
BOLETIN ENERGETICO



Organización Latinoamericana
de Energía

JULIO/AGOSTO, 1981

EL BALANCE ENERGETICO COMO INSTRUMENTO DE PLANIFICACION **olade** ANALISIS DEL BALANCE ENERGETICO DE AMERICA LATINA **olade** ANALISIS DEL BALANCE ENERGETICO DE AMERICA CENTRAL **olade** ANALISIS DEL BALANCE ENERGETICO DEL AREA ANDINA **olade** ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGIA EN AMERICA LATINA **olade** ANALISIS CUANTITATIVO DE LA PARTICIPACION DE LA BIOMASA EN EL CONSUMO ENERGETICO DE AMERICA LATINA **olade** ESTIMACIONES DE LA DEMANDA FUTURA DE ENERGIA PARA AMERICA LATINA.

EL BALANCE ENERGETICO COMO INSTRUMENTO DE PLANIFICACION

Ing. Gustavo Rodríguez Elizarrarás,
Secretario Ejecutivo - OLADE.

Ing. Gabriel Sánchez Sierra,
Coordinador Planificación Energética - OLADE.

1. Introducción

La planificación energética integral es una experiencia relativamente reciente, producto de la creciente interacción que se ha venido operando en el sector de la energía y de éste con los demás sectores del sistema económico. La evidencia de una interdependencia cada vez más acentuada entre los subsectores, la necesidad de la conservación*, las dificultades técnicas y financieras de la sustitución, son, entre otras, las razones que han impulsado a enfocar la planificación energética con un criterio integral y superando así los esquemas tradicionales.

La planificación energética en Latinoamérica tiene sus orígenes en el sector eléctrico y aún hoy es dable observar que para mucha gente energía significa energía eléctrica, olvidando que ésta representa, en el mejor de los casos, sólo un 20% del consumo final total. En el caso de los hidrocarburos, las actividades de esta rama energética han presentado grandes variantes en sus programas de desarrollo; es el caso de los países exportadores netos de petróleo, donde su tasa de producción era condicionada a la demanda mundial controlada por las grandes transnacionales y orientada a satisfacer básicamente las necesidades de petróleo de los países industrializados, con la revalorización de este energético todos los países han iniciado acciones programáticas que permitirán

sumar al petróleo dentro de un esquema de planificación energética integral. El carbón, a pesar de ser un recurso tradicional en los países europeos y Estados Unidos, necesitó ser "redescubierto" en nuestra región cuando los precios del petróleo demostraron al mundo que las reservas de ese producto eran finitas. Con ello el carbón pasa a ser una nueva alternativa para América Latina. La leña y otros combustibles no comerciales, no obstante ser las únicas formas de energía que permiten la subsistencia de grandes masas de población, no han despertado el interés de los planificadores, más preocupados en general de analizar cómo se equipan y financian los requerimientos de la demanda eléctrica sin volcar su atención en los patrones de consumo y producción de las energías mal llamadas no comerciales. Muchos profesionales vinculados a la planificación del sector energético piensan, aún hoy día, que la leña es algo que pertenece al pasado y se sorprenden cuando se demuestra, a partir de resultados derivados de encuestas desarrolladas últimamente, que ese producto representa entre un 40 y un 70% del balance primario de muchos países*. Sobre las llamadas nuevas fuentes de energía, no existe experiencia histórica, pero sí un creciente interés por su desarrollo futuro, y son vistas frecuentemente como una especie de tabla de salvación de la humanidad frente al agotamiento

* Por conservación debe entenderse las acciones complementarias de: a) Mejorar la eficiencia en los procesos productivos y de transformación y b) Racionalizar el consumo de energía.

to de sus reservas tradicionales. Esto está aún lejos de ser comprobado.

La conciencia de que la simple adición de los problemas enumerados no permiten poner de manifiesto la verdadera naturaleza de su interrelación, ni tampoco definir la gran diversidad de alternativas que se abren ante un país o región, llevó a OLADE a trabajar con una concepción más global de análisis, a partir de la cual se pueda proporcionar elementos más sólidos para la toma de decisiones.

