

# Revista Energética



# Energy Magazine

Año 15  
número 2  
mayo - agosto 1991

Year 15  
number 2  
May - August 1991



Tema: Experiencia en el Planeamiento  
de Sistemas Eléctricos

Topic: Experience in Power System  
Planning



# La Energía y el Medio Ambiente en los Países de América Latina y El Caribe

Mohan Munasinghe\*

## 1. INTRODUCCIÓN

La energía es un requisito esencial para el desarrollo económico y las perspectivas de crecimiento del futuro están estrechamente vinculadas al abastecimiento confiable y pagable de energéticos. Eso reviste especial importancia en el mundo en desarrollo, incluyendo los países de América Latina y El Caribe (ALC), donde los niveles de consumo de energía per cápita son relativamente bajos, la demanda de energía ha estado creciendo rápidamente y mayores incrementos en los requerimientos de energía son inevitables en años venideros.

Los responsables de la toma de decisiones en estos países, sin embargo, se enfrentan a un dilema difícil. Debido a la escasez de recursos financieros, han estado esforzándose contra enormes dificultades para satisfacer la demanda creciente de energía con costos aceptables. La incapacidad de hacerlo puede desacelerar el crecimiento económico con un deterioro correspondiente en las condiciones de vida. Mientras tanto, el problema se encuentra agravado por las crecientes preocupaciones por las consecuencias

ambientales de la producción y uso de energía, por ejemplo, la contaminación, la lluvia ácida y radioactiva y el calentamiento global. En los países ALC, los principales temas ambientales incluyen la contaminación del aire debido a la generación eléctrica y el transporte, la contaminación de las aguas de ríos, lagos y mares causada por los derrames de petróleo, la deforestación por la utilización de leña para combustible, la inundación de grandes áreas por las represas hidráulicas y la ineficiencia en la transformación y uso de energía(4).

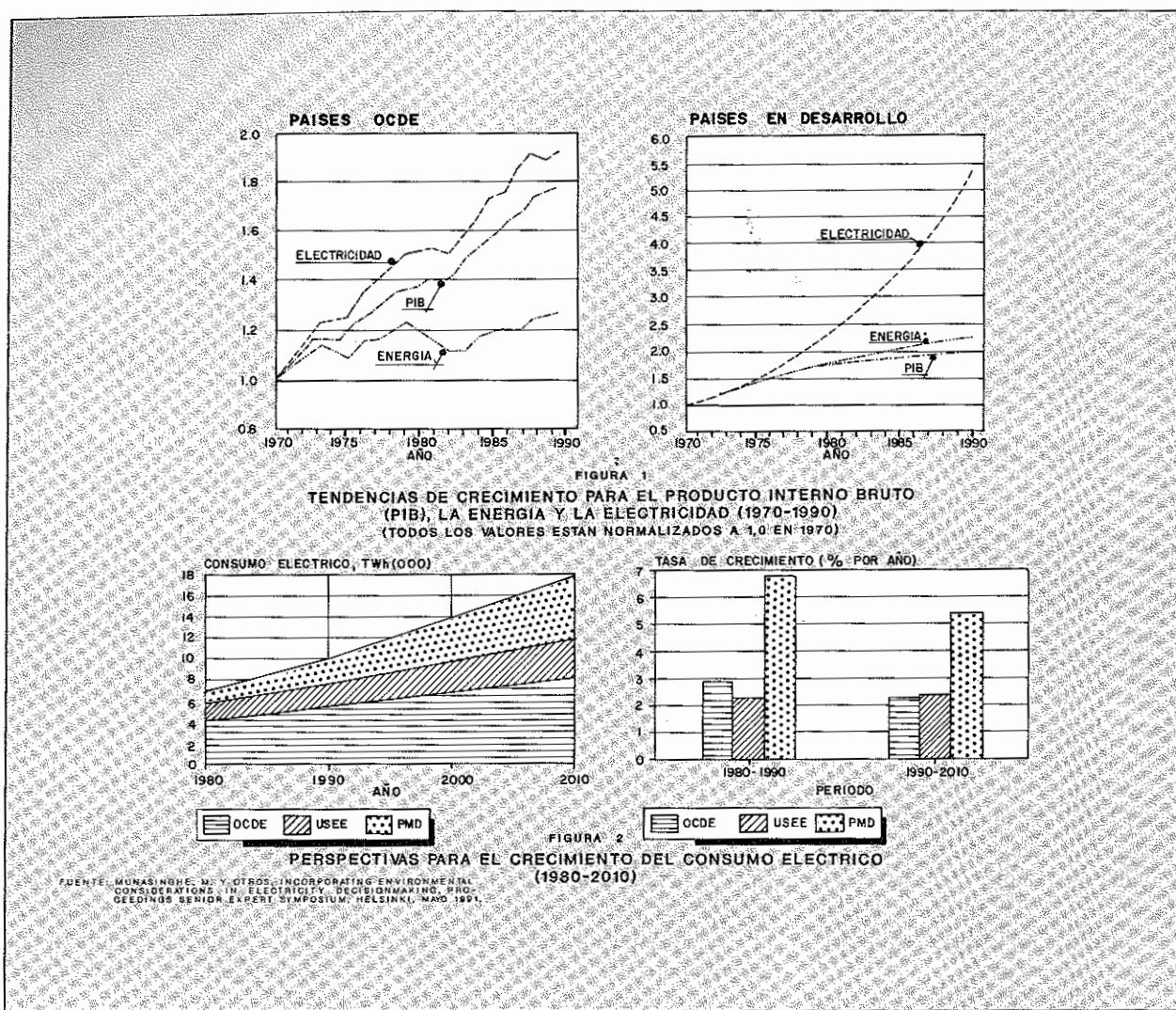
En común con los otros países en desarrollo, los responsables de la toma de decisiones de ALC comparten la preocupación mundial por el deterioro del medio ambiente y la mayor parte ya han establecido políticas para mejorar el manejo de sus propios recursos naturales como un paso esencial para asegurar un crecimiento económico sustentable. Pero tales esfuerzos se ven limitados por el hecho que también esos países se enfrentan con otros problemas urgentes tales como la pobreza y la desnutrición. La falta de recursos disponibles para abordar tales problemas impone un límite sobre la

capacidad de esos países para emprender medidas costosas para la protección ambiental. No se puede esperar que su respuesta a la protección ambiental vaya más allá de medidas que corresponden a sus metas globales de desarrollo económico. Por lo tanto, es un gran desafío para los países ALC poder manejar su crecimiento económico de forma sustentable. Los responsables de la toma de decisiones deberían encontrar formas de conciliar las metas de desarrollo y la eliminación de la pobreza (que exigirán una mayor utilización de energía y materias primas) con una administración responsable del medio ambiente.

### Desarrollo de las Tendencias en el Sector Eléctrico Global

Si bien el sector energía es un motor de crecimiento económico, el sector eléctrico altamente intensivo de capital en particular juega un papel esencial en el proceso de desarrollo y, por lo tanto, enfocaremos nuestra atención en ello. La Figura 1 es un resumen de las relaciones históricas entre el PIB, la energía comercial y el uso de electricidad en los países

\* El autor es Jefe de la División para Política Ambiental del Banco Mundial, Washington, D.C. Anteriormente había sido Jefe de la División para Operaciones Energéticas y de Infraestructura. De 1982 a 1986, también desempeñó las funciones de Asesor Principal de Energía para el Presidente de Sri Lanka. El autor agradece a A. Schwab por su asistencia en la preparación del presente artículo. Las opiniones expresadas en el mismo son las del autor y no representan necesariamente las opiniones de cualquier institución o gobierno.



menor desarrollados (PMD) en comparación con los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Después de las crisis petroleras de las décadas anteriores, el uso total de energía por unidad de PIB ha bajado dramáticamente en los países industrializados, pero la dependencia de la electricidad no ha disminuido. En base con el ejemplo de la OCDE, las mejoras en la eficiencia energética podrían ayudar en reducir el crecimiento de la demanda de energía comercial en el mundo en desarrollo. Sin embargo, la tendencia de la demanda eléctrica para los años 1970-1990 en los PMD y la incapacidad de los países de la

OCDE de desvincular en forma significativa la utilización eléctrica del PIB durante el mismo período sugiere que las necesidades de electricidad derivadas del crecimiento de los PMD aumentarán rápidamente en el futuro. La Figura 2 muestra un reciente pronóstico a largo plazo para el consumo global de electricidad hasta el año 2010, anticipando que la tasa de crecimiento de los PMD será sustancialmente más elevada que para los países de la OCDE y la Unión Soviética y Europa del Este (USEE).

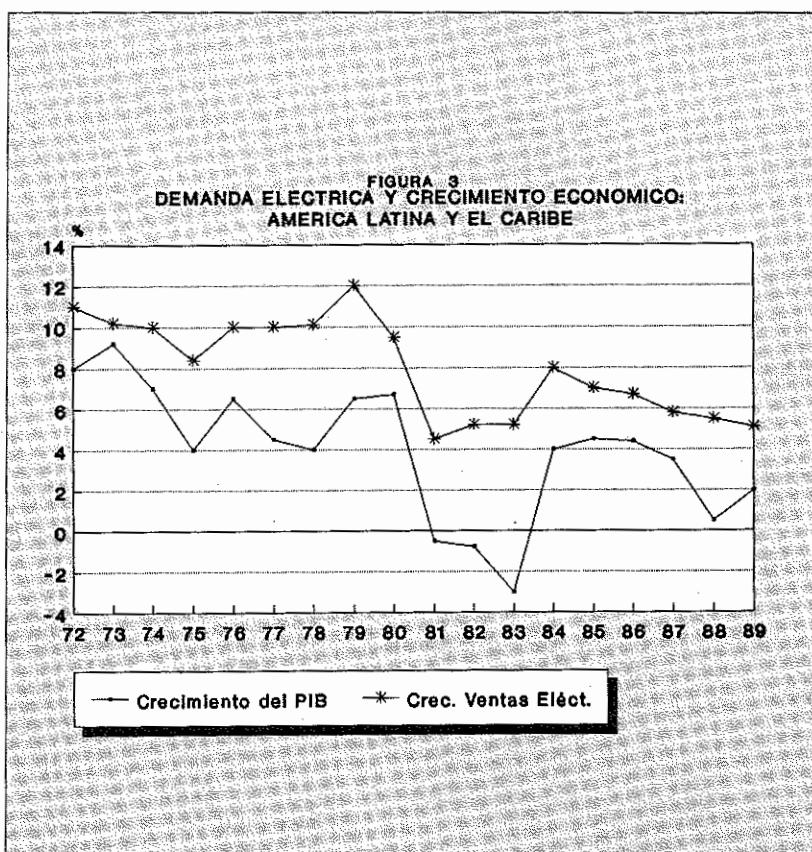
En el mediano plazo, suponiendo que no habrá cambios drásticos en las tendencias pasadas con respecto al manejo de la demanda y la conservación, las más recientes

proyecciones del Banco Mundial indican que la demanda de electricidad en los PMD crecerá en una tasa anual promedio de 6% a 7% durante el período 1989-1999 (6), en comparación con promedios de crecimiento de 10% y 7% por año en los años setenta y ochenta, respectivamente. Las futuras tasas de crecimiento corresponden a requerimientos de capacidad totales adicionales de 384 GW durante 1990-1999 y un consumo anual de energía de 3.844 TWh para 1999. El carbón y la energía hidráulica serán las principales fuentes de generación eléctrica y se espera que suministraran más de 80% de la capacidad adicional requerida.

Las necesidades de inversión que corresponden a estas proyecciones del Banco Mundial son muy grandes y alcanzan casi los US\$750 mil millones (en dólares E.U. de 1989) o aproximadamente US\$75 mil millones anualmente. La tasa anual actual de inversión en los PMD es solamente alrededor de US\$50 mil millones, aunque es difícil mantener siquiera ese nivel debido a la creciente escasez de los recursos fiscales y el acceso limitado a los mercados de capital por los altos niveles de deuda externa. La deuda de los países en desarrollo, que alcanzó un promedio de 23% del PNB en 1981, aumentó dramáticamente a 42% en 1987 y no ha disminuido significativamente desde entonces. Además, es probable que las consecuencias ambientales de esta trayectoria proyectada de expansión sean considerables también. Desde el punto de vista tanto económico como del medio ambiente, es importante, por lo tanto, que se siga poniendo énfasis en medidas que mejorarán la eficiencia en la producción y el uso de energía (por ejemplo, proyección precisa de demanda, planificación de inversión de menor costo, manejo de electricidad de uso final, etc.).

## 2. SITUACION DEL SECTOR ELECTRICO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

El crecimiento de la demanda eléctrica en los países ALC ha estado acorde con las tendencias globales de los PMD y a veces hasta las sobrepasó (Figura 3). El consumo eléctrico promedio anual per cápita en la Región creció en 7,5% durante los años setenta (de aproximadamente 402 kwh en 1971 a aproximadamente 772 kwh en 1980) y en 3,7% durante los años ochenta (hasta más o menos 1.065 kwh en 1989). Estas tasas eran sustancialmente superiores a las tasas correspondientes de crecimiento



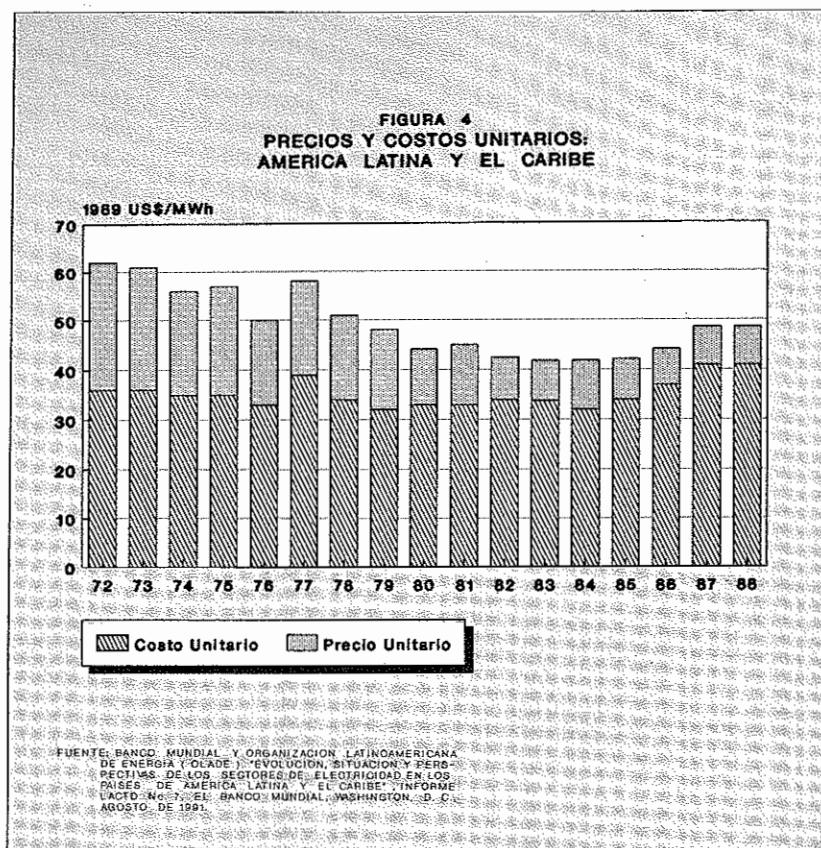
económico: un crecimiento del PIB de 3,7% por año en los años setenta y de -0,6% por año en los años ochenta. Por lo tanto, es probable que el futuro crecimiento económico imponga demandas onerosas sobre el sistema eléctrico.

