios Energéticos de Largo Plazo, para poder continuar con las siguientes etapas de trabajo (determinación de las relaciones directas e indirectas entre las variables fundamentales, definición de los actores involucrados en la actividad energética de acuerdo a las Variables Claves determinadas, y la determinación de las relaciones de influencias y dependencia, alianzas y conflictividad entre los mismos, con el fin de fundamentar las hipótesis que conformaran los posibles escenarios).*

***A los participantes se les comunicará los resultados detallados de la encuesta.** Sería deseable que tuviera a bien completar los datos personales que se piden a continuación, con vista a contactarlo en caso de cualquier aclaración o dudas que puedan surgir en el procesamiento de su lista de variables; sin embargo, si no desea ser identificado puede abstenerse de presentar esta información. Agradecemos anticipadamente su colaboración y le saludamos con la mayor consideración.*

**Nombre y apellidos:**

**Especialidad:**

**e-mail:**

**teléfono:**

<b>VARIABLES CONCEPTUALIZADAS</b>	<b>Selección</b>
<b>Variables externas</b>	<b>( X )</b>
<b>Variables políticas</b>	
1. Clima político internacional y en especial en áreas relevantes para Cuba.	( )
2. Estrategia geopolítica de las potencias, evolución de los conflictos actuales y potenciales.	( )
3. Relaciones Cuba-USA y CE.	( )
4. Tendencias hacia la integración en áreas relevantes (ALCA).	( )
5. Negociaciones alrededor de la deuda.	( )
6. Estrategias financieras de las organizaciones internacionales (BM, FMI, OMC, ONU y sus organismos).	( )
7. Participación en esquemas de integración regionales (económicos, energéticos).	( )
	( )
	( )
<b>Observaciones:</b>	( )
	( )
	( )
<b>Variables Económicas</b>	
1. Dinamismo de la economía internacional, cambios en los patrones de acumulación.	( )
2. Dinamismo y cambio de patrones de acumulación en mercados, países y regiones relevantes.	( )
3. Evolución de los mercados financieros internacionales.	( )
4. Tendencias a la formación de grandes conglomerados transnacionales.	( )
5. Tendencias a la formación de bloques económicos.	( )
6. Tendencias a la formación de áreas de libre comercio (apertura y desregulación).	( )
<b>Observaciones:</b>	





6. Búsqueda de soluciones mutuamente ventajosas al problema de la deuda externa multi y bilateral.	( )
7. Clara definición de las prioridades de política interna.	( )
8. Decisión política de participar en la captación de fondos internacionales y mecanismo de financiación resultantes de ratificación de protocolos y acuerdos para la protección del MA (MDL, por ej.).	( )

**Observaciones:**

### **Variables Económicas**

1. Dinamismo macroeconómico y cambio estructural.	( )
2. Dinámica del ingreso per cápita y de la distribución del ingreso (crecimiento y equidad).	( )
3. Equilibrio de los agregados macroeconómicos claves (nivel de gasto, precios y subsidios).	( )
4. Ajuste de los precios claves de la economía (precios, salarios, costos de producción tasa de cambio y tasa de interés).	( )
5. Diversificación y dinámica de las exportaciones.	( )
6. Sustitución eficiente de importaciones.	( )
7. Desempeño competitivo a los niveles macro, micro, mesoeconómico, territorial y al nivel meta.	( )
8. Ajuste e implementación de marcos regulatorios y legales que norme la actividad económica en general y elimine las barreras en las relaciones entre empresas y entre empresas y organismos económicos y financieros.	( )
9. Definición de los objetivos y alcance de la planificación a los diferentes niveles de organización.	( )
10. Evolución del papel del Estados en los procesos de decisión empresarial. (sin cambiar la propiedad de los activos)	( )
11. Nuevos incentivos para la atracción de fondos de inversión y de IED.	( )
12. Revisión, adecuación y modernización de los sistemas de información estadísticos acorde con las necesidades de la planificación.	( )