El balance energético surge, entonces, como la primera etapa del enfoque global, y su objetivo es mostrar el sistema energético a través de sus distintas partes: la energía primaria, la transformación, la energía secundaria y el consumo útil. Una primera contribución de este instrumento, y que ya justifica su ejecución, es permitir la construcción de un sistema de información de consistencia aceptable. Se sabe que las mejores formulaciones fracasan al momento de ser alimentadas con datos mal estimados, pero no siempre se tiene la conciencia que la información nunca preexiste a la necesidad de usarla y su concepción y manejo deben ser concebidas también dentro de la visión integral del problema.

2. Necesidad de un análisis de series históricas

A partir de una serie homogénea de balances energéticos, es posible efectuar el análisis histórico, que es una etapa cuantitativa a partir de la cual se pueden realizar análisis retrospectivos y además aportar valiosos indicadores de un presente dado.

El análisis de tendencias de las distintas funciones que componen el balance, permite conocer la dinámica de las series históricas globales; Vg. cuáles de ellas están en expansión y cuáles en recesión, cómo se ven estas series, cuándo se las compara con sus homólogas de otros países y qué ventajas o inconvenientes se preveen para el fu-

turo, si el comportamiento de esas tendencias se mantuviera.

El análisis de las estructuras por productos y por sectores permite visualizar la dinámica histórica de la sustitución. Para América Latina interesa primeramente conocer la relación entre los sectores residencial, transporte e industrial, tanto a nivel de consumo final, como de consumo útil y pérdidas en sus procesos de producción, transporte y transformación. El examen H detallado de las pérdidas en los procesos energéticos de cada sector permite plantear el nivel de eficiencia con que se utiliza la energía y prever las acciones de racionalidad energética que permiten optimizar el uso y producción de los recursos energéticos. Este análisis de eficiencia de uso, que es uno de los puntos más importantes del estudio de un sistema energético, si bien es difícil, debe ser una orientación necesaria ya que es el único camino para plantear adecuadamente una posible sustitución en la oferta y optimizar la conservación de la demanda.

En la siguiente etapa del análisis histórico se trata de vincular las magnitudes energéticas (absolutas y relativas) con las variables económicas y sociales, a efecto de determinar parámetros interrelacionados (consumos por unidad de valor agregado sectorial; elasticidades, precio, consumo-producto, etc.; consumos unitarios por proceso, coeficientes de utilización de equipos frente a su consumo energético, entre otros). El examen y selección crítica de estos parámetros es muy importante pues familiariza al planificador con el procedimiento de selección de variables analíticas, interdependientes con el consumo energético, con mira al estudio de las proyecciones de la demanda.

Interesa particularmente conocer, por sectores consumidores, las relaciones entre la energía final y la energía útil con los indicadores económicos y sociales, superando el método de vincular los productos energéticos secundarios y primarios fina-

les con esos indicadores; la novedad que introduce el uso del balance energético en esta etapa del análisis, es el hecho de trabajar con funciones más cercanas al consumidor y a la modalidad del consumo.

El análisis histórico de la oferta comienza por el sector transformación examinando la tecnología del equipamiento y las eficiencias de transformación. La experiencia histórica en este campo ha estado restringida al sector eléctrico y, a veces, al de hidrocarburos líquidos, pero debe extenderse a todos los centros de transformación, incluyendo los que corresponden a la energía no comercial. La estructura de producción de la energía secundaria y primaria, y la vinculación de esta última con el nivel de utilización de los recursos, el examen de las pérdidas y eficiencia del transporte, el consumo propio del sector energético y la energía no aprovechada, completan el cuadro de la oferta.

De esta forma, el análisis histórico coloca al planificador frente a la realidad de los fenómenos que se han producido en el pasado y le enseña a captar las relaciones y tendencias que los gobiernan.

Las consecuencias didácticas de este proceso son incuestionables como elementos formativos, de acuerdo con los fundamentos de la planificación integral, concebida ésta como actividad eminentemente práctica. Ello permite detectar los cuellos de botella, discriminando lo importante de lo secundario y separando lo principal de lo accesorio, para preparar la etapa de construcción de modelos.

Hasta la fecha ha sido una práctica común, especialmente en los países en desarrollo, adaptar una realidad desconocida a una formulación conocida, generalmente copiando los modelos existentes en los países industrializados; usando así un enfoque incorrecto porque la utilización del modelo debe

desprenderse del conocimiento de la realidad y no lo contrario.