Una de las razones para el crecimiento importante de la demanda de electricidad, aún durante períodos de baja económica, ha sido el rápido aumento en la cobertura de servicio eléctrico durante los años setenta y ochenta. La cobertura de servicio eléctrico en la Región creció de 42% en 1971 a 70% en 1989, lo que implica que casi se triplicó la población con servicio eléctrico (de 117 millones a 295 millones). El sector industrial consume la mayor parte de la generación (43%), seguido por el sector residencial (20%) y pérdidas eléctricas y uso propio (16%).

La capacidad instalada en la Región de ALC se ha ampliado con

un factor de 4,1 para poder satisfacer la creciente demanda de electricidad desde las últimas dos décadas. Esta expansión ha sido caracterizada por un aumento en la participación de generación hidráulica, de 63% a principios de los años setenta a 68% a fines de los años ochenta. Sin embargo, las proyecciones de demanda sobre las cuales están basadas estas grandes inversiones hidroeléctricas no se concretaron. Así, en conjunto, la Región claramente sobreinvirtió en la generación eléctrica y, en menor grado, en la capacidad de transmisión. El valor de esta inversión excesiva se extendió de aproximadamente US\$9 mil millones a US\$13 mil millones, según estimaciones del Banco Mundial.

Para los años noventa, se ha estimado que las inversiones totales del sector eléctrico en la Región de ALC alcancen los US\$155 mil millones (6). Estas estimaciones están



de acuerdo con las proyecciones proporcionadas por el Banco Mundial (1991), que calculan que las inversiones requeridas para fortalecer las redes de distribución y rehabilitar las centrales existentes aumentarán de US\$11 mil millones en 1989 a alrededor de US\$24 mil millones en 1996. Se considera que hasta esas cifras son conservadoras, especialmente si hay una reactivación económica.

#### Financiamiento de las Necesidades de Inversión

Durante los años setenta, se satisfizo la elevada demanda de capital del sector eléctrico de ALC mediante una sana combinación de financiamiento que comprendía fondos generados internamente, contribuciones de capital público y préstamos externos. El financiamiento interno estaba fuerte en esa época ya que la política tarifaria

permitía un buen retorno sobre la inversión. Adicionalmente, la situación fiscal de los gobiernos estaba suficientemente fuerte para permitir aportes de capital público al sector y préstamos de los mercados de capital estaban fácilmente disponibles, ya que éstos tenían abundantes recursos debido a los excedentes creados por la crisis petrolera.

Sin embargo, durante los años setenta y ochenta, mientras que el sector había emprendido un programa ambicioso de inversión, las fuentes de capital empezaron a agotarse, lo que produjo un severo ajuste en el financiamiento para el sector. Esta situación se originó en un sostenido deterioro de los precios eléctricos en términos reales, mientras los costos aumentaban, y se agravó con una política mal concebida orientada a luchar contra la inflación con tarifas subsidiadas de electricidad.

La Figura 4, que relaciona los precios con los costos, ilustra claramente ese deterioro. Entre 1972 y 1988, el costo unitario de 1 MWh de electricidad (en dólares E.U. de 1989) aumentó de US\$36 a US\$41, es decir 1% por año, mientras que el precio unitario de 1 MWh de electricidad cayó de US\$63 a US\$49, es decir 1,6% por año. Por consiguiente, el margen operacional para la Región se deterioró de US\$27 por MWh a US\$8 por MWh durante este período. Generalmente, los precios eléctricos en la Región habían caído muy por debajo de los costos marginales a largo plazo, que reflejaban el verdadero valor económico de los recursos utilizados para la producción de electricidad.

Muchos de los problemas que enfrenta el sector eléctrico de ALC radican en su estructura institucional. Típicamente, la estructura del sector eléctrico se desarrolló a partir de empresas principalmente privadas o de propiedad municipal antes de la Segunda Guerra Mundial y pasó a manos de grandes empresas nacionalizadas o de propiedad estatal durante los años cincuenta y sesenta. Esta última situación ha permanecido así hasta el presente. Por lo tanto, en muchos casos, factores políticos han tenido un impacto desmedido sobre la política del sector eléctrico. Por ejemplo, se ha postergado el potencial del sector eléctrico para efectivamente contribuir al desarrollo económico debido a decisiones políticas de suministrar electricidad a todo costo a las áreas rurales, sin prestar atención en la factibilidad económica de las empresas eléctricas. La dificultad de conciliar simultáneamente políticas dirigidas a promover el crecimiento económico y políticas para alcanzar objetivos de equidad social también ha resultado en pérdidas de eficiencia en el sector eléctrico.

Además del deterioro en el financiamiento interno debido a

políticas inadecuadas de fijación de precios, así como la subida de los costos derivada de la operación inefficiente y las inversiones no viables, se agravó el problema de satisfacer las necesidades de inversión del sector con mayores déficits fiscales y obligaciones de deuda que pesaban sobre varios gobiernos de ALC. Las empresas eléctricas de la Región se enfrentan al doble reto de seguir suministrando el servicio eléctrico a sus clientes existentes con niveles aceptables y de ampliar sus sistemas para adaptarla a la nueva demanda. Los requerimientos de capital del sector son grandes principalmente debido al alto crecimiento en la demanda eléctrica anticipado para los años noventa; sin embargo, un bajo rendimiento operacional y pérdidas de eficiencia también constituyen factores importantes.

### 3. 1 IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DEL SECTOR ENERGIA

Los principales temas ambientales fluctúan mucho, sobre todo en términos de escala o magnitud de impacto, pero la mayor parte están vinculados con la producción y uso de energía.

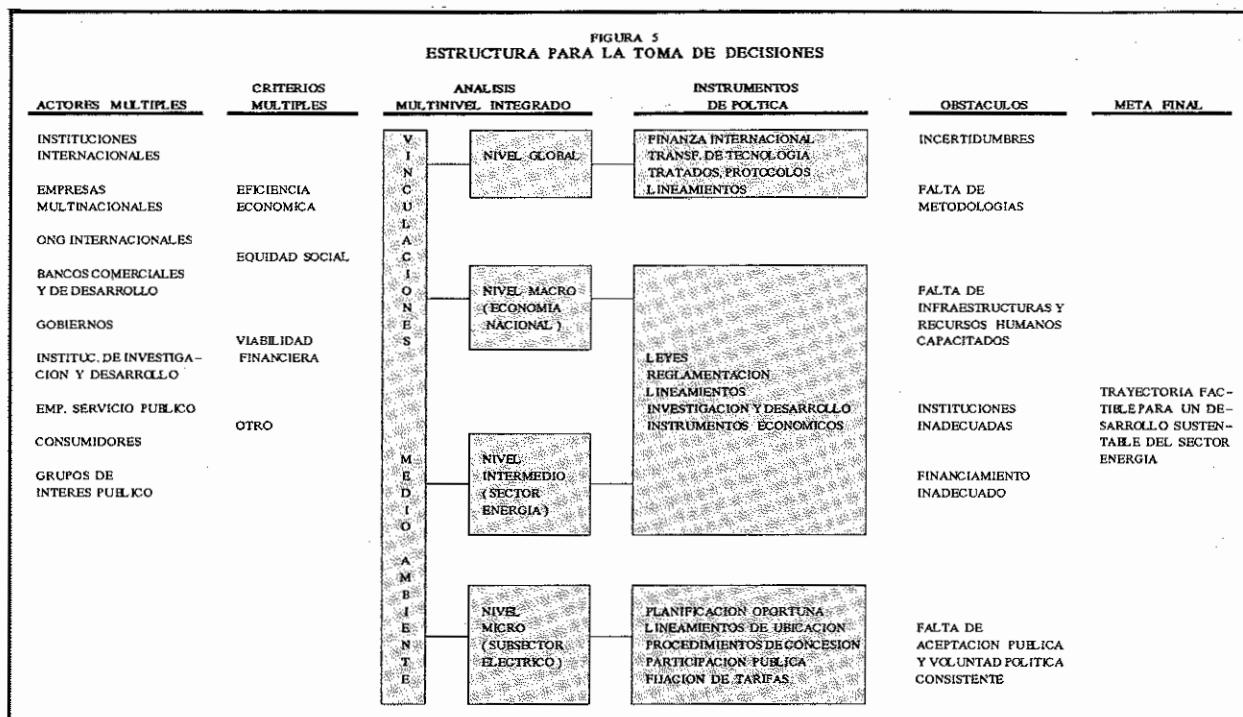
Primero, existen los verdaderos **problemas globales**, tales como el calentamiento potencial en el mundo debido a la creciente acumulación de gases de invernadero, por ejemplo, el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y el metano en la atmósfera; el agotamiento del ozono a grandes alturas debido a la emisión de clorofluorocarbonos (CFC); la contaminación del medio marino por derrames de petróleo y otros desechos; y la pérdida irreversible de la diversidad biológica. En particular, el calentamiento global se debe principalmente al sector energía, que contribuye 50-60% de los gases de invernadero, sobre todo en forma de  $CO_2$  (17).

Segundo en importancia se encuentran las **preocupaciones transnacionales**, tales como la lluvia ácida o radioactiva que cae en un país debido a las emisiones de combustibles fósiles o nucleares, respectivamente, de un país vecino. Estos problemas usualmente tienen proporciones subcontinentales y típicamente requieren acuerdos entre los gobiernos para su solución. El azufre en el carbón mineral, por ejemplo, se convierte mediante la combustión en dióxido de azufre ( $SO_2$ ), que se mezcla con el vapor de agua para producir lluvia ácida. La lluvia ácida puede recorrer largas distancias antes de caer en la tierra y conlleva peligros para la salud humana, deterioro ambiental de los edificios, daño a los bosques y la vegetación y la destrucción de la fauna silvestre. Las emisiones de óxido de nitrógeno, producido en grandes cantidades por los automotores por la combustión, también resultan en depósitos de lluvia ácida.

Tercero, existen los **temas nacionales y regionales**, que a menudo ocurren dentro de una cuenca fluvial, como los problemas de la Cuenca Amazónica en el Brasil. El desarrollo de una cuenca usualmente tiene varios propósitos, poniendo a los planificadores de energía y las empresas eléctricas involucrados en el desarrollo hidroeléctrico en contacto (y a menudo en conflicto) con organismos que trabajan en la irrigación y el desarrollo regional.

Finalmente, existen **impactos puramente locales** relacionados con actividades específicas: escoriales de minas de carbón, problemas de desplazamiento y reasentamiento de poblaciones del sitio de una represa hidroeléctrica o la pérdida del hábitat debido a un embalse. Aquí las presiones para atenuar los efectos ambientales adversos están generalmente impulsadas por preocupaciones locales, tales como el

**Los requerimientos de capital del sector son grandes principalmente debido al alto crecimiento en la demanda eléctrica anticipado para los años noventa; sin embargo, un bajo rendimiento operacional y pérdidas de eficiencia también constituyen factores importantes**



FUENTE: MUNASINGHE, M. ET AL., INCORPORATING ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS IN ELECTRICITY DECISIONMAKING, PROCEEDINGS SENIOR EXPERTS SYMPOSIUM HELSINKI, MAYO 1991

restablecimiento de poblaciones y los impactos de salud pública producidos por grandes proyectos hidroeléctricos (por ejemplo, la eliminación del proyecto hidroeléctrico Babaquara en el Brasil después de mucha crítica pública).

Aunque los problemas ambientales de cualquier tipo son motivo de mucha preocupación, los que se inscriben dentro de las fronteras nacionales de un país son intrínsecamente más fáciles de solucionar desde el punto de vista de la ejecución de una política. Los temas que corresponden al sector energía deben ser tratados mediante una estructura nacional de políticas. En aquellos casos donde las políticas energéticas nacionales tienen consecuencias globales, se puede esperar que las más inmediatas presiones provengan de consideraciones locales y nacionales. Sin embargo, actualmente se realizan esfuerzos importantes para mejorar la cooperación internacional para

implantar medidas transnacionales y globales atenuantes.

#### 4. MARCO CONCEPTUAL PARA UNA POLITICA ENERGETICA NACIONAL INTEGRADA (INEP)

Una planificación y ejecución exitosas de programas nacionales de energía deben tomar en cuenta explícitamente el papel del sector energía en el desarrollo económico con respecto a los otros sectores de la economía. Eso requerirá un enfoque integrado que ayudará a los responsables de la toma de decisiones a formular políticas y a proporcionar señales de mercado e información a los agentes económicos que promuevan una más eficiente producción y uso de energía. La Figura 5 resume un enfoque integrado a la toma de decisiones que pone en relieve un marco conceptual jerárquico para la planificación y el establecimiento de políticas energéticas nacionales integradas (INEP)

que pueden ejecutarse mediante un conjunto de políticas de suministro de energía y de manejo de la demanda (8).