**Observaciones:**

<b>Variables tecnológicas</b>	
1. I&D en el campo de las FER, en especial las tecnologías relacionadas con el uso de la biomasa y la energía solar.	( )
2. Asimilación y adecuación de tecnologías en el transporte. (CNG, híbridos, mezclas alcohol, biocombustibles)	( )
3. Evaluación científica del potencial eólico e introducción de tecnología.	( )
6. Automatización de procesos.	( )
7. Participación de la industria de BK nacional en la fabricación competitiva de equipamiento energético.	( )
8. con destino al mercado nacional y a la exportación (con capital propio o en alianzas según convenga).	( )
9. Utilización de la "renta petrolera" para el financiamiento de la I&D en el campo de las tecnologías Renovables.	( )
<b>Observaciones</b>	
<b>Variables energéticas</b>	
1. Incremento de la autarquía energética (petróleo y gas)	
2. Incremento de la productividad energética	( )
3. Evaluación de las reservas de hidrocarburo y completamiento de la infraestructura necesaria	( )
4. Penetración de las FER cogeneración industrial y participación de la industria nacional en la	( )
5. producción de equipamiento energético	
6. Desarrollo de marco legal y regulatorio e instrumentación	( )
7. Incentivos para la promoción del URE, captación de IED, Importación de equipamiento energético eficiente	( )
8. Participación de la Banca en el financiamiento de proyectos de URE, eliminación de barreras	( )
9. Eliminación de barreras para la penetración de las FRE	( )
10. Desarrollo de los programas ramales de URE	( )
11. Mejoramiento de la eficiencia de los procesos de transformación (electricidad y refinación)	( )
12. Procesos de sustitución de fuentes de energía de menor rendimiento o/y mayor costo por otras	( )
13. más baratas, disponibles nacionalmente y/o eficientes (Culminación del proceso de "gasificación" del sector residencial)	
14. Satisfacción de los requerimientos energéticos básicos (cantidad y calidad de la energía)	( )
15. de la población y de los sectores productivos	
16. Electrificación rural.	( )
17. Acomodo de carga.	( )
18. Diversificación energética de la industria azucarera (azúcar+derivados+electricidad+alcohol)	( )

19. Evolución del mercado para las empresas de servicios energéticos. Desarrollo de las ESCO's	( )
<b>Observaciones:</b>	
<b>Variables ambientales</b>	
1. Fortalecimiento de estándares y controles, marco regulatorio y concesión a. de licencias ambientales	( )
2. Incentivos y regulación para la importación y producción nacional de equipos y tecnologías 3. ambientalmente compatibles	( )
4. Internalización de los daños ambientales en los costos de producción de la energía.	( )
5. Participación activa en los organismos internacionales vinculados al MA	( )
<b>Observaciones:</b>	
<b>Variables sociales y demográficas</b>	
1. Consolidación de los programas de educación y salud (calidad del capital humano, competitividad)	( )
2. Despliegue de una política social (empleo y seguridad social) coherente con los principios 3. de equidad social	( )
4. Mejoramiento en las condiciones de vivienda y del acceso a los servicios de agua potable, salubridad, a. transporte y comunicaciones.	( )
5. Dinámica de la población	( )
6. Dinámica de los flujos migratorios internos (entre regiones y entre las áreas rurales y las ciudades)	( )
7. Disponibilidad y acceso a equipamiento energético doméstico moderno	( )
8. Participación activa en los procesos de toma de decisiones sobre política a los diferentes 9. niveles de gobierno	( )
10. Acceso a energéticos modernos en las áreas rurales	( )
	( )
	( )
<b>Observaciones:</b>	

## Observaciones generales

### Notas:

**I&D: Investigación y Desarrollo**

**FER: Fuentes de Energía Renovable**

**URE: Uso Racional de la Energía**

**CE: Comunidad Europea**

**BM: Banco Mundial**

**FMI: Fondo Monetario Internacional**

**OMC: Organización Mundial del Comercio**

**OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo**

**MA: Medio Ambiente**

**MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio**

**IED: Inversión Extranjera Directa**

**BK: Bienes de Capital**

**ESCO's: Empresas de Servicios Energéticos (siglas en ingles)**

## ANEXO 2

# Pantalla Principal

The screenshot shows the main interface of LEAP2000: Freedonia EX2. The window title is "LEAP2000: Freedonia EX2". The menu bar includes "Areas", "General", "Tree", "View", "Edit", and "Help". The toolbar contains icons for "New Area", "Save", "Fuels", "Effects", and "References".