3. Modelos de demanda de energía

La demanda de energía como la de cualquier otro bien económico, debe ser estimada dentro de un modelo que interrelacione diferentes variables, y para ello se dispone de tres elementos que son la estadística teórica, la econometría y el análisis histórico. El primero, proporciona la técnica, y el segundo y tercero, aportan el arte de usar esta técnica para obtener un mejor resultado. Aún así, ese resultado debe ser siempre provisional, y lo importante de un modelo de demanda no es tanto su capacidad de "acertar" sino su habilidad para predecir alternativas a partir de la captación de los fenómenos mediante variables apropiadas. Debe tenerse presente que la realidad será siempre única, mientras que la proyección anticipada de esa realidad puede ser muy amplia. La clásica concepción de proyección mediante diversas vías alternativas es común, tanto al enfoque subsectorial como el global y, en ambos casos, un buen modelo será aquel que pueda proporcionar una alta probabilidad de ocurrencias en la demanda de un bien donde se da la concurrencia de determinados factores en las variables modeladas.

La novedad que introduce el análisis global no reside en las técnicas estadísticas y econométricas que se aplican, sino en la distinta manera de interpretar las variables explicativas y explícitas. En el caso ideal, se trata de tomar como variable explícita el número de calorías útiles consumidas por un sector, independiente del producto secundario o la fuente primaria que le da origen. Esta función resulta más estable que la correspondiente a un producto determinado y menos sensible a las variaciones de los parámetros econométricos, y es bastante independiente de los fenómenos de sustitución (desde un punto de vista teórico depende de la tecnología y de la modalidad de uso).

En la práctica, si no se dispone de un balance a nivel de energía útil, la demanda de calorías útiles consumidas debe ser derivada de la demanda de calorías finales y, en este caso, es preferible adoptar para los distintos productos medidas de uso eficiente que, aunque no son muy confiables, darán una mejor representación de la demanda estimada que si no se las toma en cuenta. Por ejemplo, de alguna manera debe reflejarse el hecho de que la gasolina en el transporte tiene una eficiencia energética máxima del 15%, mientras que la electricidad en el movimiento mecánico rinde, energéticamente, al rededor del 80%. En otras palabras, si bien debe tenderse a concebir y proyectar la demanda por usos (calor, vapor, movimiento mecánico, iluminación, etc.), muchas veces es suficiente considerar la energía final por sectores (residencial, transporte, industria, etc.) y analizarlos para cada uno de los productos que consumen.

A partir de la demanda de energía útil o la demanda final, afectada por los coeficientes medios de utilización, se debe pasar a la demanda final de energía primaria y secundaria. En este punto se abren diversas alternativas de análisis que dependen de cada problema en particular y del conocimiento que se tenga sobre la modalidad del consumo de los diversos sectores. Desde otro punto de vista, puede decirse que éste es el momento en que la econometría debe dar paso al sentido común, ya que determina la demanda de productos a partir de la demanda por sectores, requiere la entrada en escena de las políticas y mecanismos de sustitución y de uso eficiente de la energía. Este fenómeno no puede, en general, ser captado por modelos puramente econométricos si bien el componente de los precios relativos del producto sustituyente y del sustituido deben estar presente en el análisis, es muy dudoso que el método estadístico pueda captar la elasticidad cruzada a partir de tomar como variable explicativa el precio del sustituto y, aún en el caso de que la capte, ¿con qué bases podría usarse su valor hacia el futuro, cuando aún la elasticidad pro-

pia es muchas veces de dudosa utilidad en una proyección?

Resumiendo, puede decirse que son innumerables los fenómenos que afectan la demanda por productos, los cuales afectan las demandas globales por sectores son menores y, por lo tanto, estas magnitudes tienden a ser más estables. Por esta misma razón, actúan como valiosos elementos de control y de consistencia para las demandas por productos, las cuales, si se tomaran en forma independiente para adicionarlas después, lo más probable es que unas se disparen excesivamente y otras queden demasiado rezagadas. Así, un hecho estadísticamente conocido como la no actividad de las funciones no lineales se encargaría de deformar las proporciones y provocar inconsistencias.