El núcleo del marco INEP es el análisis multinivel integrado indicado en la columna del centro. Aunque INEP se concentra principalmente en los países individuales, al nivel global reconoce que existen problemas transnacionales de energía y medio ambiente. Así, los países individuales están insertados en una contexto internacional y las condiciones económicas y ambientales a ese nivel global impondrán factores exógenos y limitaciones sobre los responsables de la toma de decisiones dentro de los países. El siguiente nivel jerárquico en la Figura 5 se dirige hacia la economía nacional multisectorial, parte de la cual está constituida por el sector energía. Eso sugiere que la planificación energética requiere un análisis de los vínculos entre el sector energía y el resto de la economía.

Tales vínculos incluyen las necesidades de energía de los sectores de usuarios (por ejemplo, la industria, el transporte y la agricultura), los requerimientos de insumos del sector energía y el impacto de políticas de precios y disponibilidad sobre la economía. El nivel intermedio del INEP trata al sector energía como una entidad separada, integrada por subsectores tales como electricidad, productos petroleros, etc. Eso permite un análisis detallado con un énfasis especial sobre las interacciones entre los diferentes subsectores de energía, las posibilidades de sustitución y la solución de cualquier conflicto de política que surja. El nivel jerárquico más desagregado e inferior corresponde al análisis dentro de cada subsector de energía. A ese nivel, la mayor parte de la evaluación, planificación e ejecución detalladas de los recursos energéticos de los proyectos se realizan por instituciones (tanto privadas como públicas).

En la práctica, los varios niveles de INEP se fusionan y coinciden parcialmente, de tal modo que las vinculaciones (inter)sectoriales deben examinarse cuidadosamente. Las interacciones energía y medio ambiente (representadas por la barra vertical) tienden a pasar por todos los niveles y deben incorporarse al análisis en la medida de lo posible. Tales interacciones también proporcionan trayectorias importantes para incorporar consideraciones ambientales en las políticas nacionales de energía.

INEP facilita el establecimiento de políticas y no implica una planificación centralizada rígida. Así, tal proceso debería llevar al desarrollo de una estrategia energética flexible y constantemente actualizada diseñada para alcanzar las metas nacionales. Se puede ejecutar la estrategia energética nacional (cuyo programa de inversión y política de precios son elementos

importantes) mediante políticas y programas de suministro de energía y manejo de la demanda que utilizan efectivamente fuerzas e incentivos descentralizados de mercado. Por consiguiente, INEP implica mejoras en la eficiencia económica global mediante un mejor manejo de la energía. Tal como lo indica la Figura 5, los responsables de la toma de decisiones disponen de una variedad de instrumentos de política para instituir un manejo sano de la energía. La figura también indica los más importantes obstáculos que limitan la formulación y ejecución efectivas de las políticas.

## 5. OPCIONES DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE

En el sector energía las medidas que mejoran simultáneamente la eficiencia económica (es decir, mayor valor del producto neto utilizando los mismos insumos), la eficiencia energética (es decir, mayor valor del producto neto por unidad de energía utilizada) y la conservación (es decir, reducción de la cantidad absoluta de energía utilizada), conjuntamente con la protección ambiental (es decir, reducción de los costos ambientales relacionados con la energía), son especialmente efectivas para asegurar un crecimiento económico sustentable. Donde la energía requerida para el crecimiento económico sigue aumentando, como en el caso de los países ALC, y los recursos financieros para expandir la oferta de energía están severamente limitados, un mejor manejo de la energía proporciona la oportunidad de lograr mejoramientos específicos en la eficiencia y conservación de energía. Tales mejoramientos pueden conducir a reducciones considerables en los requerimientos de insumos (tanto en energía como en materias primas) para el desarrollo y así conservar

recursos y disminuir las consecuencias ambientales de las actividades económicas relacionadas con la energía.

Debido a políticas inapropiadas que han promovido el derroche de la energía y un bajo rendimiento operacional, generalmente existe un campo bastante amplio en la mayor parte de los países en desarrollo, incluyendo los países ALC, para mejorar el manejo de sus recursos energéticos y lograr importantes ahorros de energía, aún en el corto plazo. Con respecto al lado de la oferta, un mejor manejo de la energía requerirá una proyección de demanda más precisa, una mejor planificación de inversión de menor costo y la operación óptima de los sistemas de energía; es decir, se deberá optimizar el rendimiento, los procedimientos de operación y mantenimiento y los niveles de pérdidas de las plantas, etc. (7). En cuanto al lado de la demanda, un mejor manejo implicaría un uso final eficiente de electricidad, un manejo adecuado de carga y una fijación óptima de los precios. Todas esas opciones, así como las presentadas a continuación, constituyen alternativas atractivas, tanto en términos económicos como ambientales, que los países ALC podrían adoptar.

- a. Opciones del Lado de la Oferta
  - i. Mejoramientos en la eficiencia energética y sustitución de combustibles

Existe una amplia gama de opciones tecnológicas que se pueden adoptar como medidas de corto o mediano plazo para mejorar la eficiencia en la producción de energía en el mundo en desarrollo. Las tecnologías de suministro de energía en el sector eléctrico, por ejemplo, pueden incluir mejoramientos y rehabilitación de centrales de generación, la reducción de las

pérdidas de transmisión y distribución, la sustitución de combustibles, las interconexiones, etc. Entre esas tecnologías, la reducción de las pérdidas de transmisión y distribución y el mejoramiento de la eficiencia de las centrales de generación son los más atractivos ya que pueden proporcionar beneficios económicos que suman varios veces los costos correspondientes incurridos (8). Por ejemplo, se estiman que las pérdidas de transmisión y distribución en los sistemas eléctricos del Tercer Mundo alcanzan un promedio de entre 16% y 18% (una tercera parte de las cuales podrían atribuirse al robo), aunque niveles aceptables de pérdidas pueden estar fijados en solamente 6-8%. La reducción de esas pérdidas puede tener consecuencias económicas bastante cuantiosas. Un punto porcentual de reducción en las pérdidas por año disminuiría los requerimientos adicionales de capacidad en los países del Tercer Mundo en aproximadamente 5 GW por año, lo que corresponde a un ahorro anual estimado en inversiones de capital de aproximadamente US\$10 mil millones. En Brasil, por ejemplo, la ejecución de programas de reducción de pérdidas técnicas en el sector eléctrico ha conducido a un cambio de énfasis en la inversión de la generación hacia la transmisión y la distribución, resultando en ahorros potenciales en los requerimientos de inversión (15). Las implicaciones ambientales positivas de tales medidas son evidentes, debido a la reducción de los requerimientos energéticos y la mayor eficiencia en la producción.

La sustitución de fuentes primarias de energía en la generación eléctrica es otro medio potencial para lograr beneficios tanto económicos como ambientales. En el mundo en desarrollo, el gas natural es el candidato más probable para la sustitución del carbón o del petróleo.

El beneficio económico de la sustitución con gas natural proviene de la sustitución de importaciones de productos petroleros o de la liberación de estos últimos para la exportación. Respecto a la contaminación, la combustión con gas natural logra reducir varios contaminantes (por ejemplo, reducción de las emisiones de carbono en un 30-50%). Las políticas de cambio de combustible, sin embargo, deben evaluarse cuidadosamente para asegurar que habrá una oferta adecuada a largo plazo de los combustibles requeridos.

A largo plazo, es posible que los países en desarrollo tengan que depender de opciones tecnológicas más avanzadas, que se desarrollan actualmente en los países industrializados, para lograr mayores progresos en la eficiencia y la conservación energéticas y reducciones en los costos relacionados con el medio ambiente. Puesto que se proyecta que la capacidad de generación eléctrica en los países ALC aumentará sustancialmente, habrá oportunidades en el futuro para agregar las más avanzadas tecnologías (por ejemplo, tecnologías limpias de carbón mineral, cogeneración, ciclos combinados de turbina de gas, turbinas de gas con sistemas de inyección de vapor, etc.), que han sido diseñadas utilizando criterios tanto económicos como del medio ambiente. A continuación se resumen algunas de esas opciones.

## ii. **Tecnologías para atenuar los impactos ambientales**

Claramente, el sector energía puede potencialmente contribuir a aumentar el riesgo para el medio ambiente y la salud en los cuatro niveles de impacto analizados en la Introducción: global, transnacional, nacional y local.

Las centrales eléctricas de carbón mineral son los peores

ofensores ya que el carbón mineral puede tener un contenido de azufre que alcanza hasta los 5% o más y puede constituir un contaminante grave. Además, el carbón mineral es una fuente importante de emisiones totales de partículas en suspensión, que usualmente constituyen un peligro para la salud en áreas locales y regionales.

Los grandes proyectos hidroeléctricos, otra fuente principal de energía, también tienen sus inconvenientes ambientales. Es una fuente excelente de energía renovable y no causa problemas ambientales globales pero las centrales hidráulicas pueden acarrear problemas del medio ambiente locales, regionales, nacionales y a veces transnacionales (14). Por ejemplo, pueden inundar valles fértiles y centros poblados (necesitando así el desplazamiento y reasentamiento de la población local), modificar el curso de un río y afectar la población aguas abajo (especialmente las actividades agrícolas y de pesca), alterar la calidad del río (típicamente el contenido de limo y su navegación), afectar el ecosistema del área del embalse e inundar sitios históricos.

Otras opciones de energéticos renovables tales como el viento, sol directo, biomasa y bagazo todavía pueden hacer una contribución modesta pero creciente al desarrollo de fuentes de energía favorables al medio ambiente (1).

Existen tecnologías para atenuar algunas de las consecuencias ambientales relacionadas con los combustibles fósiles (2). Por ejemplo, aunque el carbón mineral tenga grandes cantidades de azufre, existen maneras de remover el azufre del efluente de la planta mediante el lavado de carbón, la depuración de carbón y la desulfurización de gas de chimenea de azufre (FGD). Se puede abordar el problema del azufre en una forma más amplia con la tecnología de lecho fluidizado para carbón, el

CUADRO 1

**COSTO DE TECNOLOGIAS DE CONTROL AMBIENTAL  
EN PLANTAS DE VAPOR**

( Milésimas de dólares E.U. de 1987 / kWh )

	<u>CARBON MINERAL</u>	<u>PETROLEO</u>	<u>G A S</u>
<b><u>FGD, SCR, CC</u></b>			
( Costo de Capital , \$kW )	( 215 )	( 177 )	( 25 )
Capital	3,90	3,21	0,45
Variable Operacional	0,86	1,11	0,49
Operación Fija	4,32	2,35	0,35
 <b>TOTAL</b>	 9,08	 6,67	 1,29

Fuente : "Controles de Emisiones en la Generación Eléctrica y la Industria",  
Organismo Internacional de Energía, OCDE, 1988.

beneficio de carbón, la gasificación de carbón y la licuefacción de carbón. Se puede reducir el óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), que también se produce durante la combustión del carbón, mediante el control de combustión (CC) utilizando la electrónica moderna. Se puede remover el  $\text{NO}_x$  de las emisiones de chimenea utilizando el sistema de reducción catalítica selectiva (SCR), cuya eficacia alcanza el 90%. La mayor parte de las aplicaciones SCR hasta la fecha existen en Japón y Alemania. Finalmente, se puede remover el total de las partículas en suspensión en las emisiones de chimenea utilizando precipitadores electrostáticos o filtros de manga (ciclones).

Sin embargo, existen ciertas limitaciones en la utilización de algunas de esas tecnologías. Por ejemplo, FGD implica grandes requisitos de espacio, grandes volúmenes de desechos y un elevado costo. Aunque elimina 90% del  $\text{SO}_2$  de las emisiones de chimenea, no soluciona el problema de las emisiones de carbón mineral en

absoluto. Hasta 1988, solamente aproximadamente 140 GW de equipo FGD estaban instalados en los países miembros de la OCDE. Para ilustrar la gama de costos implicados en esos esfuerzos de atenuación, el Cuadro 1 muestra los costos típicos de instalar las tecnologías FGD, SCR y CC en una planta de carbón mineral, en comparación con el petróleo y el gas. Con un factor de capacidad de 70% y una tasa de actualización de 10%, los costos de control de emisiones suman a US mills 9,1/kwh, US mills 6,7/kwh y US mills 1,3/kwh (el "mill" corresponde a una milésima parte del dólar) para centrales eléctricas de carbón mineral, de petróleo y de turbo gas, respectivamente. El costo de control de emisiones para el turbo gas es solamente una séptima parte del costo del carbón mineral.

Tomando en cuenta que los futuros aumentos en los requerimientos mundiales de energía son inevitables (9), los efectos negativos colaterales de tal tendencia sobre el medio ambiente pueden ser enormes. Aunque las medidas para atenuarlos

están disponibles, por lo general no están diseñadas para resolver todos los principales problemas y es muy probable que sus costos restrinjan su aplicación. Para los responsables de la toma de decisiones, es esencial establecer políticas y estructuras institucionales para mejorar la eficiencia en la producción y uso de energía, especialmente en los países en desarrollo donde se efectuarán la mayor parte de los futuros aumentos de consumo de energía impulsados por su crecimiento y donde se ha hecho solamente un uso limitado de las medidas atenuantes hasta ahora.

### iii. Reformas institucionales y de regulación

Aunque el sector energía en los países en desarrollo, incluyendo los de la Región ALC, está agobiado por muchas dificultades, tal vez la más generalizada ha sido la excesiva intervención de los gobiernos en los asuntos administrativos y operacionales del sector. Tal ingerencia ha afectado negativamente las decisiones relacionadas con adquisiciones

e inversiones de menor costo, ha obstaculizado los intentos de elevar los precios hacia niveles de eficiencia, ha obligado el pago de sueldos bajos relacionados con niveles de servicio público y ha promovido una contratación excesiva de personal (burocratización). A su vez, eso ha resultado en un manejo inadecuado, la pérdida de personal capacitado debido a condiciones no competitivas de empleo y una baja satisfacción laboral, una planificación y proyección de demanda débiles, una operación y mantenimiento inefficientes, pérdidas elevadas y un mal monitoreo, control, y recaudación de ingresos financieros.