**View bar** (used to change views, can be hidden): Located at the top left, it includes icons for Diagram, Analysis, Results, and Views.

**Menu Principal**: The main menu bar at the top.

**Barra de Herramientas principal** (provides access to common data and functions like fuels, references, effects, save, new area, etc.): The toolbar below the menu bar.

**Arbol** (used to organize LEAP data structure): A tree view on the left side showing a hierarchy: My Variables > Demand > Households > Urban, Rural, Industry, Transport, Commercial, Transformation > Charcoal Making, Transmission and Di, Electricity Generatio, Oil Refining, Coal Mining, Resources.

**Expresiones del Modelo**: A table showing model expressions for "Households":

Name	2000	2001-2030 Expression	Scale	Units
Households	8.00	Growth(3%)	Million	Household
Urban	30.00	Interp(2030,45)	Percent	Share of households
Rural	70.00	Remainder(100)	Percent	Share of households

**Barra de estado** (shows the area being worked on, Freedonia): Located at the bottom of the window.

**Resultados Intermedios como Gráficos o Tablas**: A chart titled "Activity Level" showing the percentage share of households from 2000 to 2030. The Y-axis is "% share of households" (0-100) and the X-axis is years (2000-2030). The chart is a stacked area chart with "Urban" (green) and "Rural" (red) categories. The Rural share decreases from 70% in 2000 to approximately 55% in 2030, while the Urban share increases from 30% to approximately 45%.

# View Bar o Barra de Vista General



**Analysis View:** Es la principal vista del LEAP: es donde se crean las estructuras de los datos, el modelo y los escenarios.

**Results View:** es donde se pueden examinar los resultados de los escenarios en forma de gráficos y/o tablas.

**Diagram View:** Automáticamente genera el "Reference Energy System" mostrando el flujo de energía del area en estudio.

**Energy Balance:** muestra el balance energético del sistema energético en análisis para un año en particular.

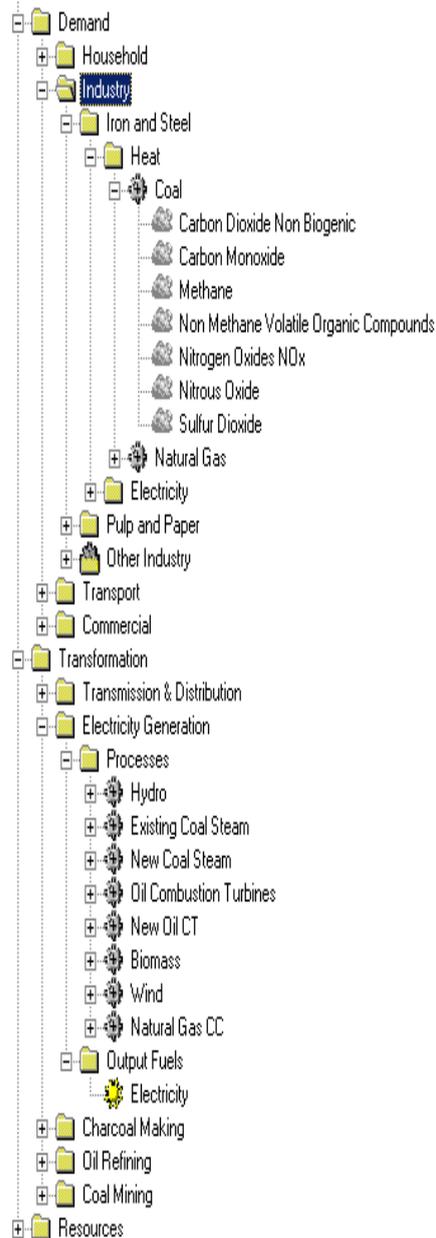
**Summary View:** muestra las comparaciones del análisis costo-beneficio de los escenarios y otros reportes diseñados por el usuario.