Puede decirse que la principal función de un balance energético, en lo que se refiere al modelaje de la demanda es, aportar la base informativa de las magnitudes globales y, a partir del análisis histórico de los diferentes parámetros que participan en el modelo, detectar la lógica de la sustitución y conservación del pasado para plantear correctamente nuevas líneas de política en el porvenir. Por su lado, el papel que juega la econometría en el modelaje de la demanda, puede ser muy útil si se le da el lugar que le corresponde, o sea el de una herramienta que debe estar en perfectas condiciones de uso para efectuar una buena formulación de modelos pero de ninguna manera puede determinar **per se** el modelo. No hay que olvidar que, precisamente, el análisis global surge como respuesta a la imposibilidad por parte de los modelos subsectoriales de prever los mecanismos de sustitución en la demanda por una vía puramente econométrica.

4. Modelos para previsiones de la oferta futura de energía.

En este campo se debe ser muy cuidadoso ya que la persistencia en un enfoque global a ultranza,

puede conducir a un callejón sin salida. La experiencia modelística de los últimos 20 años ha demostrado que los únicos modelos globales de oferta que han perdurado son modelos de programación lineal. Sin embargo, debe hacerse una advertencia en el caso de los países en desarrollo, que se refiere al hecho de que los países avanzados han adoptado ese tipo de modelos de los globales lineales (como el MARKAL o el BROOKHAVEN) después de haber completado la etapa de planificación subsectorial, o sea después de haber alcanzado el dominio de la programación de herramientas no lineales. En el tema de elaborar modelos de oferta energética, se cambia el enfoque globalista que se ha presentado para modelar la demanda y se reorienta hacia el criterio de evaluar cada sector consumidor. ¿Qué significa esto? Primero, que el enfoque subsectorial y el criterio de optimización parcial en la planificación de la oferta no debe perderse sino que debe perfeccionarse; el sector eléctrico, el de hidrocarburos, gas y carbón deben ser planificados con instrumentos específicos porque los problemas son no lineales y la simplificación introducida al linealizarlos es excesiva.

¿Dónde aparece, entonces, el enfoque en el modelaje de la oferta? Hay varios puntos a considerar. El análisis histórico y el modelaje de la demanda deben ser capaces de pronosticar los cuellos de botella de un país o región en el sector oferta, detectando así las áreas que merecen más atención. Con esto se quiere decir que conviene tratar al país como un caso particular, en lugar de obligarlo a entrar en una formulación general preestablecida. Otro punto importante es el reconocimiento institucional en relación con los diversos subsectores, sus necesidades de planificación y los instrumentos que poseen. Una línea de avance del modelaje global de la oferta surge así paradójicamente en el reforzamiento del modelaje subsectorial. Pero ello no es suficiente: hay que reconocer que existe también un nivel de decisión global, generalmente organismos de planificación del gobierno que necesitan herra-

mientas aptas para la toma de decisiones, sin que necesariamente deban correrse cada vez todos los modelos subsectoriales. Este punto es de gran importancia y no se puede dar una respuesta válida para todos los casos, dependiendo ello de la naturaleza del problema energético e institucional del país. Las herramientas de modelaje son en este caso de dos tipos: modelos de optimización que serán siempre lineales y que se alimentarán con datos provenientes de la solución óptima de los modelos subsectoriales; y, modelos de simulación de estrategias donde se simulan y evalúan diversas alternativas subóptimas provenientes de los modelos subsectoriales. Unos y otros en forma ágil para permitir la evaluación de ciertas políticas que serían factibles de adaptar. En el momento de la cuantificación definitiva de una política adoptada, se vuelven a efectuar los modelos subsectoriales para el ajuste detallado de las soluciones.

Este procedimiento mixto en el modelaje de la oferta resulta mucho más económico con el uso de computadoras y permite, una vez más, cumplir una función didáctica al enfrentar a los planificadores con problemas reales: muchas veces un simple cálculo manual realizado con buen criterio evita muchas horas de trabajo y, lo que es más, con resultados mucho mejores. El aspecto principal que debe cubrir el modelaje de la oferta —sea éste realizado con modelos matemáticos o no— se relaciona con el hecho de que debe permitir a los organismos centrales de planificación la evaluación del costo y el beneficio económico y social de adoptar determinadas políticas en el desarrollo de los recursos: ¿cuánto hay que invertir en exploración de petróleo versus el desarrollo de un programa de etanol; el desarrollo de gasoductos para llevar gas a la industria, incrementar la capacidad de conversión en las refineras; implementar un uso más eficiente de la leña en la cocina rural; introducir briquetas de carbón, etc.? Estos son sólo algunos ejemplos cuyos costos y beneficios se necesitan evaluar para tomar decisiones. Obviamente para iniciar estos tra-