Para abordar esas dificultades se debe reconocer un principio importante, es decir, en vista de la complejidad de los problemas energéticos y la escasez de los recursos y de capacidades administrativas, cada conjunto de temas debe ser tratado por aquel nivel de toma de decisiones y administrativo que sea el más apropiado para analizar la situación y para ejecutar medidas correctivas. Este enfoque jerárquico corresponde aproximadamente al concepto del INEP resumido anteriormente en el presente artículo. Así, los responsables de la toma de decisiones, altas autoridades del gobierno y personal ministerial deberían concentrarse en aquellas vinculaciones macroeconómicas y del sector energía y políticas de diseño que son cruciales para mejorar los resultados del sector. La gerencia de las empresas eléctricas, por ejemplo, bajo la dirección de un consejo ejecutivo independiente, puede manejar las operaciones diarias sin la interferencia del gobierno, pero sujeto a la obligación de lograr los objetivos y metas globales de la política nacional dentro de un marco regulatorio. Tal estructura organizacional todavía necesitaría consultas regulares con el gobierno así como los representantes de los consu-

midores, para seguir realizando mejoramientos en la eficiencia operacional. Sin embargo, proporcionaría a las empresas eléctricas una autonomía más amplia y, al mismo tiempo, la obligación de asumir responsabilidad por sus resultados.

La característica de monopolio natural de las empresas energéticas, conjuntamente con la disposición de quienes manejan esas empresas para lograr los propósitos generales de la política nacional, constituyen para muchos países razones suficientes para mantenerlas como grandes organizaciones centralizadas del sector público. Si bien hubo buenas razones para esa centralización en el pasado (por ejemplo, economías de escala en la producción), este factor se está convirtiendo en un obstáculo crítico para lograr una mayor eficiencia gerencial y una mayor flexibilidad. Por ejemplo, en una reciente encuesta sobre más de 350 empresas eléctricas involucradas en proyectos financiados por el Banco Mundial durante el período 1965-1984, se encontró que el rendimiento financiero del sector eléctrico en varios países en desarrollo se había deteriorado notablemente hasta los años ochenta debido principalmente a los inadecuados aumentos en las tarifas (16). Las consecuencias de una débil situación financiera como resultado del control público de los precios de los energéticos pueden alcanzar grandes proporciones, pero tal vez la más importante es que se da menos prioridad a los gastos sobre rubros tales como el mantenimiento, las reducciones de las pérdidas en el sistema eléctrico y el mejoramiento de las refinerías (en el subsector petróleo). Existen ahorros financieros y efectos ambientales positivos garantizados relacionados con estos rubros. Un mejor mantenimiento reduce los requerimientos de combustible para la generación eléctrica; la reducción de las pérdidas

en el sistema eléctrico mediante inversiones en la transmisión y distribución lleva a menores requerimientos totales de producción; mejoramiento de las refinerías de petróleo produce derivados de petróleo de mayor calidad y que también son menos contaminantes (5).

Las circunstancias desesperadas de las empresas energéticas en muchos países en desarrollo han generado presiones para reorganizar al sector. Existe mucho interés en ampliar las posibilidades de descentralización y, especialmente, de más participación privada con la esperanza que traiga beneficios significativos tales como la introducción de nuevos capitales y métodos innovativos de gerencia. Las opciones de propiedad privada o hasta cooperativa de las empresas energéticas pueden incluir tanto la participación local como la foránea, así como las empresas de economía mixta (joint ventures). Se puede razonar que, mientras prevalece un cierto marco regulatorio, la forma de propiedad en sí no afecta la eficiencia administrativa. El punto principal es que, en la medida de lo posible, se debe estimular la introducción de fuerzas competitivas de mercado. Los gobiernos quizás tengan el deseo de deshacerse de todas o parte de las empresas estatales. Eso puede crear una situación en la que los gobiernos, las gerencias de las empresas y los consumidores de energía se encuentren en una mejor posición.

Las autoridades oficiales del sector eléctrico en los países ALC han estado estudiando activamente distintas opciones para la descentralización y la participación privada. Sin embargo, a pesar de las oportunidades potenciales para su adopción en estos países, es probable que tales opciones se encuentren con considerables dificultades. Por ejemplo, debido a que el sector eléctrico ocupa una posición central

---

*La gerencia de las empresas eléctricas, por ejemplo, bajo la dirección de un consejo ejecutivo independiente, puede manejar las operaciones diarias sin la interferencia del gobierno, pero sujeto a la obligación de lograr los objetivos y metas globales de la política nacional dentro de un marco regulatorio*

---

entre las empresas estatales, la modificación de esa estructura de tal forma que promueva la participación privada resulta difícil de realizar. Además, las empresas de servicio público de los países ALC a menudo funcionan dentro de un contexto económicamente débil y políticamente inestable. Eso aumenta el riesgo de expropiación (nacionalización) y produce frecuentes perturbaciones o la probabilidad de cambios regulatorios adversos. Mientras tanto, no existe ninguna garantía que una mayor participación del sector privado resulte en beneficios económicos y ambientales. Con objetivos dirigidos a maximizar los beneficios, se puede anticipar que los participantes del sector privado utilicen plenamente insumos más económicos (pero no necesariamente más benignos en términos ambientales) como el carbón mineral para la generación eléctrica. En tales casos, sólo se pueden garantizar tanto los beneficios ambientales como las ganancias en términos de eficiencia económica general si existen medidas reguladoras que interioricen los costos de contaminación derivados de la producción y uso de energía y los incorporen a los costos de producción privada.

Por consiguiente, las empresas energéticas de los países ALC (como las de los otros países en

desarrollo) deben ser respaldadas por políticas y leyes nacionales que destaque los temas del medio ambiente. Se deben elaborar y aplicar las normas y reglamentación en favor del medio ambiente de tal forma que faciliten el proceso de integrar los costos ambientales relacionados con las actividades del sector energía. El marco INEP proporciona un punto apropiado de partida para ese propósito. Varias técnicas existen para valorizar los impactos ambientales de los proyectos de energía; se las pueden utilizar para incorporar costos ambientales cuantificables dentro de las metodologías de planificación de inversiones de menor costo y para estimar los costos marginales a largo plazo del suministro de energía. Sin embargo, se debe tomar en cuenta las incertidumbres en tales estimaciones y estar preparado para realizar pruebas de sensibilidad cuando sea apropiado.

Ir más allá de los costos ambientales cuantificables es, desde luego, problemático. No obstante, se debería realizar un intento para evaluar la importancia de los costos ambientales no cuantificables en vez de asumir implícitamente que son despreciables. Se pueden integrar los costos ambientales no cuantificables de varias maneras, tales como agregando nuevas limitaciones al

programa de inversiones que reflejan preocupaciones sociales y normas absolutas para el medio ambiente. Globalmente, la interiorización de los costos ambientales y su participación en la toma de decisiones del sector privado sirven como medio para conciliar el desarrollo económico con las metas de protección ambiental y de manejo sano de los recursos naturales.

b. **Opciones del Lado de la Demanda**

i. **Fijación de los precios energéticos**

La racionalización de los precios de los energéticos ofrece la más atractiva opción del lado de la demanda para mejorar la eficiencia del sector energía. Al proporcionar las señales económicas correctas, los precios energéticos que reflejan los verdaderos costos de suministro ayudan a establecer patrones y niveles óptimos de consumo de energía. Sin embargo, en vez de tener precios basados en las situaciones cambiantes de oferta y demanda en el mercado, los gobiernos a menudo fijan y regulan los precios energéticos en muchos países en desarrollo, incluyendo los de la Región ALC. Eso crea un sistema de precios que no responden a las presiones y

---

***Se pueden utilizar instrumentos fiscales, tales como las tarifas sobre emisiones y tarifas al usuario basadas en emisiones de carbono, para controlar impactos ambientales más directamente***

---

oportunidades del mercado y que son incapaces de proporcionar las señales económicas correctas. Dentro de una contexto de crecientes precios internacionales, este sistema de precios controlados usualmente ha permanecido con fuertes rezagos, llevando así a subsidios importantes de precios. Además, para compensar las pérdidas financieras en el sector energía, los aumentos de precio, cuando se aplicaban, han registrado una tendencia hacia la inconsistencia a través de los diferentes sustitutos de energía, creando así severas distorsiones de precios entre los combustibles y desequilibrios en el consumo.

Más específicamente, el manejo de la política de precios energéticos en los países en desarrollo está determinado por el intercambio entre la eficiencia económica, por un lado, y una serie de consideraciones financieras y sociopolíticas, por el otro. Existe una fuerte percepción entre los responsables de la toma de decisiones que el acceso a la energía es una necesidad básica que mejora los niveles de vida de la población. Este enfoque ha determinado una política en la cual la capacidad de pagar compite con la eficiencia económica como criterio para la fijación de los precios. Por lo tanto, en la práctica ha sido difícil separar los criterios sociopolíticas de los económicos dentro de la misma estructura de precios, resultando frecuentemente en políticas mal diseñadas que son no sólo ineficientes en términos económicos sino socialmente regresivas.

Los precios de los productos energéticos en sí son un instrumento importante en el manejo de la demanda. Estrategias innovativas de fijación de precios, tales como tiempo de uso, precios "spot" (al contado y de entrega inmediata) y precios de prioridad se utilizan cada vez más en los países industrializados para lograr mayores mejoras en la

eficiencia del uso energético. En efecto, existe un gran potencial para incorporar estas estrategias de fijación de precios de manera selectiva en los países en desarrollo, cuyos sistemas eléctricos están todavía en desarrollo y suficientemente flexibles para adoptar fácilmente tales conocimientos tecnológicos (12).

## **ii. Otros incentivos y opciones relacionadas**

A parte la racionalización de precios, existe también mucha posibilidad para aplicar un paquete coordinado de otras opciones del lado de la demanda dirigidas a mejorar la eficiencia en el uso de la energía, incluyendo impuestos y subsidios (basados en el tipo de combustible), tecnologías de uso final, investigación y desarrollo, remodelaciones, programas de conservación, etc. En la mayor parte de los casos, es probable que esos programas logren los efectos deseados sobre el uso de energía y los impactos ambientales. Se pueden utilizar instrumentos fiscales, tales como las tarifas sobre emisiones y tarifas al usuario basadas en emisiones de carbono, para controlar impactos ambientales más directamente. Sin embargo, los problemas enfrentados para ejecutar y monitorear estos instrumentos fiscales, tal como se aplican en los países en desarrollo, pueden ser considerables.

Las innovaciones tecnológicas como resultado de la investigación y el desarrollo han puesto a la disposición de los países en desarrollo un nuevo conjunto de oportunidades para el manejo de la demanda con un mayor potencial para la eficiencia y conservación de energía. Ejemplos de tales tecnologías incluyen la calefacción de alta intensidad, dispositivos de enfriamiento de alta eficiencia, opciones de iluminación eficiente,

etc. En el Brasil, el Programa Nacional de Conservación de Energía ha promovido el desarrollo y la comercialización de varias tecnologías de energía eficiente, como por ejemplo, refrigeradores mejorados, lámparas de uso eficiente de energía, reflectores para las instalaciones fluorescentes y sistemas de control de edificaciones. Esas tecnologías se fabrican y venden en el Brasil y su aplicación proporcionó aproximadamente 1,2 TWh en ahorros de electricidad en 1989 (3).

#### · TEMAS GLOBALES DE LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE DESDE UNA PERSPECTIVA DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Los países industrializados y los PMD tienen capacidades diferentes para abordar los temas relacionados con las interacciones de la energía y el medio ambiente y se deben recalcar estas diferencias cuando se elaboran medios de cooperación para solucionar los problemas globales del medio ambiente. Los países industrializados ya han alcanzado la mayor parte de las metas razonables de desarrollo y, por lo tanto, pueden permitirse la asignación de recursos para la protección global del medio ambiente aunque sea a costa de un mayor crecimiento material. En contraste, los PMD disponen de una capacidad limitada para resolver hasta sus propios problemas internos del medio ambiente; se puede esperar que participen en los programas globales del medio ambiente solamente en la medida en que tal participación concuerde con sus objetivos nacionales de crecimiento. Las transferencias de tecnología y capital desde los países industrializados son esenciales para permitir que los PMD contribuyan a la protección de los "bienes comunes del planeta" (10).

Actualmente, los organismos mundiales y los gobiernos están desarrollando discusiones para definir criterios y mecanismos efectivos para generar y desembolsar fondos para abordar los temas relacionados con el medio ambiente global. Aunque no será fácil llegar a un acuerdo factible y ampliamente aceptado, se pueden analizar y solucionar los problemas globales de financiación mediante una mecanismo de intercambio entre los varios criterios: **capacidad de pagar/adicionalidad, imparcialidad/equidad y eficiencia económica.**

Primero, puesto que los PMD no tienen la capacidad de financiar hasta su propio desarrollo actual de oferta energética, para abordar las preocupaciones globales del medio ambiente, necesitarán asistencia financiera bajo condiciones liberales además de la ayuda convencional ya existente. Este último también deberá aumentar para ayudar a los países en desarrollo a enfrentar el deterioro ambiental local.

Segundo, la desigualdad en el uso de la energía (y por lo tanto el ingreso per cápita) entre los países industrializados y los PMD plantea muchas interrogantes dentro del contexto de las preocupaciones globales ambientales y del gran peso cargado sobre la base de los recursos naturales de la humanidad por el crecimiento económico pasado. Un buen ejemplo de esta desigualdad es la acumulación de gases de invernadero, especialmente el CO<sub>2</sub>, en la atmósfera debido al uso de combustibles fósiles. Los países industrializados son responsables de más del 80% de esas emisiones mundiales acumuladas durante 1950-1986: América del Norte contribuyó más de 40 mil millones de toneladas de carbono, Europa Occidental y Europa Oriental emitieron 25 y 32 mil millones de toneladas, respectivamente, y la parte que correspondía a los países en desarrollo es de aproximadamente 24 mil millones

de toneladas. En términos per cápita, los contrastes son aún más dramáticos. América del Norte emitió más de 20 veces más CO<sub>2</sub> que los PMD. En conjunto, los países desarrollados fueron responsables de más de once veces más emisiones cumulativas totales de CO<sub>2</sub> que los PMD.