**Overviews:** donde se agrupan múltiples gráficos con fines de crear una presentación, según el criterio del usuario.

**TED:** Technology and Environmental Database– características tecnológicas, costos e impactos ambientales de apx. 1,000 tecnologías energéticas.

**Notes:** donde se pueden documentar referencias a datos o modelos.

# El Arbol



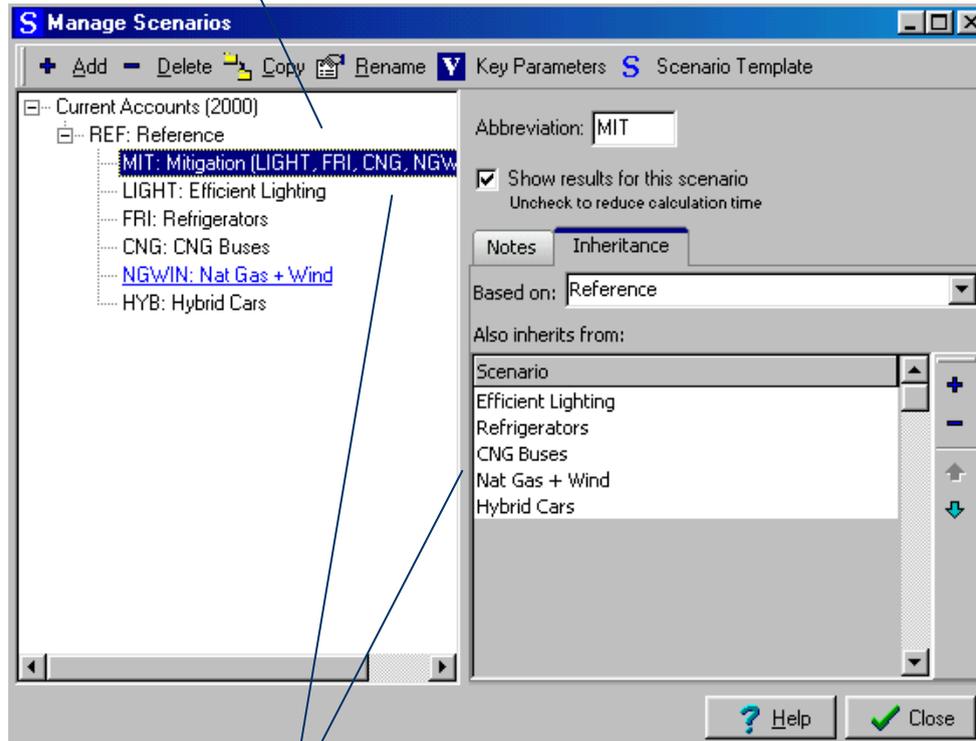
- Es la principal estructura de datos para organizar la información y el modelo, y reever resultados
- Los Iconos indican el tipo de datos (ej.: categorías, tecnologías, combustibles y efectos)
- El usuario puede editar la estructura de datos.
- Permite funciones de edición standard (copiar, pegar, drag & drop o agrupar ramas)

## Escenarios en LEAP

- Elaboración de un conjunto de hipótesis coherentes acerca de cómo evolucionará un sistema energético a lo largo del tiempo bajo unas particulares circunstancias socio-económicas y bajo una particular política energética.
- *Herencia*, permite al usuario crear escenarios jerárquicos que *heredan* expresiones por defecto de sus escenarios “parent”.
- Todos los escenarios *heredan* información del *Current Accounts (Año Base)* minimizándose de este modo el ingreso de datos y permitiendo retener supuestos comunes en una familia de escenarios.
- *Multiple Herencia*, permite a los escenarios *heredar* expresiones de más de un escenario “parent”. Util para examinar medidas individuales de política energética, las cuales pueden ser combinadas para crear escenarios integrados.
- El LEAP *Scenario Manager* es usado para organizar escenarios y especificar la herencia múltiple.
- En el *Analysis View*, las expresiones están coloreadas en forma de código para mostrar cuales expresiones han sido ingresadas explícitamente en el escenario (azul), y cuales son heredadas del “parent” escenario (negro).