bajos se debe tener conocimiento de la potencialidad energética, fuente por fuente, susceptible de integrarse a la oferta o hipótesis de trabajo sobre las alternativas de la composición de la oferta. Como conclusión, debe decirse que el modelaje de la oferta es una combinación de criterios sectoriales y que los modelos correspondientes, en el caso de que se dispongan, deben ser auxiliares de cálculo. Por último, hay que reconocer que esta área de la planificación energética deberá trabajarse más, conforme se disponga de información adicional y otros elementos de trabajo.

5. Proyección de balances energéticos

Los resultados de las distintas opciones de oferta y demanda conviene que sean presentados bajo la forma de balances energéticos para todas las magnitudes físicas, agregando resultados económicos, sociales, impacto ambiental, etc., para tener una idea global de hacia dónde va el sistema energético, partiendo del conocimiento de la realidad. Utilizando los balances proyectados, puede visualizarse la relación entre oferta, transformación y demanda, y proceder a simular alternativas que permitan analizar la sensibilidad a esos cambios. La presentación en forma de balance ayuda a evaluar las políticas adoptadas, a la vez que revela las inconsistencias de las proyecciones. El hecho de hacer consistentes dichas proyecciones es de innegable valor, ya que en los modelos, por bien formulados que estén, no siempre puede asegurarse tener en cuenta la totalidad de los complejos fenómenos que rigen las previsiones. Nuevamente, aquí debe resaltarse la naturaleza didáctica de este procedimiento y su gran contribución a la formación y capacitación de los planificadores. Este procedimiento, por aproximación, es totalmente opuesto al modelo tipo "caja negra", en la cual los planificadores están únicamente en contacto con sus entradas y salidas pero nunca con su funcionamiento interno, que se fundamenta en el "hard ware" del computador y no toma en su valor real, el irremplaza-

ble trabajo manual, que se requiere para alcanzar un objetivo aceptable.

Como conclusión, se debe subrayar que este estilo de trabajo de "caja negra" implica una inevitable dependencia, que, OLADE precisamente a través del "Programa Regional de Balances Energéticos", ha comenzado a superar para el beneficio de América Latina y del Tercer Mundo, al dotar a los países de la región de los necesarios criterios de selección y decisión política en el más estratégico de los sectores de la actual estructura económica y social.

ENERGY BULLETIN



Latin American Energy
Organization

JULY - AUGUST/1981

ENERGY BALANCES AS AN INSTRUMENT OF PLANNING **olade**
ANALYSIS OF THE LATIN AMERICAN ENERGY BALANCE **olade**
ANALYSIS OF CENTRAL AMERICAN ENERGY BALANCES **olade**
ANALYSIS OF THE ANDEAN REGION ENERGY BALANCE **olade**
STRUCTURE OF ENERGY CONSUMPTION IN LATIN AMERICA
olade QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE ROLE OF BIOMASS
WITHIN ENERGY CONSUMPTION IN LATIN AMERICAN **olade**
ESTIMATES OF FUTURE ENERGY DEMAND FOR LATIN AMERICA

ENERGY BALANCES AS AN INSTRUMENT OF PLANNING

Gustavo Rodríguez E.
Executive Secretary
OLADE

Gabriel Sánchez S.
Coordinador, Energy Planning
OLADE

1. INTRODUCCION

Integral energy planning is a relatively new phenomenon, the product of increasing interactions within the energy sector. The evidence of a progressively more accentuated interdependence among the various sub-sectors, the need for conservation, and the sometimes complex substitution mechanisms have, among other factors, given rise to a focus on energy planning problems from the perspective of integral criteria, exceeding those found in sub-sector planning schemes.

Energy Planning in Latin America has its origins in the electricity sector, and it is valid to affirm that for many people even now "energy" means electric energy, despite the fact that the latter represents, at most only 20% of the total consumption.