Claramente, el desarrollo de los países industrializados ha agotado efectivamente una parte desproporcional de los recursos naturales, que incluyen, utilizando una definición amplia, tanto los recursos que se consumen en una actividad productiva (por ejemplo, petróleo, gas y minerales) como los bienes ambientales que absorben los desechos de la actividad económica y los que proporcionan funciones irremplazables de soporte a la vida (tal como la capa de ozono a grandes alturas). En efecto, esa trayectoria de desarrollo ha colocado los países industrializados en deuda significativa con el resto de la comunidad global (Informe de la Comisión Brundtland, 1987). Si la repartición de la responsabilidad en el esfuerzo mundial para enfrentar los problemas globales del medio ambiente se basara equitativamente en el uso desequilibrado de los recursos comunes del pasado, entonces los países industrializados tendrían la obligación de asumir un mayor papel que los PMD en la protección de los "bienes comunes del planeta". Este enfoque también ayudaría a determinar cómo se pueden repartir más equitativamente y utilizar en forma sustentable los recursos agotables que quedan.

Finalmente, el criterio de eficiencia económica indica que la regla en que "él que contamina paga" puede aplicarse para generar ingresos en la medida en que los costos globales ambientales de la actividad humana pueden ser cuantificados. Si se establecen límites de emisiones totales bajo un sistema de permisos, entonces se podría aprovechar del

comercio de permisos de emisión entre las naciones y otros mecanismos del mercado para aumentar la eficiencia.

El principio de asistencia internacional a los PMD para fomentar esfuerzos de protección ambiental, específicamente en términos de transferencia de tecnología y apoyo financiero, ya está bien establecido. Un mecanismo de asistencia que ha sido elaborado recientemente es el Mecanismo del Medio Ambiente Global, que es un fondo central multilateral por un monto de aproximadamente US\$1,5 mil millones que será ejecutado como un programa piloto durante los próximos tres años. Este fondo financiaría actividades de inversión, asistencia técnica y desarrollo institucional en cuatro áreas: **cambio del clima global, agotamiento del ozono, protección de la biodiversidad y el deterioro de los recursos hídricos**. Otro mecanismo es el Fondo Ozono, de aproximadamente US\$160 a 240 millones, que fue establecido para ayudar en la aplicación de medidas para reducir las emisiones de CFC bajo el Protocolo de Montreal. Se manejan ambos fondos con un acuerdo de colaboración entre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Banco Mundial. En particular, financiarían aquellas actividades de inversión que proporcionarían beneficios eficaces en función de los costos pero que los países individuales no hubieran emprendido sin concesiones ya que los beneficios estimados para una economía nacional son demasiado bajos para fomentar su propia inversión.

## 7. CONCLUSIONES

Aunque la energía es un requisito vital para el crecimiento económico, la producción y uso de energía pueden también producir amplios y severos efectos ambientales que pueden retrasar el proceso de crecimiento. El dilema crítico que se impone a los países en desarrollo (incluyendo los países ALC) es cómo conciliar las metas de desarrollo y de abatimiento de la pobreza con las del manejo responsable del medio ambiente, en vista que tales metas requerirán una utilización mayor de energía y materias primas. Sólo se puede lograr el desarrollo sustentable mediante esta conciliación.

Existe en los países ALC una apremiante necesidad de racionalizar las actividades del sector energía en vista del rápido crecimiento de la demanda, combinado con políticas ineficientes de energía y factores que inhiben las inversiones en el sector de la energía (por ejemplo, escasos recursos fiscales, limitaciones severas de deuda, precios controlados de los energéticos, etc.). Al respecto, un mejor manejo de la energía, principalmente mediante recursos técnicos y la racionalización de los precios, proporciona la oportunidad de mejorar la eficiencia y conservación de la energía. A su vez, eso puede conducir a requerimientos reducidos de energía y materias primas para el crecimiento económico, así como disminuir las consecuencias ambientales derivadas de la producción y uso de energía. Mientras tanto, el INEP proporciona un marco conceptual para formular las políticas nacionales de energía con vínculos macroeconómicos y ambientales y presenta un enfoque comprensivo para lograr un mejor manejo de la energía. Lo mencionado

anteriormente exige que, además de enfrentar con más eficacia las preocupaciones ambientales, los responsables de la toma de decisiones deben mejorar la movilización y financiación de los recursos del sector eléctrico, la eficiencia organizacional y reguladora, la eficacia de los precios, la orientación de los subsidios socioeconómicos y de las medidas relacionados con las necesidades básicas y las preocupaciones tradicionales como la proyección de la demanda, la planificación de menor costo y las operaciones de sistemas.

Las presiones internacionales para aplicar medidas dirigidas a proteger los "bienes comunes del planeta" imponen un peso sobre los países en desarrollo en general. Debido a severas limitaciones financieras que esos países ya están enfrentando, su respuesta a los temas de protección ambiental a nivel global no puede extenderse más allá de medidas que encajan con el desarrollo económico a corto plazo y las metas de abatimiento de la pobreza. Los países en desarrollo no sólo necesitarán más asistencia convencional para solucionar los problemas ambientales locales sino que requerirán también financiamiento concesionario para participar en la solución de problemas globales del medio ambiente. Por lo tanto, es importante que los países industrializados proporcionen los recursos financieros que necesitan los países en desarrollo ahora y emprendan el desarrollo de innovaciones tecnológicas para ser usadas en el siglo XXI por todas las naciones. El Fondo para el Medio Ambiente Global y el Fondo Ozono pueden facilitar la participación inicial de los países en desarrollo para proteger los "bienes comunes del planeta".

---

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Anderson, D., "Energy and the Environment: An Economic Perspective on Recent Technical Development and Policies", El Banco Mundial, Washington, D.C., abril de 1991.
2. Bates, R.W., "Commercial Energy Efficiency and the Environment", Departamento del Medio Ambiente, División de Política e Investigación, El Banco Mundial, Washington, D.C., agosto de 1991.
3. Geller, H.S., **Electricity Conservation in Brazil: Status Report and Analysis**, Consejo Americano para una Economía Eficiente de Energía, agosto de 1990.
4. Comisión Latinoamericano y del Caribe sobre el Desarrollo y el Medio Ambiente, **Nuestra Propia Agenda**, Banco Interamericano de Desarrollo/PNUMA, Washington, D.C., 1990.
5. McKeough, K., "A Study of the Transfer of Petroleum Fuels Pollution", El Banco Mundial, Washington, D.C., julio de 1991.
6. Moore, E.A. y G. Smith, **Capital Expenditures for Electric Power in the Developing Countries**, Departamento de Industria y Energía, El Banco Mundial, Washington, D.C., febrero de 1990.
7. Munasinghe, M., **Energy Analysis and Policy**, Butterworths Press, Londres, 1990.
8. Munasinghe, M., **Electric Power Economics**, Butterworths Press, Londres, 1990.
9. Munasinghe, M. y otros, "Incorporating Environmental Considerations in Electricity Decisionmaking", **Proceedings Senior Expert Symposium**, Helsinki, mayo de 1991.
10. Munasinghe, M. y S. Munasinghe, "Energy Policy, Technology Cooperation and Capital Transfers to Address Global Climate Change Issues in Developing Countries", en T. Hanish (ed.), **A Comprehensive Approach to Climate Change**, CICERO, Oslo, julio de 1991.
11. OCDE, Organismo Internacional de Energía, "Emission Controls in Electricity Generation and Industry", 1988.
12. Scheppe, F., M. Caramanis, R. Tabors y R. Bohn, **Spot Pricing of Electricity**, Kluwer Academic Publishers, New York, 1988.
13. Banco Mundial y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), "Evolución, Situación y Perspectivas de los Sectores de Electricidad de los Países de América Latina y El Caribe", Informe LACTD No. 7, Washington, D.C., agosto de 1991.
14. Banco Mundial, "A Review of the Treatment of Environmental Aspects of Bank Energy Projects", Documento de Trabajo del Departamento de Industria y Energía, Serie Energética, Documento No. 24, Washington, D.C., marzo de 1990.
15. Banco Mundial, **Brazil: Electricity Transmission and Conservation Project**, Informe de Evaluación del Personal, Departamento LA1, Oficina Regional ALC, Washington, D.C., mayo de 1990.
16. Banco Mundial, "A Review of World Bank Lending for Electric Power", Documento de Trabajo del Departamento de Industria y Energía, Serie Energética, Documento No. 2, Washington, D.C., marzo de 1988.
17. World Resources Institute, **World Resources 1990-91**, Oxford University Press, Londres, 1990.

# Energy and the Environment in Latin American and Caribbean Countries

Mohan Munasinghe\*

## 1. INTRODUCTION

Energy is a fundamental requirement for economic development, and future prospects for growth are closely linked to the provision of affordable and reliable energy supplies. This is of particular importance in the developing world, including the Latin American and Caribbean countries (LAC), where present per capita energy consumption levels are relatively low, the demand for energy has been growing rapidly, and further increases in energy requirements are unavoidable in the years to come.

Decision makers in these countries, however, are faced with a difficult dilemma. Owing to the scarcity of financial resources, they have been struggling with formidable hardships to meet growing energy demand at acceptable costs. Inability to do so may slow down the rate of economic growth with corresponding deterioration in living standards. Meanwhile, this problem is compounded by growing concerns about the environmental consequences of energy production and use, (for example, pollution, acid rain or radioactive fallout, and global

warming). In the LAC countries, the major energy-related environmental issues include air pollution from electricity generation and transportation, contamination of interior and maritime waters by oil spills, deforestation due to use of wood for fuel, flooding of vast areas by hydraulic dams, and inefficiency in the transformation and use of energy (4).

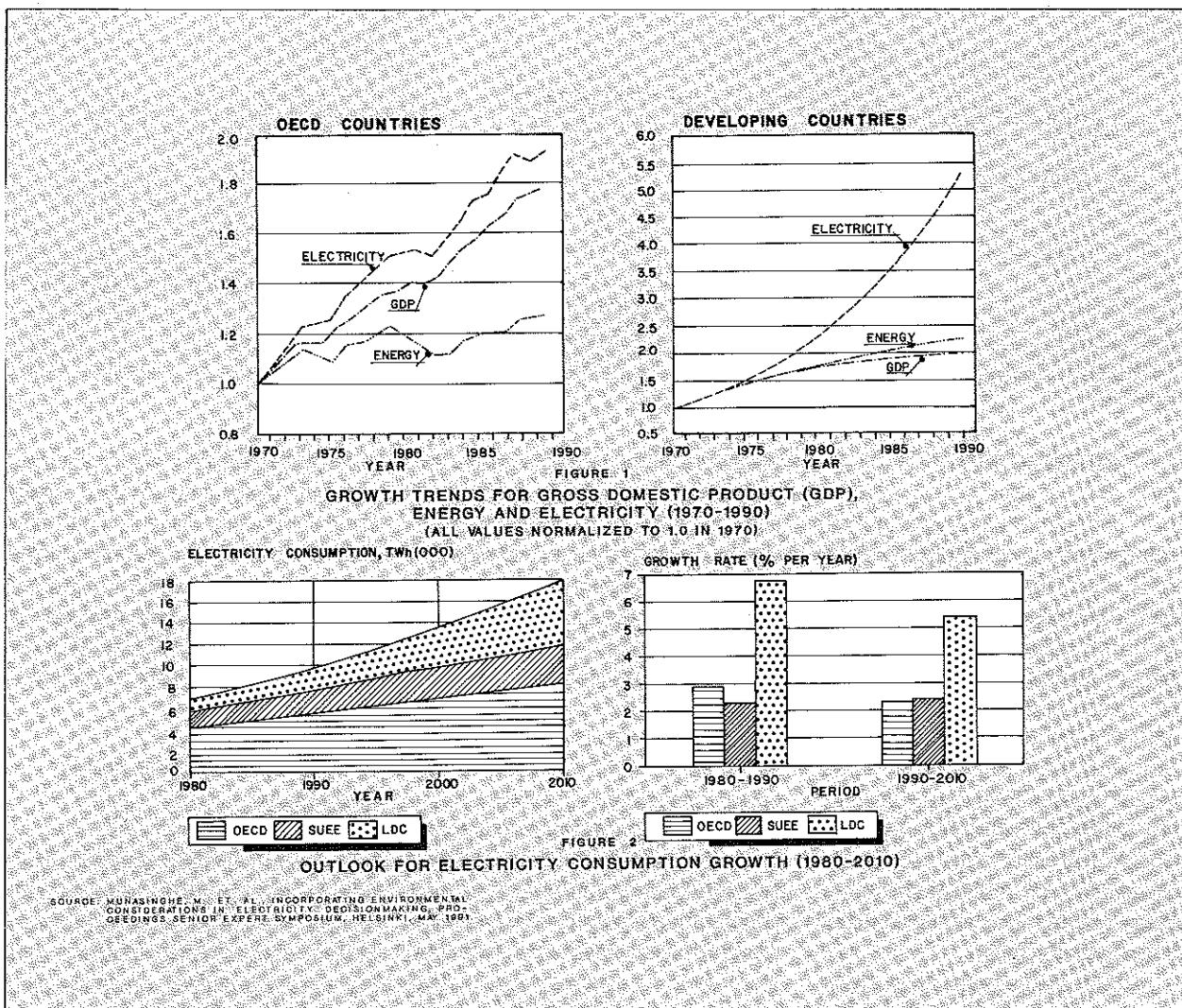
In common with other developing countries, LAC decision makers share the worldwide concerns about environmental degradation, and most have already instituted policies to improve their own natural resource management as an essential step toward ensuring sustainable economic growth. But such efforts are constrained by the fact that they are also confronted with other urgent issues like poverty and malnutrition. The paucity of resources available to address such problems sets a limit on the ability of these countries to undertake costly measures for environmental protection. One can only expect that their response to environmental protection cannot extend much beyond measures that are consistent with their overall economic development goals. Therefore, it is a major challenge for LAC countries

to be able to manage their economic growth in a sustainable way. National decision makers should find ways to reconcile development goals and the elimination of poverty (which will require increased use of energy and raw materials) with responsible stewardship of the environment.