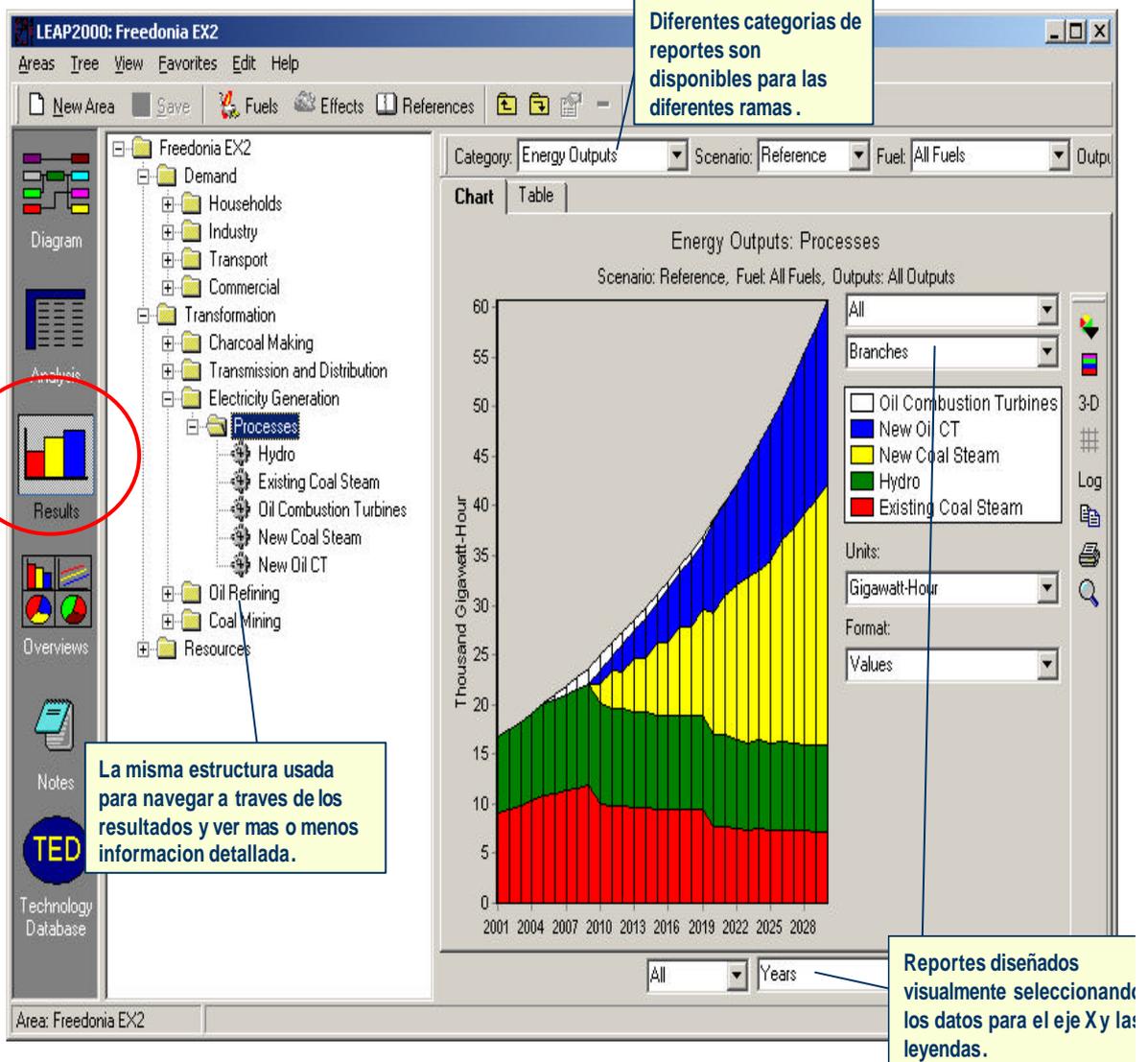
# El Scenario Manager

El Arbol muestra la estructura de las herencias del escenario



Las Abreviaciones entre paréntesis corresponden a otros escenarios heredados

## 2. Results View



## Campos de la TED

- **Information Pages:** páginas basadas en sitios web que facilitan al usuario identificar la tecnología buscada.
- **General data:** estado actual de desarrollo , posibles aplicaciones regionales, tiempo de construcción y vida útil.
- **Technology Data:** eficiencia/intensidad energética; materia prima y combustibles utilizados, capacidades, factor de capacidad, etc.
- **Cost Data:** capital, Operacion & Mantenimiento , etc..
- **Environmental Impacts:** coeficientes e información de base.
- **Notes and References:** vinculación a bases de datos y bibliografía detallada.

# Datos Requeridos

## Variables Macroeconómicas

Variables explicativas sectoriales  
Información más detallada sobre las variables explicativas sectoriales

PBI/valor agregado, población, tamaño del hogar  
Producción de industrias energo-intensivas (ton o \$ acero); necesidades de transporte (pasaj-km, ton-km); distribución del ingreso, etc.

## Información en Demanda Energética

Total Sectores y subsectores  
Uso final y características tecnológicas por sector y subsector

Uso de combustible por sector/subsector  
a) Apertura de los usos finales por dispositivo: nuevos vs. existentes, stock de vehículos por tipo;  
b) Costos de la Tecnología y performance  
Precios, ingresos y elasticidades

Precios e ingresos

## Información de Oferta Energética

Características de la oferta energética, transporte y unidades de conversión  
Plantas de Oferta Energética  
Recursos Energéticos y precios

Costos de Capital y O&M, performance (eficiencias, factores de capacidad, etc.)  
Nuevas capacidades, costos y características  
Reservas de combustibles fósiles, potencial de recursos renovables

## Opciones Tecnológicas

Costos de la Tecnología y performance