With respect to hydrocarbons, the activities in this energy area have presented great variations in development programs; it is the case of the netly oil-exporting countries where the production rate is conditioned by the world demand which is controlled by the large transnationals and oriented toward basically satisfying the oil needs of the industrialized countries. With the revaluation of this fuel, all the countries have initiated programs that permit the oil to be supplied within a scheme of integral energy planning. Coal, despite being a traditional resource in Europe and the United States, needed to be "re-discovered" in our region when the oil prices de-

monstrated to the world that this product was finite. With this, coal became a new alternative for Latin America. Firewood and other non-commercial fuels, aside from being the only energy forms that allow the subsistence of large parts of the population, have not aroused the interest of planners who in general are more concerned with analyzing how to finance and equip electrical production without paying attention to the consumption and production patterns of the misnamed "non-commercial" forms.

Many professionals linked to energy planning still believe, even today, that firewood is something which belongs to the past; and they are surprised to learn that this product accounts for 40-70% of the primary energy balance in many countries, as can be demonstrated on the basis of recent surveys. There has been no historical experience with the new sources of energy, but there is a growing interest in their future development. They are viewed as a kind of "salvation" for humanity in the face of rapidly depleting traditional reserves.

By simply adding together the problems enumerated above, one does not obtain the true nature of their interrelationship, nor define the great diversity of alternatives which are opened up to a given country or region. The awareness of this fact led OLADE to work with a more global analytical concept, on the basis of which more solid elements could be provided for decision-making.

Energy balances have arisen, then, as the first stage of a global focus; and their aim is to indicate the current situation, broken down into primary energy, transformation, secondary energy, useful consumption, etc. A first contribution of this instrument, which already justifies its existence, lies in building a system of consistently reliable information. It is well known that the best formulations have faults when they are fed by poor data. However, there is not always an awareness that the required information does not necessarily exist before the need for it to be used, and thus its creation should be conceived of and handled within an integral perspective of the problem.

2. HISTORICAL ANALYSIS

With a uniform series of energy balances, it is possible to carry out an historical analysis, serving as a quantitative stage on the basis of which retrospective analyses can be undertaken and invaluable indicators can be contributed to current evaluations.

The analysis of trends in the different elements composing the balances reflects the dynamics of the overall historical series: which elements are expanding, which are declining, how these series compare with the equivalents of other countries, and what advantages or drawbacks are foreseen for the future if these trends are maintained.

The analysis of these structures by products and by sectors provides a picture of the historical dynamics of substitution. First of all, for Latin American it is interesting to learn the relationship among the residential, transportation, and industrial sectors, at the levels of final consumption, useful consumption, and utilization losses. An in-depth examination of the losses in each sector indicates the efficiency of energy use and provides insight into energy rationalization, thereby permitting the optimization of production and use. This efficiency analysis is one of the most important aspects of the study of an energy system. Although it is difficult, it constitutes a necessary orientation since it is the only way

to adequately illustrate the substitution and conservation of demand.

The next step in the historical analysis attempts to link the absolute and relative energy magnitudes with appropriate socio-economic variables, for the purpose of determining inter-related parameters (consumption per unit of sectorial aggregate value elasticities in price, consumption, product/consumption, etc.; process unit consumption and equipment utilization, energy consumption coefficients, among others). The examination and critical selection of these parameters is very useful with the procedure for selecting analytical variables for the global energy magnitudes with a view to demand projections. It is particularly interesting to know the relationships among final energy, useful energy by sectors and the socio-economic indicators, finding the way to link secondary energy products and final primary products with such indicators. The novelty introduced by the use of energy balances at this stage of the analysis is the fact that functions closer to the consumer and to the mode of consumption, are being dealt with.

This historical analysis of the supply begins with the transformation sector, with the examination of equipment technology and transformation efficiencies. Historically experience in this field has been restricted to the electricity sector and sometimes to that of liquid hydrocarbons; but it should be extended to include all the transformation centers, including those corresponding to non-commercial energy. The supply picture is completed by the primary and secondary energy production structure and the relationship of the latter with the level of resource utilization, the examination of the transportation losses, the energy sector's own consumption, and unutilized energy.