### Evolving Trends in Global Electric Power Sector

While the energy sector is an engine of economic growth, the highly capital-intensive electric power sector in particular has a vital role to play in this development process, and we will focus our attention on it. Figure 1 summarizes the past relationship between GDP, commercial energy, and electricity use in the developing countries (LDCs), in comparison with the member countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) countries. Following the oil crises of the last decades, overall energy used per unit of GDP has declined dramatically in the industrialized countries, but dependence on electricity has not. Based on the OECD example, ener-

\* The author is Division Chief for Environmental Policy, the World Bank, Washington, D.C. Formerly, he was Division Chief for Energy and Infrastructure Operations. From 1982 to 1986, he also served as Senior Energy Advisor to the President of Sri Lanka. The author is grateful to A. Schwab for assistance in preparing this paper. The opinions expressed herein are those of the author and do not necessarily represent the views of any institution or government.



gy efficiency improvements could help to reduce the growth of demand for commercial energy in the developing world. However, the 1970-90 trend for electricity demand in LDCs and the inability of the OECD countries to significantly decouple electricity use from GDP during the same period suggest that the growth-related power needs of the LDCs will increase rapidly in the future. One recent long-run forecast of worldwide electricity consumption up to 2010 is shown in Figure 2, with the LDC growth rate expected to be significantly higher than for the OECD and Soviet Union-Eastern Europe (SUEE).

In the more medium term, assuming no drastic changes in past trends with respect to demand management and conservation, the World Bank's most recent projections indicate that the demand for electricity in LDCs will grow at an average annual rate of 6% to 7% during the period 1989-1999 (6). This compares with average growth rates of 10% and 7% per year in the seventies and eighties, respectively. Future growth rates correspond to additional total capacity requirements of 384 GW during 1990-1999, and an annual energy consumption of 3,844 TWh by 1999. Coal and hydro will be the primary sources of

power generation, which are expected to supply over 80% of the additional capacity needed.

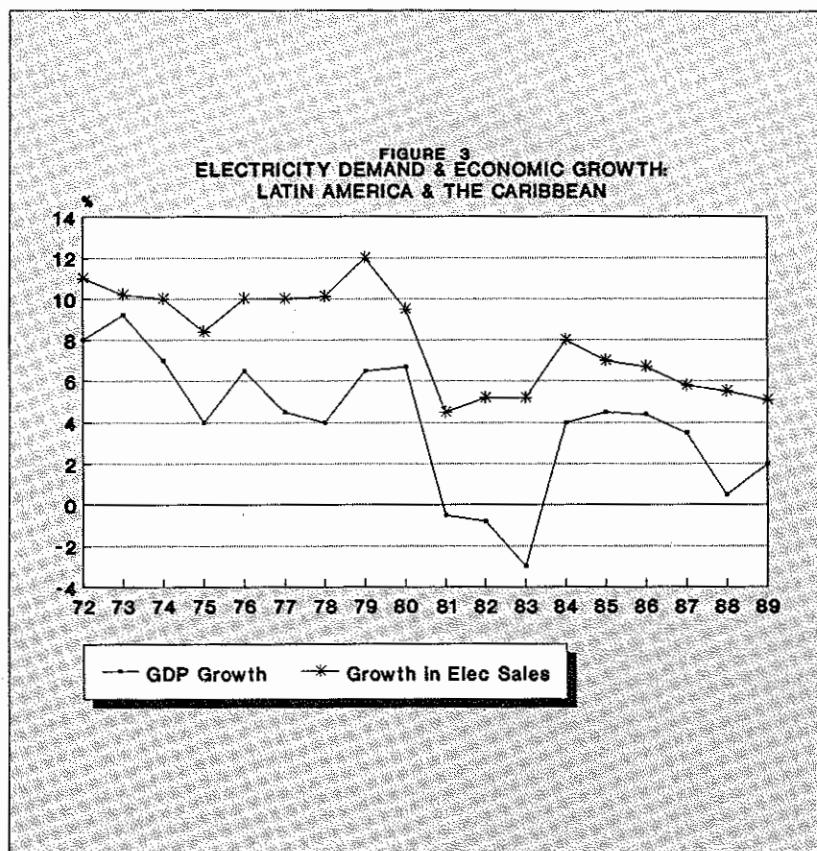
The investment needs corresponding to these World Bank projections are very large, totalling almost US\$750 billion (constant 1989 US\$), or about US\$75 billion annually. The present annual rate of investment in LDCs is only around US\$50 billion, but even this is proving difficult to maintain because of increasing scarcity of fiscal resources and limited access to capital markets due to high levels of external debt. Developing country debt, which averaged 23% of GNP in 1981, increased dramatically to

42% in 1987 and has not declined significantly since then. Furthermore, the environmental consequences of this projected expansion path are likely to be substantial, too. From both economic and environmental standpoints, therefore, it is important that continued emphasis be placed on measures that will improve efficiency in energy production and use (for example, accurate demand forecasting, least-cost investment planning, electricity end-use management, etc.).

## 2. POWER SECTOR STATUS IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

The growth in demand for electricity in LAC countries has been consistent with, and at times even surpassed, global LDC trends (Figure 3). Average per capita annual consumption of electricity in the Region grew at 7.5% during the seventies (from about 402 kWh in 1971 to about 772 kWh in 1980) and at 3.7% during the eighties (to about 1,065 kWh in 1989). These rates were significantly higher than the corresponding rates of economic growth: GDP growth of 3.7% per year in the seventies and -0.6% per year in the eighties. Consequently, future economic growth is likely to place heavy demands on the electric power system.

One of the reasons for this significant growth in electricity demand even during periods of economic downturn, has been the rapid increase in the electricity service coverage during the seventies and eighties. Electricity service coverage in the Region increased from 42% in 1971 to 70% in 1989, thereby almost tripling the population with electricity service (from 117 million to 295 million). The bulk of generation is consumed by the industrial sector (43%), followed by the residential sector (20%), and



system losses and own use (16%).

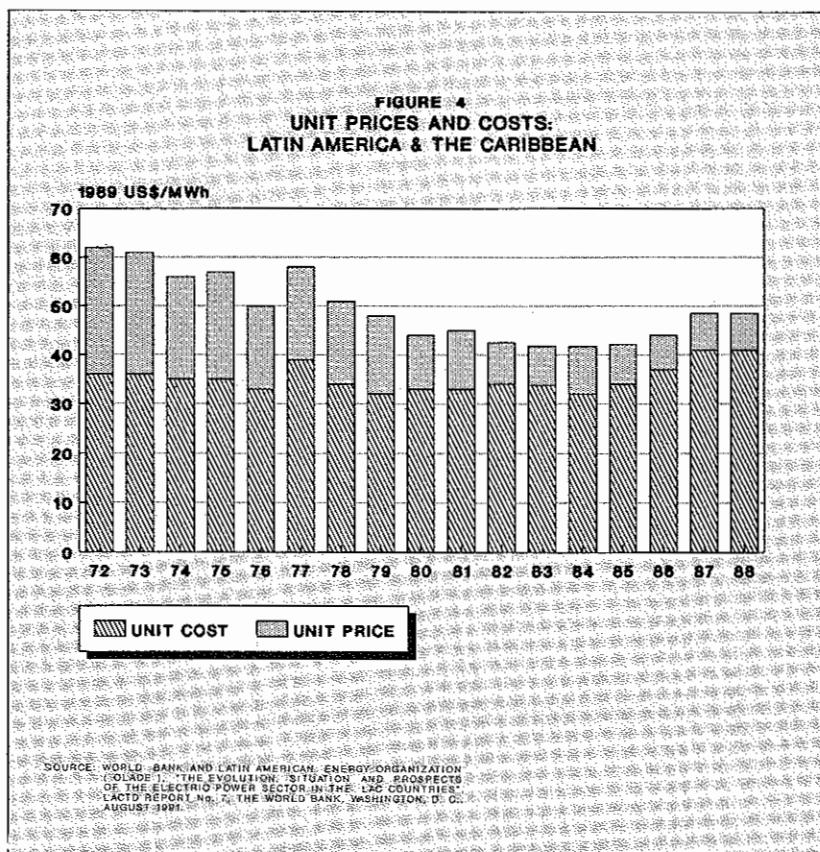
Installed capacity in the LAC Region has been expanded by a factor of 4.1 in order to meet growing electricity demand since the past two decades. This expansion has been characterized by an increase in the share of hydro-based generation, from 63% in the early seventies to 68% in the late eighties. However, the demand projections on which these major hydroelectric investments were based did not materialize in the eighties. Thus, on an aggregate basis, the Region clearly overinvested in generation and, to a lesser extent, in bulk transmission capacity. The value of this excess investment ranged from about US\$9 billion to \$13 billion according to World Bank estimates.

For the nineties, total power sector investments in the LAC Region have been estimated at US\$155 billion (6). These estimates are consistent with the forecasts

reported by the World Bank (1991), which calculate that the investments needed to strengthen distribution grids and rehabilitate existing plants will increase from US\$11 billion in 1989 to around US\$24 billion in 1996. Even such figures are thought to be conservative, especially if there is a resumption of economic growth.

### Financing Investment Needs

The high demand for capital from the LAC electric power sector during the early seventies was met through a sound funding mix consisting of internally generated funds, government equity contributions, and external borrowings. The internal funding was strong at that time because the tariff policy allowed a healthy return on investment. Moreover, the fiscal situation of the governments was strong enough to make equity contributions to the sector, and loans were readily available



from capital markets which had abundant resources because of the surpluses created by the petroleum crisis.

However, during the late seventies and early eighties, while the sector had embarked on an ambitious investment program, the sources of capital started to dry up and created a serious squeeze on sector funding. This was brought about by a steady deterioration of electricity prices in real terms while unit costs increased and was also exacerbated by a misconceived policy of attempting to fight inflation with subsidized electricity tariffs.

Figure 4, which relates prices to costs, illustrates this deterioration clearly. Between 1972 and 1988, the unit cost of 1 MWh of electricity (in 1989 US\$) increased from US\$36 to US\$41, or 1% per year, while the unit price of 1 MWh of electricity fell from US\$63 to US\$49, or 1.6% per year. Consequently, the operat-

ing margin for the Region deteriorated from US\$27 per MWh to US\$8 per MWh, during this period. In general, electricity prices in the Region had fallen short of long-run marginal costs, which reflected the true economic value of the resources used for electricity production.

Many of the problems facing the LAC power sector are rooted to a significant extent in its institutional structure. Typically, the power sector framework evolved from mostly isolated private or municipally-owned companies before World War II to major nationalized or government-owned utilities in the fifties and sixties. The latter situation has been largely retained up to the present time. Thus, in many instances, power sector policy has been inordinately influenced by political factors. For example, the potential for the power sector to contribute effectively to economic development has been retarded by political decisions to

supply electricity at any cost to rural areas, without regard for the economic viability of power enterprises. The difficulty of reconciling policies to simultaneously address economic growth and social equity objectives also has resulted in efficiency losses in the power sector.

In addition to the deterioration in internal funding due to inadequate pricing policies as well as cost escalation caused by inefficient operation and unviable investments, the problem of meeting sector investment needs has been compounded by major fiscal deficits and debt obligations confronting several LAC governments. Electric power enterprises in the Region face the dual challenge of continuing to service their existing customers at acceptable levels as well as expanding the system to accommodate new demand. The capital requirements of the sector are large primarily because of the high growth in electricity demand expected during the nineties; nonetheless, poor operational performance and efficiency losses are important factors, too.

### 3. ENVIRONMENTAL IMPACTS OF ENERGY SECTOR ACTIVITIES

Major environmental issues vary widely, particularly in terms of scale or magnitude of impact, but most are linked to energy production and use.

First, there are the truly **global problems** such as the potential worldwide warming due to increasing accumulation of greenhouse gases (for example, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane), in the atmosphere; high altitude ozone depletion because of the release of chlorofluorocarbons (CFCs); pollution of the marine environment by oil spills and other wastes; and irreversible loss of biodiversity. In particular, global warming is caused largely by the

---

energy sector, which contributes 50-60% of greenhouse gases, mostly in the form of CO<sub>2</sub> (17).

Second in scale are the **transnational issues**, such as acid rain or radioactive fallout in one country, due to fossil-fuel or nuclear emissions, respectively, in a neighboring nation. These are generally subcontinental in scale and typically require agreements between Governments for their resolution. The sulphur in coal, for example, is converted by combustion to sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), which combines with water vapor to produce acid rain. Acid rain can travel long distances before falling to the earth and results in health hazards to populations, environmental damage to buildings, harm to forests and vegetation, and destruction of wildlife. Nitrogen oxide emissions, produced in large amounts by motor vehicles during fuel combustion, also result in acid rain deposits.

Third are the **national and regional issues**, which are often at the river basin scale, such as those involving the Amazon Basin in Brazil. River basin development is generally for multiple purposes, bringing energy planners and electric utilities concerned with hydroelectric development into contact (and often conflict) with agencies involved with irrigation and regional development.

Finally, there are the purely **local impacts** associated with specific activities: slag heaps from coal mines, resettlement problems at a hydroelectric dam, or the loss of wildlife habitat for a reservoir. Here the pressures for mitigation of the adverse environmental effects are generally driven by local concerns, such as over resettlement and public health impacts of major hydro projects (for example, elimination of the Babaquara hydropower project in Brazil after extensive public criticisms).

While environmental problems of any kind are a matter for

serious concern, those that fall within national boundaries are inherently easier to deal with from the standpoint of policy implementation. Issues that fall within the energy sector must be addressed through the national policymaking framework. In cases where national energy policies have global consequences, one may expect that the most immediate pressures will come from local and national considerations. Nonetheless, significant efforts are now being made to improve international cooperation for implementing transnational and global mitigatory measures.