Costos de Capital y O&M, performance (eficiencia, factores de capacidad, etc.)

Tasas de Penetración  
Costos Administrativos y del programa

Porcentaje de nuevas y de reemplazo

Factores de Emisión

Emisiones por unidad de energía consumida, producida o transportada

# Terminología

- **Area:** el sistema a ser estudiado (ej.: país o región).
- **Current Accounts:** los datos que describen el Año Base (primer año) del período en estudio.
- **Scenario:** corresponde a un conjunto consistente de hipótesis acerca del futuro, partiendo del “Current Accounts”. El LEAP puede tener un número ilimitado de escenarios.
- **Tree:** es la principal estructura organizacional del LEAP – visualmente es similar al árbol del Windows Explorer.
- **Branch:** es una rama del árbol. Esta puede estar organizando categorías, artefactos utilizados en la demanda, módulos de Transformación, procesos de Transformación, variables independientes, etc.
- **Variable:** son los datos de una rama. Cada rama puede tener múltiples variables (ej.: una demanda tecnológica, puede tener un nivel de actividad, intensidad energética, costos y variables de eficiencia). El tipo de variables depende del tipo de rama y de sus propiedades.
- **Desagregación:** consiste en el proceso de análisis del consumo energético a partir de la desagregación de la demanda total entre los diferentes sectores, sub-sectores, usos finales y artefactos con los cuales se consume la energía.
- **Expression:** es una fórmula matemática usada en LEAP para especificar la variable dentro de la rama a calcular. Las expresiones pueden ser valores simples, o fórmulas matemáticas que producen diferentes resultados en cada año de cada escenario.
- **Share:** ( $\geq 0\%$  and  $\leq 100\%$ ). El valor de las ramas de demanda vecinas a ésta debe sumar 100%.
- **Saturation:** ( $\geq 0\%$  and  $\leq 100\%$ ). Se refiere al % de penetración de una actividad particular. El valor de las ramas vecinas, también definidas como “saturation”, no necesitan sumar 100%. (ej.: % de saturación de hogares con refrigeración)