Thus, an historical analysis puts the planner face to face with the reality of the phenomena which have been produced in the past and teaches him to discern the relationships and trends which have governed them. The didactic consequences of this

process are unquestionably formative elements in line with the fundamentals of global planning, which is conceived of as an eminently practical activity. This process permits the detection of bottlenecks by differentiating between the principal and the secondary, in order to prepare the model construction stage.

It is quite commonplace in the developing countries to have attempts to adapt an unknown reality to a known formulation, imitating models from industrialized countries and thus using an inappropriate focus since the model should arise from the reality and not vice versa.

3. DEMAND MODELS

The energy demand, just as that for any other economic good, should be estimated by a model which interrelates different variables; and for that, there are three elements available: theoretical statistics, econometrics, and historical analysis. The first provides the techniques and the latter two contribute to the art of using this technique so as to obtain better results. Even so, this result always be tentative; and the important aspect of a demand model does not lie so much in its capacity to be "correct" as in its ability to forecast alternatives by discerning the phenomena using appropriate variables. It should be kept in mind that the reality will always be unique, while the projection of this reality can be quite broad. The classical concept of projections by means of diverse, alternative means is common both to the sub-sector focus and to the global perspective; and in both cases, a good model will be that which can provide a high probability of demand for a good, where certain given factors come together in the variables of the mode.

So, the novelty introduced by global analysis does not lie in the statistical and econometric techniques that are applied, but rather in the different way of interpreting the explainable and explicit variables. Ideally, an attempt is made to take as an explicit variable the number of useful calories consumed by

a sector, independently from the secondary product or the primary source of origin. This function proves more stable than that corresponding to a given product and less sensitive to variations in the econometric parameters; and it is fairly independent of the substitution phenomena (from a theoretical point of view, it depends on technology and the mode of use).

In practice, if no balance is available at the level of useful energy, the demand for useful calories should be derived from the number of final calories; and it is preferable to adopt efficiency measures for the use of the different products, which, although not precise, will better represent the demand than if they were not taken into account. For instance, it must be reflected somehow that the gasoline used in transportation has an efficiency value of some 15%, the electricity in mechanical movement yields around 80%. In other words, although the tendency should be to conceive and project demand by uses (heat, steam mechanical movement, lighting, etc.), many times it is sufficient to consider final energy by sectors (residential transportation industrial, etc.) and analyze it for each one of the intervening products.

On the basis of the useful energy or final energy demand, affected by the average utilization coefficients, one should proceed to the final primary and secondary energy demand. At this point, different paths are opened up, depending on each particular problem and on the knowledge that exists with respect to the consumption patterns of the diverse sectors. From another point of view, it can be affirmed that this is the moment at which econometrics should turn to common sense, since to determine the demand by sectors requires the consideration of substitution policies and mechanisms and the efficient use of energy. This phenomenon cannot generally be detected by purely econometric models, although the component of the relative substituting and substituted product prices should be present for the analysis. However, it is very doubtful that the statistical method can capture the cross elasticity by taking as an

explicit variable the price of the substitute. Even in the case of capturing it, with what validity could that figure be used in the future when even the elasticity itself is many times of doubtful utility in the projections?

In sum, it can be said that if the phenomena that affect the demand by products are numerous, those which affect the global demand by sectors are fewer; and therefore, these magnitudes are more stable. For this same reason, they act as valuable elements of control and consistency for the demand by products, which if taken independently to be added later, will most probably be overly unequal while others will remain too negligible; and a well-known statistical fact such as the inactivity of non-linear functions will distort the proportions and cause inconsistencies.

Thus, insofar as the modeling of demand, it can be said that the function of an energy balance is first of all to contribute the informational basis on global magnitudes and then, on the basis of the historical analysis of the various parameters participating in the model, to detect the logic of the substitution and conservation of the past, in order to correctly propose new policies for the future. Econometrics in the modeling of demand can be quite useful if it is given the place it deserve, i.e., that of a tool which should be in perfect shape in order to use it to carry out a sound formulation of models but it cannot be the model. It should not be forgotten that the global analysis actually arises from the impossibility of sub-sector models to anticipate the substitution mechanisms in the demand through pure econometrics.