---

#### 4. CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR INTEGRATED NATIONAL ENERGY POLICYMAKING (INEP)

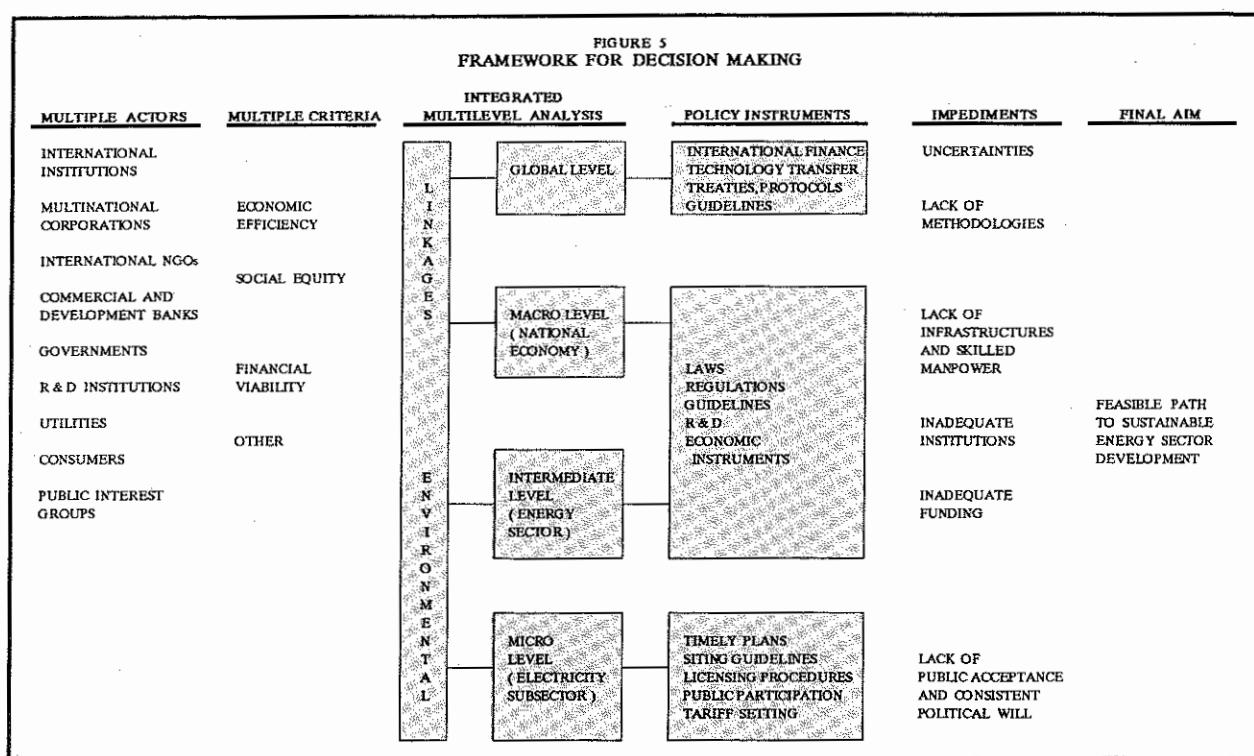
Successful planning and implementation of national energy programs must explicitly take account of the role of the energy sector in economic development vis-a-vis those of the other parts of the economy. This will require an integrated approach that will help decision makers in formulating policies and providing market signals and information to economic agents that encourage more efficient energy production and use. Summarized in Figure 5 is an integrated approach to decision making which emphasizes a hierarchical conceptual framework for integrated national energy planning and policymaking (INEP) that can be implemented through a set of energy supply and demand management policies (8).

The core of the INEP framework is the integrated multilevel analysis shown in the middle column. Although INEP is primarily country-focussed, at the global level it is recognized that there are transnational energy-environmental issues. Thus, individual countries are embedded in an international matrix,

---

*The capital requirements of the sector are large primarily because of the high growth in electricity demand expected during the nineties; nonetheless, poor operational performance and efficiency losses are important factors, too*

---



SOURCE: MUNASINGHE, M. ET AL., INCORPORATING ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS IN ELECTRICITY DECISIONMAKING, PROCEEDINGS SENIOR EXPERT SYMPOSIUM, HELSINKI, MAY 1991.

and economic and environmental conditions at this global level will impose exogenous inputs or constraints on decision makers within countries. The next hierarchical level in Figure 5 focusses on the multisectoral national economy, of which the energy sector is a part. This suggests that energy planning requires analysis of the links between the energy sector and the rest of the economy. Such links include the energy needs of user sectors (for example, industry, transport, and agriculture), input requirements of the energy sector, and impact on the economy of policies concerning energy prices and availability. The intermediate level of INEP treats the energy sector as a separate entity composed of subsectors such as electricity, petroleum products, and so on. This permits detailed analysis, with special emphasis on interactions

among the different energy subsectors, substitution possibilities, and the resolution of any resulting policy conflicts. The most disaggregate and lowest hierarchical level pertains to analysis within each of the energy subsectors. At this level, most of the detailed energy resource evaluation, planning, and implementation of projects is carried out by line institutions (both public and private).

In practice, the various levels of INEP merge and overlap considerably, requiring that (inter) sectoral linkages should be carefully examined. Energy-environmental interactions (represented by the vertical bar) tend to cut across all levels and need to be incorporated into the analysis as far as possible. Such interactions also provide important paths for incorporating environmental considerations into national energy policies.

INEP facilitates policymaking and does not imply rigid centralized planning. Thus, such a process should result in the development of a flexible and constantly updated energy strategy designed to meet national goals. This national energy strategy (of which the investment program and pricing policy are important elements) may be implemented through energy supply and demand management policies and programs that make effective use of decentralized market forces and incentives. Consequently, INEP implies improvements in overall economic efficiency through better energy management. As shown in Figure 5, a variety of policy instruments are available to decision makers for instituting sound energy management. The figure also indicates the most important impediments that limit effective policy formulation and implementation.

## **5. ENERGY POLICY OPTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Energy sector measures that simultaneously improve economic efficiency (that is, higher value of net output using same inputs), energy efficiency (that is, higher value of net output per unit of energy used) and conservation (that is, reduced absolute amount of energy used), together with environmental protection (that is, reduced energy-related environmental costs), are particularly effective in ensuring sustainable economic growth. Where the energy required for economic growth will continue to increase, as in the case of LAC countries, and where financial resources for energy supply expansion are severely limited, better energy management provides the opportunity to achieve specific improvements in energy efficiency and conservation. Such improvements can result in substantial reductions in input requirements (both energy and raw materials) for development and thus conserve resources and lessen the environmental consequences of energy-related economic activities.

Owing to inappropriate policies that have encouraged wasteful uses of energy and poor operational performance, there is generally considerable scope for most developing countries, including LAC nations, to improve management of their energy resources and achieve substantial energy savings even in the short run. On the supply side, better energy management will require more accurate demand forecasting, improved least-cost investment planning, and the optimal operation of energy systems; that is, plant performance, operating and maintenance procedures, loss levels, etc. are optimized (7). On the demand side, better management will include efficient electricity end use, proper load manage-

ment, and optimal pricing. All these options, as well as those discussed below, constitute attractive policy alternatives, both in economic and environmental terms, which LAC countries may adopt.

### **a. Supply-side Options**

#### **i. Energy efficiency improvements and fuel substitution**

There is a spectrum of technological options which can be adopted as short- or medium-term measures for improving energy production efficiencies in the developing world. Energy supply technologies concerning the power sector, for example, may include plant generation improvement and rehabilitation, transmission and distribution loss reduction, fuel substitution, interconnections, etc. Among these technologies, reducing transmission and distribution losses and improving generation plant efficiencies are the most attractive in terms of yielding economic benefits that are several times the corresponding costs incurred (8). For example, transmission and distribution losses in Third World power systems are estimated to average in the 16-18% range (of which about one third could be theft), although acceptable loss levels may be only about 6-8%. The economic consequences of reducing these losses can be quite substantial. A one-percentage-point reduction in losses per year would reduce additional capacity requirements in Third World countries by about 5 GW annually, and this corresponds to an estimated savings in capital investment of about US\$10 billion per year. In Brazil, for example, the implementation of technical loss reduction programs in the power sector has shifted the emphasis of investment away from generation and towards transmission and distri-

bution, resulting in potential savings in investment requirements (15). The positive environmental implications of such measures are obvious, on account of reduced energy requirements and better production efficiencies.

Substitution of primary energy sources in power generation is another potential means of achieving both economic and environmental benefits. In the developing world, natural gas is the most likely candidate for coal or oil substitution. The economic benefit of natural gas substitution comes from either import substitution for petroleum products or releasing the latter for export. On the environmental front, natural gas firing typically achieves reductions in various pollutants (for example, lowering of carbon emissions of 30-50%). Fuel-switching policies nonetheless must be carefully evaluated to ensure that there will be adequate long-term supplies of the fuels required.

In the long term, developing countries may have to rely on more advanced technological options, which are currently being developed in the industrialized countries, for further improvements in energy efficiency and conservation and reductions in environmental costs. Since power generation capacity in LAC countries is expected to increase significantly, this provides future opportunities to add state-of-the-art technologies (for example, clean coal technologies, cogeneration, gas turbine combined cycles, steam-injected gas turbines, etc.), which have been designed with regard to both economic and environmental criteria. Some of these options are summarized below.

#### **ii. Technologies to mitigate environmental impacts**

Clearly, the energy sector can potentially contribute to environmen-

tal and health hazards at all four levels of impact discussed in the Introduction: global, transnational, national, and local.

**Coal-fired power plants** are the worst offenders because coal may have a sulphur content as high as 5% or more and can be a severe pollutant. In addition, coal is an important source of total suspended particulate emissions, which usually constitute a health hazard in local and regional areas.

**Large-scale hydropower**, another major source of energy, also has environmental drawbacks. It is an excellent source of renewable energy and does not cause global environmental problems, but hydro plants may suffer from local, regional, national, and sometimes transnational environmental problems (14). For example, they may inundate fertile valleys and population centers (requiring resettlement of the local population); alter the river flow and affect the downstream population (particularly the agricultural and fishing activities); change the river quality (typically the silt content and navigation); affect the reservoir area ecosystem; and flood historic sites.

Other renewable energy options such as wind, direct solar, biomass, and bagasse can make still modest but increasing contributions towards environmentally friendly energy development (1).

Technologies are available to mitigate some of the environmental consequences associated with fossil fuels (2). For example, although coal may have large amounts of sulphur, there are ways to remove sulphur from the plant effluent: coal washing, scrubbing, and sulphur flue gas desulphurization (FGD). The sulphur problem can be addressed further through fluidized bed coal technology, coal beneficiation, coal gasification, and coal liquefaction. Nitrogen oxide ( $\text{NO}_x$ ) which is also produced during coal combustion can be

reduced through combustion control (CC) using modern electronics.  $\text{NO}_x$  from stack emissions can be removed using the selective catalytic reduction (SCR) system, which is 90% effective. Most SCR applications to date are in Japan and Germany. Finally, total suspended particulates in stack emissions can be removed using either electrostatic precipitators or baghouse fabric filters.

However, there are certain limitations in using some of these technologies. For instance, FGD has large space requirements, large volumes of by-products, and high cost. While it removes 90% of the  $\text{SO}_2$  from the stack emissions, it does not address the problem of carbon emissions at all. As of 1988, only about 140 GW of FGD equipment were installed in OECD countries. To illustrate the range of costs involved in mitigation efforts, Table 1 shows the typical costs of installing FGD, SCR, and CC technologies in a coal-fired plant, compared with oil and gas. At a 70% capacity factor and 10% discount rate, emission control costs amount to US mills 9.1 per kWh, US mills 6.7 per kWh, and US mills 1.3 per kWh for coal, oil, and natural gas steam power plants, respectively. The emission control cost for gas steam is only one seventh of that of coal steam.

Recognizing that future increases in world energy requirements are inevitable (9), the associated negative effects of such trends on the environment can be tremendous. Although mitigating measures are available, on the whole, they are not designed to resolve all major problems, and the costs of adoption may very well restrict their application. It is crucial for decision makers to establish policies and institutional frameworks to improve the efficiency in energy production and use, especially in developing countries where most of the future growth-

driven increases in energy consumption will take place, and where only limited use of mitigating measures has so far been made.

### iii. Institutional and regulatory reforms

Although many difficulties have plagued the energy sector in developing countries, including those in the LAC Region, perhaps the most pervasive has been excessive government interference in organizational and operational matters. Such interference has adversely affected least-cost procurement and investment decisions, hampered attempts to raise prices to efficient levels, mandated low salaries tied to civil service levels, and promoted excessive staffing. This in turn has resulted in inadequate management, loss of experienced staff due to uncompetitive employment conditions and poor job satisfaction, weak planning and demand forecasting, inefficient operation and maintenance, high losses, and poor financial monitoring, controls, and revenue collection.

In order to address these difficulties, an important principle must be recognized: given the complexity of energy problems and the scarcity of resources and managerial talent, each set of issues should be dealt with by that level of decision making and management best suited to analyzing the situation and implementing remedial measures. This hierarchical approach corresponds loosely to the INEP concept summarized earlier in this paper. Thus, political decision makers, senior government officials, and ministry level staff should focus on critical macroeconomic and energy sector linkages and design policies to improve sector performance. Management of power utilities, for instance, under the guidance of an independent board of directors, may conduct their daily

TABLE 1

**COST OF ENVIRONMENTAL CONTROL TECHNOLOGIES  
ON STEAM PLANTS**  
(1987 US mills / kWh)

	<u>C O A L</u>	<u>O I L</u>	<u>G A S</u>
<b>FGD, SCR, CC</b>			
( Capital Cost, \$kW )	( 215 )	( 177 )	( 25 )
<b>Capital</b>	<b>3.90</b>	<b>3.21</b>	<b>0.45</b>
<b>Operating Variable</b>	<b>0.86</b>	<b>1.11</b>	<b>0.49</b>
<b>Operation Fixed</b>	<b>4.32</b>	<b>2.35</b>	<b>0.35</b>
<b>TOTAL</b>	<b>9.08</b>	<b>6.67</b>	<b>1.29</b>

Source : "Emission Controls in Electricity Generation and Industry",  
International Energy Agency, OECD, 1988.

operations without government interference, but subject to meeting overall national policy objectives and targets within regulatory guidelines. Such an organizational structure will still necessitate regular consultations with government, as well as consumer representatives, to achieve further improvements in operational efficiencies. Nonetheless, it will provide the power utilities a wider autonomy and, at the same time, the responsibility to be more accountable to their performance.

The natural monopoly characteristic of energy enterprises, combined with the willingness of those concerned to manipulate these enterprises for general policy purposes, are in many countries accepted as sufficient reasons for maintaining them as large centralized public sector organizations. While there may have been some rationale for this centralization in the past (for example, economies of scale in production), it is becoming a critical barrier to greater management efficiency and improved flexibility. For exam-

ple, in a recent survey of over 350 power utilities involved in projects financed by the World Bank during the period 1965-1984, it was found that the financial performance of the electricity sector in several developing countries had deteriorated markedly up to the eighties, due largely to inadequate increases in tariffs (16). The consequences of a weak financial situation because of government control of energy prices can be widespread, but perhaps the most important is that expenditures on such items as maintenance, power system loss reductions, and refinery upgrading (in the oil subsector) receive lower priority than increased production. There are foregone financial savings and positive environmental effects associated with these items. Improved maintenance reduces the fuel requirements for power generation; reductions in power system losses through investments in transmission and distribution result in lower total production requirements; upgrading of oil refineries produces better quality

petroleum products which are also less polluting (5).