4. MODELS TO FORECAST FUTURE ENERGY SUPPLY

In this field, one must be careful since an exaggerated insistence on a global focus can lead to a dead end. Experience with models during the last 20 years has demonstrated that the only global supply

models which have lasted have been linear programming ones. Nevertheless, developing countries should bear in mind that the advanced countries have adopted that type of global linear models (such as the MARKAL or BROOKHAVEN) after having completed the sub-sectorial planning stage, i. e., after having mastered the programming of non-linear tools. In elaborating supply models, the global focus used on the demand side must shift to an evaluation of each consumption sector. Just what does this mean? First, that the sub-sector focus and partial optimization criterion in supply planning should not be discarded but rather perfected. The electricity sector and those of hydrocarbons, gas, and coal should be planned with specific instruments; because the problems are not linear and the simplification introduced by making them so is excessive.

Where then does the focus on supply modeling come in? Several points must be considered. The historical analysis demand modeling should be capable of predicting the bottlenecks of a country or region in the supply sector, thus detecting the areas which deserve more attention. This means that is useful to deal with each particular country instead of obliging it to conform to a general pre-established formula. Another important point is the institutional reconnaissance related to the different sub-sectors their planning needs and the instruments they have available. One path open to global supply modeling thus paradoxically arises from the strengthening of sub-sector modeling; but this is not sufficient: it has to be recognized that there is also a level of global decision-making, generally, governmental planning organizations, which need suitable decision-making tools without necessarily having to run all the sub-sector models each time. This is a very important point, and no one answer will be valid for all cases; for this will depend on the nature of the energy and institutional problems of each country. The modeling tools in this case are of two kinds: optimization models which will always be linear and will be fed with data originating in the optimal solution of the sub-sector models and, on the other hand, strategy

simulation models, where various sub-optimal alternatives are simulated and evaluated, where these originate in sub-sector models. Some will enable and facilitate the evaluation of certain policies feasible for adaptation. At the moment of the definitive qualification of an adopted policy, the sub-sector models again affect the detailed fit of solutions.

This varied procedure in supply modeling proves much more economical with the use of computers and once again accomplishes a didactic purpose by presenting the planners with real problems: many times a simple manual calculation done with sound criteria avoids many hours of work and, moreover provides much better results. The main aspect to be conveyed by supply modeling —be this done with mathematical models or not— deals with the fact that is must permit the central planning organizations to do a socio-economic cost and benefit analysis for the adoption of given policies in resource development. How much must be invested in oil exploration as compared to development of an ethanol program or to gas pipelines to transport gas to industries, thereby increasing the refineries conversion capacity or to other alternatives such as the implementation of more efficient firewood use in rural cooking the introduction of coal briguettes, etc. There are only some of the examples whose costs and benefits should be evaluated prior to decision-making.

Obviously, to start this work, it is necessary to have either knowledge about each energy source's potential for being integrated into the supply, or else working hypotheses about the alternatives to the supply composition. In conclusion, it should be stated that the supply model is a combination of sectorial criteria and that the corresponding models, when available, should be auxiliary to the calculations. Finally, it must be recognized that this area of energy planning should be done more according to the availability of additional information and other elements.

5. PROJECTION OF ENERGY BALANCES

It is useful to present the results of the various supply and demand options in the form of energy balances for all the physical magnitudes, adding socio-economic, environmental and other results, in order to obtain a global picture of where the energy system is headed, starting from the present consumption. Using the projected balances, the relationship between supply, transformation, and demand can be visualized; and the alternatives can be simulated to analyze the effects of these changes. The presentation in the form of a balance helps to evaluate the policies adopted while revealing inconsistencies in the projections. The act of making the projections consistent is of undeniable value; since, however well-formed the models are, one can never be sure that all of the complex phenomena that determine the proposals are being taken into account.

Here again, the didactic nature of this procedure and its great contribution to the education of the planners should be emphasized. This procedure of approximation is the opposite of the "black-box" model, in which planners are only in contact with the input and output, but never with the internal functioning based on the computer "hardware" which does not take account the real value of the irreplaceable manual work that is required to attain an acceptable objective.

In conclusion, it should be emphasized that this style of "black box" work implies an inevitable dependency, which OLADE, through its "Regional Program of Energy Balances" has begun to overcome for the benefit of Latin America and the Third World, by providing the countries with the necessary criteria for policy decision-making in the most strategic sector of the present social economic structure.