The desperate circumstances of energy enterprises in many developing countries have generated pressures for re-organizing the sector. There is considerable interest in the scope for more decentralization and particularly greater private participation, in the hope that it will bring significant gains in terms of infusion of new capital and innovative management methods. Options for private, and even cooperative, ownership of energy enterprises may include both local and foreign participation as well as joint ventures. As long as a given regulatory framework prevails, it can be argued that the form of ownership would not by itself affect management efficiency. The main point is that, to the extent possible, the introduction of competitive market forces should be encouraged. Governments may wish to divest themselves of either all or part of some government-owned enterprises. This may create an environment in which governments, enter-

prise managements, and energy consumers are all better off.

Power sector officials in LAC countries have been actively studying the various options for decentralization and private participation. However, despite their potential opportunities for adoption in these countries, such options are likely to meet considerable difficulties. For instance, since the power sector occupies a central position among publicly owned enterprises, changing this framework in a manner conducive to private participation is proving to be difficult. Furthermore, LAC utilities often operate in a climate which is economically weak and politically unstable. This increases the risk of expropriation and frequent disruptions, or the likelihood of adverse future regulatory changes. Meanwhile, there is no guarantee that enhanced private sector involvement will lead to economic and environmental benefits. With profit maximization goals, private participants can be expected to make full use of cheaper (but not necessarily environmentally benign) inputs like coal for power generation. In such cases, both environmental benefits and overall economic efficiency gains can only be ensured if there are regulatory measures that will internalize the pollution costs of energy production and use, and make them a part of the private production costs.

Consequently, LAC energy companies (like those in other developing countries) need to be supported by national policies and legislation that emphasize environmental issues. Environmental standards and regulations should be developed and executed in a manner that will facilitate the process of internalizing the environmental costs associated with energy sector activities. The INEP framework provides an appropriate starting point for this purpose. A number of techniques exist for valuing the environmental impacts of

energy projects, and these can be used for incorporating quantifiable environmental costs into methodologies for least-cost investment planning and in estimating the long-run marginal costs of energy supply. However, one should be aware of the uncertainties in such estimates and be prepared to perform sensitivity tests where appropriate.

Going beyond the quantifiable environmental costs is of course problematical. Nevertheless, an attempt should still be made to assess the significance of non-quantifiable environmental costs rather than implicitly assume that they are negligible. Non-quantifiable environmental costs can be incorporated in various ways, such as adding new constraints on the investment program which reflect social concerns or absolute environmental standards. On the whole, internalization of environmental costs, and having them reflected in private decision making, serves as a means to reconcile economic development with the goals of environmental protection and sound natural resource management.

#### b. Demand-side Options

##### i. Energy price setting

Energy price rationalization offers the most attractive demand-side option for improving energy sector efficiency. By providing the correct economic signals, energy prices that reflect the true costs of supply assist in establishing optimal patterns and levels of energy consumption. However, energy prices in many developing countries, including those in the LAC Region, are often set and regulated by the government rather than being based on the changing demand and supply situations in the market. This creates a system of prices which are inflexible to market pressures and opportunities and incapable of provid-

ing correct economic signals. In a situation of rising international prices, this system of controlled prices has usually lagged behind, thereby resulting in significant price subsidies. Furthermore, to compensate for the financial losses in the energy sector, price increases, when instituted, have tended to be non-uniform across different energy substitutes, thereby creating severe interfuel price distortions and imbalances in consumption.

More precisely, energy pricing policy in developing countries is guided by a tradeoff between economic efficiency, on the one hand, and a series of financial and sociopolitical considerations, on the other. There is a strong perception among decision makers that access to energy is a basic need which improves living standards of the people. This idea has driven a policy in which affordability competes with economic efficiency as the criterion for energy pricing. Consequently, in practice, it has been difficult to separate sociopolitical and economic criteria within the same pricing structure, often leading to poorly designed policies that are both economically inefficient and socially regressive.

Energy prices themselves are an important demand management tool. Innovative pricing strategies such as time-of-use, spot pricing, and priority pricing are increasingly being used in the industrialized countries to achieve further improvements in energy use efficiency. Indeed there is a great potential for incorporating these pricing strategies selectively in developing countries whose power systems are still evolving and sufficiently flexible to easily adopt such technological know-how (12).

##### ii. Other incentives and related options

Apart from price rationalization, there is also scope for applying a coordinated package of other demand-side options aimed at

---

---

***M*anagement of power utilities, for instance, under the guidance of an independent board of directors, may conduct their daily operations without government interference, but subject to meeting overall national policy objectives and targets within regulatory guidelines**

---

improving the efficiency of energy use. These include taxes and subsidies (based on fuel type), end-use technology, research and development, retrofits, conservation programs, etc. In most instances, these programs are likely to achieve desirable effects on both energy use and environmental impacts. Fiscal instruments, such as emission fees and carbon-based user fees, can be used to control environmental impacts more directly. However, the problems of implementing and monitoring these fiscal tools, as they are being applied in developing countries, can be significant.

Technological innovations through research and development have made available a new set of opportunities for demand-side management in developing countries with increased potential for energy efficiency and conservation. Examples of such technologies are high intensity heating, high efficiency cooling devices, efficient lighting options, etc. In Brazil, the National Energy Conservation Program has advanced the development and commercialization of a number of energy-efficient technologies (for example, improved refrigerators, energy-efficient lamps, reflectors for fluorescent fixtures, and building control systems). These technologies are now manufactured and sold in Brazil, and their adoption provided approximately 1.2 TWh of electricity savings in 1989 (3).

#### **6. GLOBAL ENERGY-ENVIRONMENTAL ISSUES FROM A LDC PERSPECTIVE**

Industrialized countries and LDCs differ in their capabilities to attend issues concerning energy-environmental interactions, and this should be emphasized in devising means of cooperation for solving global environmental problems. The industrialized countries have already attained most reasonable goals of development, and thus they can afford to commit resources to global environmental protection even at the expense of further material growth. By contrast, LDCs have limited ability to resolve even domestic environmental problems; they can be expected to participate in global environmental programs only to the extent that such participation is consistent with their national growth objectives. Technology and capital transfers from the industrialized countries are essential to enable the LDCs to contribute toward the protection of the "global commons" (10).

Currently, discussions are underway among world bodies and governments to define effective criteria and mechanisms for both generating and disbursing funds to address global environmental issues. While a broad workable agreement will not be easy to reach, global financing issues may be analyzed and resolved through a tradeoff involving several criteria: **affordability/additionality**,

**fairness/equity, and economic efficiency.**

First, since LDCs cannot afford to finance even their present energy supply development, to address global environmental concerns they will need financial assistance on concessionary terms that is additional to existing conventional aid. The latter will have to be increased also, to assist developing countries in dealing with local environmental degradation.

Second, the disparity in energy use (and therefore, per capita income) between the industrialized countries and LDCs raises issues in the context of current global environmental concerns and the heavy burden placed on mankind's natural resource base by past economic growth. A good example of this is the accumulation of greenhouse gases, particularly CO<sub>2</sub>, in the atmosphere due to the use of fossil fuels. The industrialized countries accounted for over 80% of such cumulative worldwide emissions during 1950-1986: North America contributed over 40 billion tons of carbon, Western and Eastern Europe emitted 25 and 32 billion tons, respectively, and the developing countries share was about 24 billion tons. On a per capita basis the contrasts are even more stark: North America emitted over 20 times more CO<sub>2</sub> than LDCs. And the developed countries as a whole were responsible for over eleven times as much total cumulative CO<sub>2</sub> emissions as the LDCs.

---

Clearly, the development of industrialized countries has effectively exhausted a disproportionately large share of global resources, broadly defined to include both the resources that are consumed in productive activity (for example, oil, gas and minerals), as well as environmental assets that absorb the waste products of economic activity and those that provide irreplaceable life support functions (like the high-altitude ozone layer). Indeed this development path has significantly indebted the industrialized countries to the rest of the global community (Brundtland Commission Report 1987). If the division of responsibility in the worldwide effort to resolve global environmental problems were to be based fairly on the unbalanced use of common resources in the past, then the industrialized countries would be required to assume a bigger role than the LDCs in protecting the "global commons." This approach would also help determine how the remaining finite global resources may be shared more equitably and used sustainably.

Finally, the economic efficiency criterion indicates that the "polluter pays" principle may be applied to generate revenues, to the extent that global environmental costs of human activity can be quantified. If total emission limits are established under a permit system, then trading in emission permits among nations and other market mechanisms can be harnessed to increase efficiency.

The principle of international assistance to LDCs for environmental protection efforts, specifically in terms of technology transfer and financial support, is already well established. One assistance mechanism that has recently been established is the Global Environment Facility, which is a core multilateral fund of about US\$1.5 billion to be implemented as a pilot program over

the next three years. This fund would finance investment, technical assistance, and institutional development activities in four areas: **global climate change, ozone depletion, protection of biodiversity, and water resource degradation**. Another is the Ozone Fund of about US\$160 million to US\$240 million, which has been set up to help implement measures to reduce CFC emissions under the Montreal Protocol. Both funds are being managed under a collaborative arrangement between the UNDP, UNEP, and the World Bank. In particular, they would fund those investment activities that would provide cost-effective benefits to the global environment, but would not have been undertaken by individual countries without concessions because the measurable benefits to a national economy are too low to trigger own investment.

## 7. CONCLUSIONS

While energy is a vital prerequisite for economic growth, energy production and use can also create extensive and serious environmental effects which can retard the growth process. The crucial dilemma this poses to developing countries (including LAC nations) is how to reconcile development and poverty alleviation goals with responsible management of their environment, considering that such goals will require increased use of energy and raw materials. Only through this reconciliation can sustainable development be achieved.

There is a pressing need in LAC countries to rationalize energy sector activities in view of rapid growth of demand, coupled with inefficient energy policies and factors that inhibit energy investments (for example, scarce fiscal resources, severe debt constraints, controlled energy prices, etc.). On this account, better energy management, primarily through technical means and price

rationalization, provides the opportunity for improving energy efficiency and conservation. This, in turn, can lead to lower energy and raw material requirements for economic growth, as well as lessen the environmental consequences of energy production and use. Meanwhile, INEP provides a conceptual framework for formulating national energy policies with macroeconomic-environmental links and presents a comprehensive approach to attaining improved energy management. The foregoing requires that, in addition to dealing more effectively with environmental concerns, decision makers must improve power sector resource mobilization and financing, organizational and regulatory efficiency, efficiency of prices, targeting of socioeconomic subsidies and measures related to basic needs, and traditional concerns like demand forecasting, least-cost planning, and system operations.

International pressures to implement measures for the protection of the "global commons" place a heavy burden on developing countries in general. Because of severe financial constraints already faced by these countries, their response to environmental protection issues at the global level cannot extend beyond the realm of measures that are consistent with their short-term economic development and poverty alleviation goals. Just as developing countries will need more conventional aid to address local environmental issues, they will also require concessional funding to participate in solving global environmental problems. It is, therefore, important that the industrialized countries provide the financial resources that developing countries need today and engage in technological innovations to be used in the 21st century by all nations. The Global Environment Fund and Ozone Fund can facilitate the initial participation of developing countries in protecting the "global commons."

---

## REFERENCES

1. Anderson, D., "Energy and the Environment: An Economic Perspective on Recent Technical Development and Policies," The World Bank, Washington D.C., April 1991.
2. Bates, R.W., "Commercial Energy Efficiency and the Environment," Environment Department, Policy and Research Division, The World Bank, Washington, D.C., August 1991.
3. Geller, H.S., **Electricity Conservation in Brazil: Status Report and Analysis**, American Council for an Energy-Efficient Economy, August 1990.
4. Latin American and Caribbean Commission on Development and Environment, **Our Own Agenda**, Inter-American Development Bank/UNEP, Washington, D.C., 1990.
5. McKeough, K., "A Study of the Transfer of Petroleum Fuels Pollution," The World Bank, Washington, D.C., July 1991.
6. Moore, E.A. and G. Smith, **Capital Expenditures for Electric Power in the Developing Countries**, The World Bank, Industry and Energy Department, Washington, D.C., February 1990.
7. Munasinghe, M., **Energy Analysis and Policy**, Butterworths Press, London, 1990.
8. Munasinghe, M., **Electric Power Economics**, Butterworths Press, London, 1990.
9. Munasinghe, M. and others, "Incorporating Environmental Considerations in Electricity Decisionmaking," *Proc. Senior Expert Symposium*, Helsinki, May 1991.
10. Munasinghe, M. and S. Munasinghe, "Energy Policy, Technology Cooperation and Capital Transfers to Address Global Climate Change Issues in Developing Countries," in T. Hanisch (ed.), **A Comprehensive Approach to Climate Change**, CICERO, Oslo, July 1991.
11. OECD, International Energy Agency, "Emission Controls in Electricity Generation and Industry", 1988.
12. Scheppele, F., M. Caramanis, R. Tabors and R. Bohn, **Spot Pricing of Electricity**, Kluwer Academic Publishers, New York, 1988.
13. World Bank and Latin American Energy Organization (OLADE), "The Evolution, Situation and Prospects of the Electric Power Sector in the LAC Countries", LACTD Report No. 7, Washington, D.C., August 1991.
14. World Bank, "A Review of the Treatment of Environmental Aspects of Bank Energy Projects," Industry and Energy Department Working Paper, Energy Series Paper No. 24, Washington, D.C., March 1990.
15. World Bank, **Brazil: Electricity Transmission and Conservation Project**, Staff Appraisal Report, LA1 Dept., LAC Regional Office, Washington, D.C., May 1990.
16. World Bank, "A Review of World Bank Lending for Electric Power," Industry and Energy Department Working Paper, Energy Series Paper No. 2, Washington, D.C., March 1988.
17. World Resources Institute, **World Resources 1990-91**, Oxford University Press, London, 1990.